

**ATTUAZIONE DELLA CONVENZIONE CON IL MINISTERO  
DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO:  
SCENARI NAZIONALI E REGIONALI**

**Giovanna Azimonti, Giuseppe Triacchini, Elena Redolfi,  
Paola Alberio, Manuela Mangiarotti, Domenica Auteri**

*Centro Internazionale per gli Antiparassitari e la Prevenzione Sanitaria  
(U.O. ICPS) - Azienda Ospedaliera Luigi SACCO – Polo Universitario*

**SCENARI FOCUS “GROUNDWATER” E  
FOCUS “SURFACE WATER” PER L’ITALIA**

**PREMESSA**

I Principi Uniformi della Direttiva 91/414/CE, prevedono l'utilizzo di modelli matematici, validati a livello Europeo, per prevedere la concentrazione di antiparassitari che può raggiungere la falda o le acque superficiali. L'utilizzo di modellistica presuppone la disponibilità di dati, relativi al territorio, necessari al funzionamento dei modelli. A tale scopo, i gruppi di lavoro *FOCUS-groundwater* e *FOCUS-surface water* (FORum for the Co-ordination of pesticide fate models and their USE) hanno sviluppato scenari di riferimento per i modelli a livello europeo, considerando combinazioni realistiche di dati relativi al suolo, al clima, ai tipi di colture e alle condizioni agronomiche, al fine di definire dei “worst case” realistici. L'individuazione degli scenari FOCUS da adattare alla situazione italiana ha quindi richiesto un'iniziale indagine sull'esistenza e sulla distribuzione spaziale delle stesse combinazioni di dati pedo-climatici ed agronomici per

poter caratterizzare tutto il territorio nazionale con le medesime grandezze utilizzate a livello europeo.

### SCENARI “GROUNDWATER”

I nove scenari europei FOCUS, identificati mediante una procedura iterativa, rappresentano le principali regioni agricole europee, comprendono l'ampio intervallo di temperature e piovosità di tutta l'Europa “agricola” e sono distribuiti in tutta l'Europa con non più di uno scenario per Stato Membro. Non sono quindi rappresentativi delle aree di collocazione degli stessi, ma costituiscono rappresentazioni astratte delle principali regioni agrarie. Questi nove scenari hanno le caratteristiche di clima e di suolo riportate in Tabella 1.

**Tabella 1**  
**Quadro generale relativo ai nove scenari groundwater**

Località	Caratteristiche del clima		Caratteristiche del suolo	
	Temperatura media annuale (°C)	Piovosità annuale (mm)	Tessitura	Materia organica (%)
Châteaudun	11,4	648 + I	silty clay loam	2.4
Hamburg	9,2	786	sandy loam	2.6
Jokioinen	4,3	638	loamy sand	7.0
Kremsmünster	8,8	900	loam/silt loam	3.6
Okehampton	10,4	1038	loam	3.8
Piacenza	13,3	857 + I	loam	1.7
Porto	14,8	1150	loam	6.6
Sevilla	18,1	493 + I	silt loam	1.6
Thiva	16,2	500 + I	loam	1.3

La caratterizzazione pedo-climatica degli scenari europei è stata realizzata sulla base di: temperatura media annua (°C), piovosità media annua (mm), tessitura del primo metro di suolo (classificata secondo il sistema USDA) e contenuto in carbonio organico (%).

Un'ulteriore caratterizzazione degli scenari è stata poi effettuata considerando le colture prevalenti per ciascuna delle grandi aree agricole europee.

Per questa attività, sono stati recuperati dati climatici e pedologici a copertura nazionale che, analizzati per mezzo di tecniche geostatistiche, hanno generato un database geografico di tipo pedo-climatico relativo a tutto il territorio italiano. Il confronto quantitativo tra i dati pedo-climatici italiani e gli scenari europei è stato effettuato tramite un'analisi multivariata di similarità.

## **MATERIALI E METODI**

### ***Dati***

L'analisi spaziale degli scenari FOCUS sul territorio nazionale, condotta con l'uso di un sistema informativo geografico (GIS), impone che i dati siano in forma di mappe digitali o siano importabili in tale formato convertendoli in attributi di strati informativi esistenti. E' inoltre necessario che tali dati garantiscano uniformità nella copertura del territorio nazionale per ciascuna grandezza: i dati di tipo puntuale quindi (ad es. misure meteorologiche), sono stati elaborati in tal senso tramite interpolazioni, surface-fitting, estrapolazioni, ecc. I dati e la cartografia digitale di base raccolti per questo lavoro sono riportati in Tabella 2.

**Tabella 2**  
**Caratteristiche dei dati utilizzati per l'identificazione di scenari**  
**FOCUS “groundwater” rappresentativi per l'Italia**

<b>Fonte di dati</b>	<b>Tipo di dati</b>	<b>Ente fornitore</b>
Carta ecopedologica d'Italia	Carta delle unità ecopedologiche con vari attributi e rassegna dei tre suoli dominanti	European Soil Bureau del JRC di ISPRA (Dott. E. Rusco) Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio
Banca dati del Consorzio ITA	Banca dati contenente un'ampia serie di misure di profili pedologici (minipits), non georeferenziati in modo puntuale e riferiti per intersezione alle unità ecopedologiche	European Soil Bureau del JRC di ISPRA (Dott. E. Rusco) Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio
Carta digitale Corine Landcover – Regioni d'Italia	Carta della copertura del suolo con classificazione CORINE su base regionale. Manca ancora la copertura di diverse regioni, quindi si è resa necessaria l'acquisizione della carta nazionale.	Centro Interregionale, Via Lucrezio Caro, 67 – Roma
Carta digitale Corine Landcover – Tutta Italia	Carta della copertura del suolo con classificazione CORINE. Estesa su tutta la nazione (Appare meno accurata rispetto alle carte CORINE delle singole regioni).	European Soil Bureau del JRC di ISPRA (Dott. E. Rusco) Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio
Dati Meteo- Climatici d'Italia – Centro Epsom Meteo	Serie di dati (medie dal 1979 al 2001) di temperatura, pioggia e umidità relativi a 58 stazioni distribuite sul territorio nazionale (e rispettiva posizione delle stazioni).	Centro Epsom Meteo- Segrate (MI) – Col. M. Giuliacci – Dott. S. Abelli.
Carte dei confini amministrativi nazionali, regionali e provinciali (tutta Italia)	Mappa dei confini amministrativi nazionali, regionali, provinciali. Rappresentazione in gradi, successivamente proiettata secondo il sistema di proiezione “Traversa di Mercatore” (UTM 1983)	ESRI – Esri Maps (Collezione fornita con il software ESRI) e successivamente elaborata
GTOPO30 - Banca dati mondiale del terreno digitale del terreno su tutta la Terra (estrazione aree Europee)	Modello raster del terreno realizzato da misure equispaziate a 30 secondi d'arco (circa 1 km) – Sistema di coordinate orizzontali: WGS84. L'unione dei due riquadri necessari è stata poi proiettata in UTM.	Land Processes – Distributed Active Archive Center (NASA – USGS)

### ***Strumenti software***

Lo strumento principale di cui si è fatto uso è un applicativo GIS, ossia una piattaforma informatica che permette la raccolta dei database geografici e la loro elaborazione analitica.

Poiché i dati cartografici raccolti sono quasi tutti in formato ESRI® *Shapefile* e al fine di uniformare il lavoro agli standard più diffusi, la scelta del software è ricaduta sui prodotti ESRI®. In particolare è stato utilizzato il software *ArcView* versione 3.2 con l'estensione *Spatial Analyst*. Alcuni algoritmi necessari per determinate elaborazioni sono stati sviluppati in *Avenue*.

Per le analisi statistiche e per l'analisi esplorativa dei dati sono state utilizzate diverse soluzioni: *SPSS*®, l'estensione *Xlstat*® per *Microsoft*® *Excel* in versione 'demo' e altri algoritmi direttamente generati utilizzando MS® Excel oppure recuperati via Internet presso siti accademici dietro concessione dei rispettivi autori.

### ***Metodi***

Partendo da dati spaziali esistenti sotto forma di mappe digitali, attraverso l'uso di un GIS, si possono effettuare una serie di elaborazioni per estrarre informazioni e generare nuove *mappe tematiche derivate*, secondo le diverse necessità analitiche.

Nello schema metodologico del presente lavoro, le mappe derivate sono state ottenute secondo diverse procedure, utilizzando sia dati in formato vettoriale sia "raster". Per ottenere alcuni temi è stato necessario elaborare

le geometrie degli strati informativi di base, mentre altri sono stati ricavati elaborando soltanto le tabelle degli attributi di geometrie esistenti.

***Elaborazione della carta ecopedologica e dei dati associati.***

La principale fonte di dati relativi ai suoli è stata la “*Carta ecopedologica d’Italia*” (Scala 1:250.000) fornita dall’*European Soil Bureau (ESB)* del JRC di Ispra. Questa mappa è stata elaborata dall’ESB per derivazione dal *Database Georeferenziato dei Suoli Europei* (Finke et al, 1999) considerando i tre livelli di entità fondamentali: *Soil Regions*, *Soil Subregions* ed *Ecopedological Units*.

Per gli scopi di questo lavoro, i dati pedologici necessari sono la tessitura e il contenuto in carbonio organico (%) del primo metro di suolo, relativi a tutto il territorio italiano.

Nella “*Carta ecopedologica d’Italia*” non compare nessun parametro diretto che esprima la tessitura e il contenuto in sostanza organica. Sempre grazie all’*European Soil Bureau (ESB)* del JRC di Ispra è stato possibile disporre anche di una serie di dati di rilievi e profili pedologici prodotti dal Consorzio ITA. Tramite la combinazione di questo database pedologico con la carta ecopedologica digitale è stato possibile ricavare i parametri fondamentali dei “*Dominant soils*” di ogni unità cartografica e procedere al confronto con gli scenari FOCUS europei.

La Carta Ecopedologica d’Italia, essendo derivata dal database dei suoli europeo, fa riferimento allo schema di classificazione tessiturale europeo (CEC, 1985), mentre gli scenari “*worst case*” europei stabiliti dal gruppo FOCUS si basano sul sistema di classificazione tessiturale definito dal Dipartimento dell’Agricoltura Statunitense (USDA).

Al fine di poter effettuare un’analisi di similarità, la più accurata possibile tra i dati pedoclimatici italiani e gli scenari, è stato necessario uniformare il

metodo di assegnazione delle classi di tessitura passando dalla classificazione CEC alla classificazione USDA.

La mancanza di informazione relativa al contenuto di sabbia e limo è stata estrapolata assumendo che ogni punto di misura (o rilievo) che ricade in una data classe di tessitura, possa essere caratterizzato da contenuti di sabbia, limo e argilla distribuiti secondo le proporzioni medie di quella classe. Le proporzioni medie di ogni classe possono essere ricavate geometricamente dalle posizioni dei punti centroidi di ogni classe, disegnandoli in modo esatto sul triangolo tessiturale. Le frazioni di sabbia e limo sono state calcolate per tutti i profili contenuti nel database ITA che sono poi stati riclassificati in base al sistema USDA.

### ***Elaborazione della carta dei dati meteo-climatici***

Per l'analisi meteo-climatica è stata utilizzata una serie di medio periodo (22 anni) costituita da misure raccolte presso una rete di 58 stazioni meteorologiche italiane. Il periodo coperto va dal 1979 al 2001. I dati sono stati gentilmente forniti dal Col. M.Giuliacchi e dal dott. S.Abelli del "Centro Epsom Meteo". Agli scopi del presente lavoro sono state analizzate le temperature medie annuali (valore medio dal 1979 al 2001) e le medie delle piogge annue complessive, calcolate su tutto il periodo.

I dati delle stazioni forniscono un'informazione puntuale; per ricavare i valori medi annui di temperatura e pioggia in ogni punto del territorio a partire dai dati noti presso ogni stazione, sono state utilizzate tecniche di interpolazione spaziale con metodi geostatistici. L'elaborazione dei dati meteo-climatici con l'estensione "Spatial Analyst" del software GIS "ArcView" ha permesso di realizzare mappe "raster" che riproducono l'andamento del campo di temperatura e di pioggia su tutto il territorio

nazionale con una risoluzione spaziale pari ad 1 km. I fattori fisici e geomorfologici (quote e pendenze) sono stati ottenuti sotto forma di mappe “raster”, elaborando un modello digitale del terreno (DEM) avente una risoluzione di circa 1 km ed estratto dalla base di dati GTOPO30 [GTOPO30, 1996] che copre l’intera superficie terrestre.

### ***Integrazione dei dati climatici e pedologici e confronto con gli scenari FOCUS***

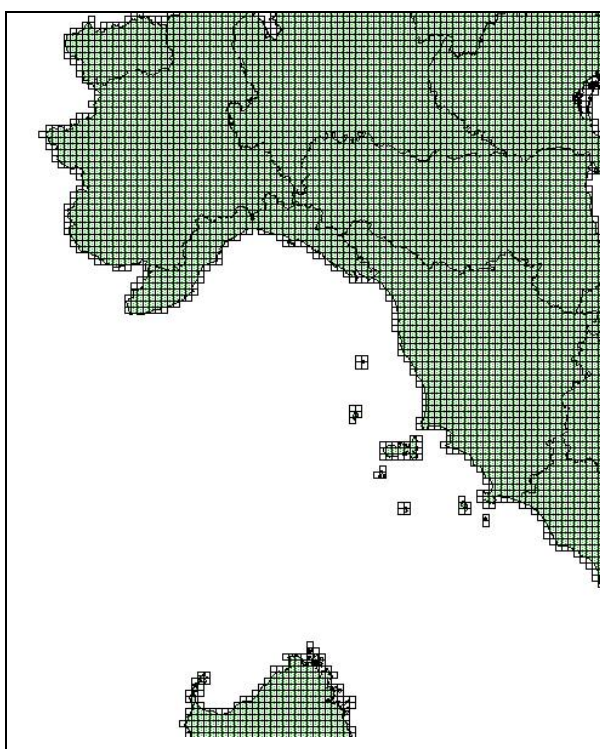
Questa parte del lavoro ha portato alla valutazione della rappresentatività degli scenari FOCUS europei sul territorio italiano, pertanto costituisce anche una prima individuazione di scenari nazionali. Questo tipo di valutazione fatta unicamente come confronto con i dati europei, lascia naturalmente spazio ad ulteriori approfondimenti specialmente indirizzati alla ricerca dei reali “*worst case*” nazionali.

Al fine di ottenere un confronto multivariato tra gli scenari FOCUS e la situazione pedo-climatica italiana, si è proceduto con un’analisi quantitativa della similarità di piccole porzioni del territorio italiano rispetto agli scenari rappresentati in Tabella 1

Una griglia regolare a maglie quadrate con lato pari a 5 km è stata realizzata per mezzo del GIS ArcView ed utilizzata per intersecare gli strati informativi che descrivono il territorio italiano, caratterizzando così con gli stessi dati ogni cella che costituisce l’unità di analisi spaziale. La griglia di “*overlay*”, una volta scartate tutte le celle che ricadono interamente al di fuori della linea di costa, è composta da 13 101 celle ed è mostrata in Figura 1.



**Figura 1**  
**Estratto della griglia di analisi spaziale su tutta Italia - Lato 5 km**



La carta ecopedologica d'Italia è stata intersecata con la griglia a maglie quadrate facendo in modo che ciascuna cella risultasse caratterizzata dal dato di contenuto in carbonio organico e dalla classe tessiturale più rappresentativi in quella cella. Per tener conto della rappresentatività, entrambi gli attributi sono stati assegnati alle celle mutuandoli dal poligono più esteso fra quelli in esse contenuti e risultanti dall'intersezione. Le mappe “raster” della piovosità e della temperatura media sono state ricampionate ad una risoluzione di 5 km calcolando il valore medio di

entrambe le variabili all'interno di ciascuna nuova cella di maggiori dimensioni. Considerando congiuntamente le mappe "raster" della piovosità e della temperatura (ricampionate a 5 km di risoluzione) e la griglia di celle da 5 km caratterizzate dalla tessitura e dal contenuto in carbonio organico, è stato possibile ottenere una griglia a copertura nazionale contenente la distribuzione spaziale di tutti i parametri pedo-climatici utilizzati dal gruppo FOCUS per caratterizzare gli scenari europei.

### ***Analisi di similarità tra le celle della griglia nazionale e gli scenari FOCUS***

La valutazione finale del grado di rispondenza degli scenari FOCUS per il territorio italiano è stata effettuata realizzando un confronto quantitativo multivariato tra i valori degli attributi di ciascuna cella della griglia nazionale e i valori degli attributi che caratterizzano i nove scenari europei.

L'idea di base è stata quella di individuare lo scenario FOCUS più simile alla combinazione pedo-climatica di ogni unità di analisi spaziale del territorio nazionale, rappresentata da una cella caratterizzata secondo i vari strati informativi digitali ottenuti dai dati pedo-climatici.

Per un confronto quantitativo di questo tipo, si è scelto di procedere per mezzo di un'analisi di similarità.

I coefficienti di similarità forniscono una misura del grado di vicinanza (o somiglianza) fra osservazioni e variano generalmente da 0 ad 1. Tali valori limite corrispondono, rispettivamente, al caso di osservazioni del tutto dissimili (o distanti), ed al caso di osservazioni identiche fra loro.

Fra i molti coefficienti disponibili una importante distinzione è quella che deve essere fatta fra coefficienti semi-quantitativi e quantitativi. Una interessante possibilità è quella offerta dal coefficiente di Gower (Gower,

1971), che è formulato in modo tale da trattare ciascun descrittore di un insieme multivariato in maniera ottimale in rapporto alla sua natura. Questo coefficiente corrisponde alla media delle similarità tra due oggetti o rispetto ad un riferimento, calcolate individualmente per ogni descrittore il cui dato è disponibile. Ossia, se due oggetti  $i$  e  $j$  possono essere confrontati rispetto ad una variabile  $k$ , gli viene assegnato un punteggio  $s_{ijk}$ . Questo punteggio vale zero quando  $i$  e  $j$  sono considerati diversi, vale 1 in caso di uguaglianza e assume invece un valore frazionario positivo nei restanti casi. Alcuni oggetti potrebbero però non essere confrontabili, per esempio a causa di un dato mancante. La possibilità di confronto può comunque venire espressa e l'indice può tenere conto globalmente del numero di variabili sulla base delle quali ciascun confronto è stato fatto. Ciò è possibile grazie all'uso di una variabile ausiliaria, detta delta di Kronecker ( $\delta_{ijk}$ ), che assume un valore unitario nel caso in cui i dati siano disponibili ed un valore nullo in caso contrario. Quando  $\delta_{ijk}$  vale zero significa che il valore di similarità  $s_{ijk}$  non è noto; convenzionalmente viene posto pari a zero.

Secondo la formulazione del coefficiente di Gower, la similarità  $c_{ij}$  e la dissimilarità  $d_{ij}$  fra gli oggetti  $i$  e  $j$  vengono definite nel modo seguente:

$$c_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^p s_{ijk}}{\sum_{k=1}^p \delta_{ijk}}; \quad d_{ij} = 1 - c_{ij}$$

dove:

per variabili *quantitative*: 
$$s_{ijk} = 1 - \frac{|x_{ik} - x_{jk}|}{(\text{range della variabile } k)}$$

per variabili *qualitative*:

$$s_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{se } i \text{ e } j \text{ concordano rispetto alla variabile } k \\ 0 & \text{negli altri casi} \end{cases}$$

per variabili *dicotomiche*:

		Valori della variabile $k$			
<i>Oggetti</i>	$i$	+	+	-	-
	$j$	+	-	+	-
	$s_{ijk}$	1	0	0	0
	$\delta_{ijk}$	1	1	1	0

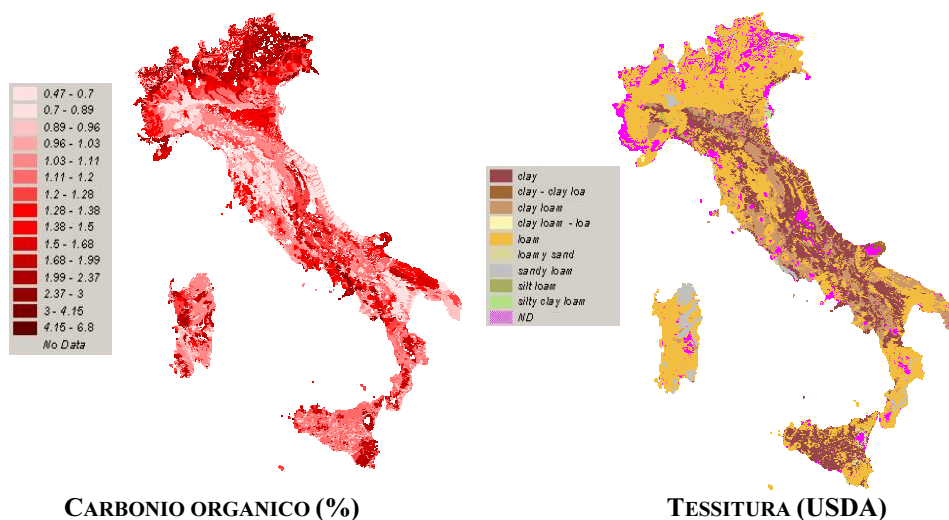
Il calcolo dell'indice di Gower è stato implementato in un foglio Excel<sup>®</sup> contenente un record per ogni cella di 5×5 km, composto da quattro campi contenenti il valore dei quattro attributi considerati dal gruppo europeo FOCUS: temperatura media annua (C°), pioggia media annua (mm), tessitura e contenuto in carbonio organico (%). Tutti i record sono così stati messi a confronto con tutti i 9 scenari, individuando il più simile per ciascuno in corrispondenza del massimo valore dell'indice di Gower.

## RISULTATI

### *Dati pedologici: tessitura e contenuto in carbonio organico (%)*

Ogni unità ecopedologica della carta dei suoli d'Italia (E.S.B. - JRC – ISPRA) è stata caratterizzata con la classe tessiturale più frequente fra quelle presenti sulla sua estensione; alla suddetta classe è stato associato il relativo valore medio di carbonio organico. Le risultanti mappe sono riportate in Figura 2.

**Figura 2**  
**Dati tessitura: carbonio organico e tessitura**



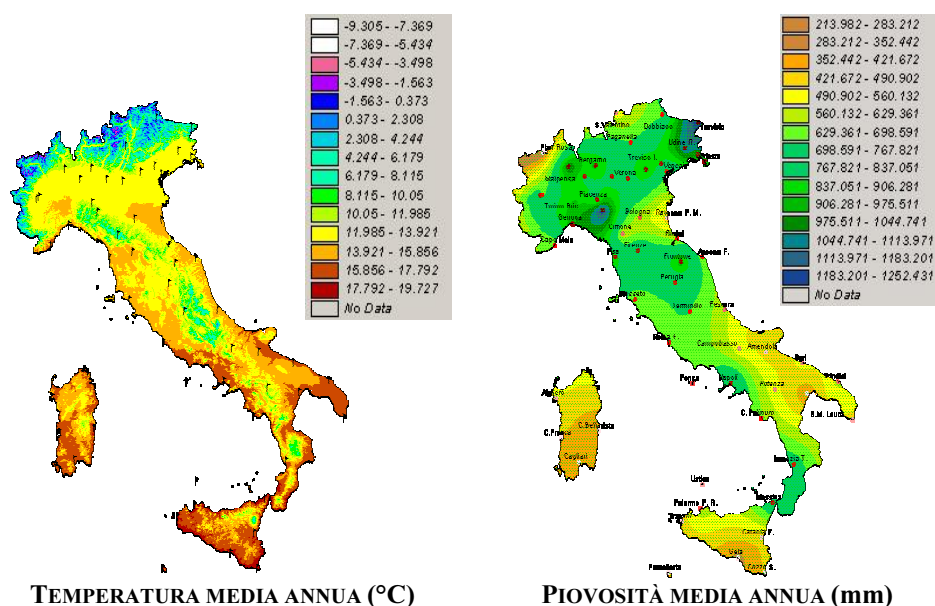
***Dati climatici: temperatura media annua (C°) e piovosità media annua (mm)***

La temperatura media annua si è mostrata fortemente correlata con tre fattori fisici del territorio: la quota sul livello del mare, la latitudine e la pendenza che sono state quindi utilizzate come variabili indipendenti per calcolare le temperature interpolate utilizzando un metodo di regressione lineare multivariata. Il risultato dell'applicazione del modello di regressione multipla a tutta la griglia "raster", è mostrato in Figura 3 con una risoluzione  $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$ .

Per quanto riguarda l'interpolazione spaziale dei dati di pioggia il modello lineare non ha rivelato un grado sufficiente di correlazione della piovosità con le variabili indipendenti legate ai fattori geomorfologici. Diversi autori (Tabios e Salas 1985, Creutin e Obled 1982) hanno confrontato diversi metodi per la stima della distribuzione spaziale ed interpolazione dei dati di pioggia annuale ed hanno concluso che le tecniche geostatistiche, incluso il *kriging* ordinario e il *kriging* universale, danno risultati migliori (in termini di errore stimato) rispetto ai metodi deterministici come la regressione lineare multipla. L'interpolazione statistica con la tecnica di *kriging* è stata realizzata per mezzo delle funzioni apposite implementate nell'estensione *Spatial Analyst* di *ArcView* tramite l'uso di *Avenue*, il linguaggio di programmazione interno ad *ArcView*. A seguito dello studio del variogramma si è scelto di procedere all'interpolazione dei dati utilizzando gli algoritmi di *kriging ordinario* con un modello Gaussiano.

L'andamento della pioggia estrapolata per tutto il territorio italiano è riportato in Figura 3.

**Figura 3**  
**Dati climatici: temperatura media annua e piovosità media annua**

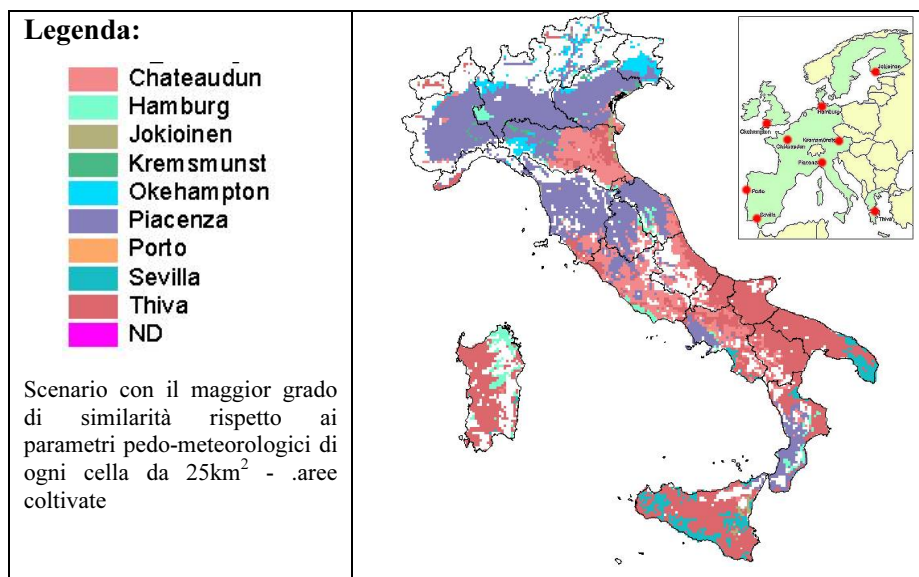


### *Similarità tra le celle della griglia nazionale e gli scenari Europei* **FOCUS**

La similarità è stata calcolata per ogni unità di analisi (cella), pertanto è distribuita sull'intero territorio nazionale. Per quanto concerne la valutazione degli scenari FOCUS, è rilevante solo il territorio coperto da aree coltivate. A tale scopo la mappa relativa agli scenari più simili secondo l'indice di Gower è stata intersecata con la mappa Corine relativa all'uso del suolo. Tramite l'intersezione tra la mappa poligonale (Corine) e la griglia di similarità sono state individuate tutte le celle comprendenti un coltivato superiore al 20% della loro area, scartando le rimanenti: in tal modo è stato considerato il 96,3% del territorio coltivato italiano

(Figura 4). Ogni cella della griglia rappresentata in questa mappa è associata allo scenario caratterizzato dal valore del coefficiente di similarità più elevato. Da questa prima analisi, tre scenari in particolare sembrano essere rappresentativi per l'Italia: Piacenza, Thiva e Châteaudun. Questi tre scenari coprono infatti quasi tutta l'area coltivata del territorio nazionale. Altre zone minori sono rappresentate dagli scenari di Jokioinen, Hamburg, Okehampton e Sevilla, mentre gli scenari di Kremsmünster e Porto sembrano poco indicativi per il territorio italiano.

**Figura 4**  
**Distribuzione degli scenari prevalenti derivata dalla**  
**similarità pedo-climatica: aree coltivate**



I valori di similarità massima, utilizzati per la mappa di Figura 4, sono stati suddivisi in classi. Analizzando in dettaglio il risultato di questa



suddivisione, gli scenari FOCUS sembrano rappresentativi dell'intero territorio Italiano, con un livello di similarità superiore al 60% (Tabella 3).

**Tabella 3**  
**Scenari FOCUS: distribuzione di frequenza del**  
**numero di celle per classi di similarità**

Scenari	% sul totale	Classe di similarità	
		0.6-0.8	0.8-1
Châteaudun	15.5%	91.4%	8.6%
Hamburg	3.3%	22.7%	77.3%
Jokioinen	1.0%	67.4%	31.4%
Kremsmünster	0.5%	18.8%	81.3%
Okehampton	3.4%	19.0%	81.0%
Piacenza	37.9%	23.0%	77.0%
Porto	0.1%	0.0%	83.3%
Sevilla	4.7%	96.0%	3.6%
Thiva	33.6%	38.1%	61.9%

Come mostrato in questa tabella, Piacenza Thiva e Châteaudun rappresentano rispettivamente il 37,9%, il 33,6 e il 15,5% del territorio coltivato; Hamburg, Jokioinen, Okehampton e Sevilla rappresentano rispettivamente il 3,36%, il 1,0%, 3,4 e il 4,7%, mentre nessuna delle aree simili a Kremsmünster o Porto supera il valore di 0,5%.

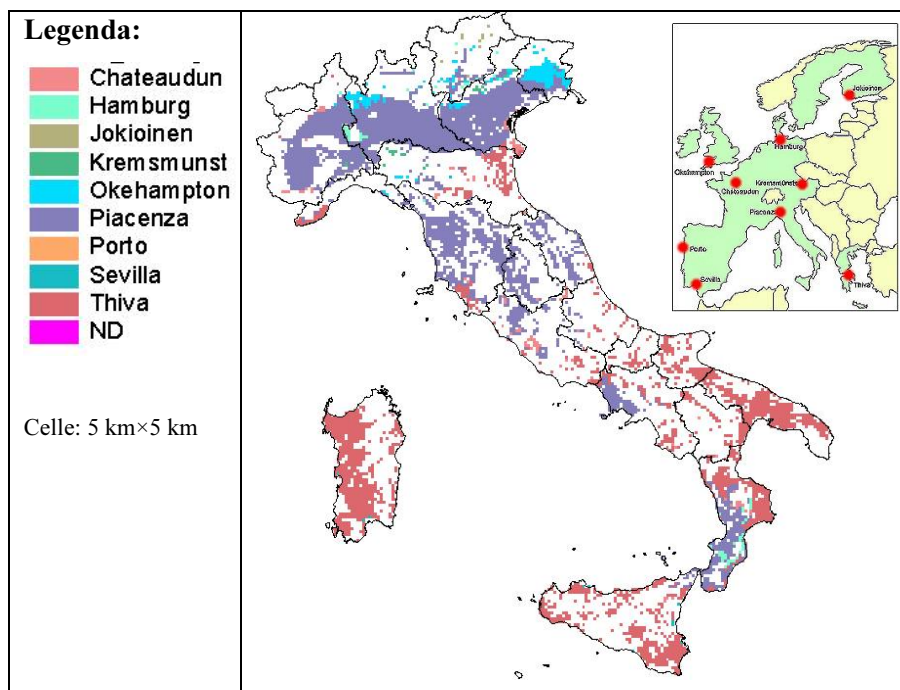
Analizzando in dettaglio, per singolo scenario FOCUS, la distribuzione in classi dei valori di similarità, si osserva che il maggior numero di valori ricade nelle classi 0,6-0,8 e 0,8-1,0.

Valutando singolarmente i tre scenari predominanti, Piacenza risulta lo scenario meglio rappresentato con circa 77% dei valori di similarità nella

classe 0.8-1 contro Thiva, caratterizzato dal 61,9% e Châteaudun con 8,6% dei valori nella suddetta classe.

La distribuzione dei valori di similarità è stata poi valutata rispetto ad un valore soglia pari a 0,9, una sorta di “*worst case*” realistico. In Figura 5 sono rappresentate le aree il cui valore di similarità supera tale soglia cioè tutte le zone che al 90% delle caratteristiche considerate coincidono con gli scenari FOCUS.

**Figura 5**  
**Distribuzione degli scenari prevalenti derivata dalle similarità pedo-climatiche ristrette a celle caratterizzate da un coefficiente di similarità di Gower superiore o uguale a 0.9**



Analizzando le celle che sono comprese in questa soglia (Tabella 4), si osserva che gli scenari prevalenti per l'Italia sono in realtà solo Piacenza e Thiva, presenti con un numero di celle pari al 28,5% e 20,1% del totale (53,6 %e 37,8% delle celle che soddisfano la soglia di 0,9).

Châteaudun, dopo l'applicazione della soglia di 0,9 diventa rappresentativo solo del 1,3% del territorio totale.

Circa il 47% dei valori di similarità massima risulta inferiore alla soglia di 0,9.

Sono state analizzate le celle con tale grado di similarità per verificarne le caratteristiche e quindi identificare eventuali situazioni di possibile “*worst case*” per la falda non coperte dalla descrizione FOCUS.

**Tabella 4**  
**Distribuzione di frequenza del numero di celle**  
**con massima similarità maggiore o uguale a 0,9**

<b>Scenari</b>	<b>% relativa a 0.9</b>	<b>% sul totale</b>
Châteaudun	2,4%	1,3%
Hamburg	1,3%	0,7%
Jokioinen	0,2%	0,1%
Kremsmünster	0,5%	0,3%
Okehampton	4,0%	2,1%
Piacenza	53,6%	28,5%
Porto	0,0%	0,0%
Sevilla	0,2%	0,1%
Thiva	37,8%	20,1%
<b>Totale</b>		<b>53,1%</b>

A tale scopo si è posta l'attenzione sulla classe tessiturale che caratterizza queste celle (Tabella 5): circa il 61% delle celle con similarità inferiore a

0.9 risultano caratterizzate da suoli argillosi (tessitura clay, clay-clay loam, clay loam), meno permeabili dei suoli considerati nei nove scenari FOCUS.

**Tabella 5**  
**Dati caratterizzati da valori di similarità inferiore a 0,9**  
**suddivisi per classe di tessitura**

<b>Massima similarità inferiore a 0,9</b>			
<b>Classe tessiturale</b>	<b>Dati</b>	<b>% relativa</b>	<b>% assoluta</b>
clay	1479	35,2%	16,5%
clay - clay loam	8	0,2%	0,1%
clay loam	1075	25,6%	12,0%
silty clay loam	2	0,05%	0,02%
silt loam	19	0,5%	0,2%
loam	1192	28,4%	13,3%
loamy sand	73	1,7%	0,8%
sandy loam	101	2,4%	1,1%
non definito	252	6,0%	2,8%
<b>Totale</b>	<b>4201</b>	<b>100%</b>	<b>46,9%</b>

Si potrebbe quindi ipotizzare, in prima analisi, che queste celle siano mediamente meno “a rischio” del corrispondente scenario FOCUS, indipendentemente dalla soglia considerata. Solo il 18% dei dati totali risulta non “coperto” dagli scenari FOCUS.

Per arrivare ad una definizione più corretta dell’effettiva vulnerabilità alla percolazione di antiparassitari di queste aree sarà comunque necessaria un’ulteriore analisi da effettuarsi con i dati di piovosità, temperatura e contenuto di carbonio organico.

Va sottolineato che i valori di similarità ottenuti in questa analisi sono fortemente determinati dal tipo e dalla qualità dei dati utilizzati nella

valutazione. Va ricordato però che, attualmente, non sono disponibili dati migliori a livello nazionale. La disponibilità di un *dataset* più accurato e completo potrebbe produrre risultati differenti. A livello regionale, considerando *set* di dati locali, potrebbero essere ottenuti confronti anche più accurati.

Gli scenari FOCUS sono caratterizzati anche da coltivazioni tipo. Per verificare la corrispondenza delle coltivazioni tipo con quelle italiane, sono stati analizzati i dati del censimento dell'agricoltura (ISTAT, 2000). In Tabella 6 sono riportate le principali coltivazioni Italiane, ordinate per estensione (ettari), con gli scenari FOCUS corrispondenti. Da questa tabella, quasi tutte le principali colture italiane sembrano essere comprese nella definizione degli scenari FOCUS. Due colture principali sono escluse: olivo e riso. Per quanto riguarda l'olivo, è necessaria un'analisi approfondita delle caratteristiche della pianta e delle modalità di coltivazione per verificare se altre colture arboree già presenti negli scenari FOCUS possano essere considerati assimilabili e quindi rappresentative per l'olivo. Per quanto riguarda il riso, deve essere sviluppato uno scenario *ad hoc*, date le peculiari pratiche agricole associate a questa coltura. Anche altre colture necessitano di un'ulteriore indagine come, ad esempio, la soia. Questa coltura è presente nel solo scenario di Piacenza mentre, dall'analisi dei dati del Censimento e della mappa di distribuzione degli scenari, la soia risulta presente anche in aree che sono meglio caratterizzate dallo scenario di Thiva.

**Tabella 6**  
**Principali colture in Italia e corrispondenti scenari FOCUS**

<b>Coltura principale</b>	<b>Totale (ha) in Italia</b>	<b>Scenari FOCUS che includono la coltura</b>
Frumento	2 232 988	Tutti (considerati come vernini)
Erbai (+erba medica)	1 319 325	Tutti
<b>Olivo</b>	<b>1 080 870</b> <b>(1 061 946 da olio, 18 924 da tavola)</b>	<b>Non considerato</b>
Granoturco	1 068 525	Tutti (escluso Jokioinen)
Vite	717 365	Tutti (esclusi Jokioinen e Kremsmünster)
Soia	226 710	Piacenza
Barbabietola da zucchero	224 333	Tutti
<b>Riso</b>	<b>213 886</b>	<b>Non considerato</b>
Girasole	210 999	Piacenza, Se villa
Altre ortive in campo	175 842	Da considerarsi caso per caso, secondo il tipo di coltivazione: (ad es.: carote, cavoli, fagioli, ecc.)
Agrumi	132 475	Piacenza, Porto, Sevilla, Thiva
Pomodoro	80 543	Piacenza, Porto, Sevilla, Thiva, Châteaudun
Melo	64 394	Tutti
Patata	39 112	Tutti
Tabacco	35 399	Piacenza, Thiva
Colza e ravizzone	30 317	Tutti (esclusi Sevilla, Thiva)

Alcune colture, come i legumi secchi, non sono comprese nella descrizione FOCUS dello scenario di Piacenza. Dato che questa coltura in Italia ha un'estensione di 23 067 ha, risulta necessario valutare più accuratamente la rilevanza dei legumi secchi per lo scenario di Piacenza.

L'associazione di colture/scenari richiede quindi un ulteriore lavoro per meglio comprendere quali siano realmente le colture rilevanti in Italia rispetto al possibile rischio di percolazione di antiparassitari in falda. A tale scopo dovranno essere considerati l'estensione, le pratiche agricole, i trattamenti con antiparassitari e le caratteristiche fenologiche della coltura in esame.

#### **SCENARI “SURFACE WATER”**

I dieci scenari europei FOCUS per la valutazione di drenaggio e ruscellamento, identificati dall'esame delle combinazioni di caratteristiche di suolo, clima e pendenze dell'Unione Europea, hanno le caratteristiche riportate in Tabella 7.

La caratterizzazione pedo-climatica degli scenari europei è stata realizzata, anche per il caso delle *surface water*, sulla base di temperatura media annua (°C) e piovosità media annua (mm). A questi dati si aggiungono, la pendenza (%) e il tipo di idrografia superficiale.

Anche l'individuazione degli scenari FOCUS<sub>sw</sub> da adattare alla situazione italiana ha quindi richiesto un'iniziale indagine sull'esistenza degli stessi tipi di dati, al fine di poter caratterizzare tutto il territorio nazionale con le medesime grandezze utilizzate a livello europeo.

**Tabella 7**  
**Caratteristiche agro-ambientali degli scenari *surface water***

Nome	T media annua (°C)	Piovosità annua (mm)	Tessitura	Materia organica (%)	Pendenza (%)	Corpo idrico
D1	6.1	556	Silty clay	2.0	0 – 0.5	Ditch, stream
D2	9.7	642	Clay	3.3	0.5 – 2	Ditch, stream
D3	9.9	747	Sand	2.3	0 – 0.5	Ditch
D4	8.2	659	Loam	1.4	0.5 – 2	Pond, Stream
D5	11.8	651	Loam	2.1	2 – 4	Pond, strema
D6	16.7	683	Clay loam	1.2	0 – 0.5	Ditch
R1	10.0	744	Silt loam	1.2	3	Pond, strema
R2	14.8	1402	Sandy loam	4	20*	Strema
R3	13.6	682	Clay loam	1	10*	Strema
R4	14.0	756	Sandy clay loam	0.6	5	Strema

## MATERIALI E METODI

### *Dati*

Per quanto riguarda la costruzione del database relativo ai dati di suolo, pendenza e di clima, sono stati considerati gli stessi *set* di dati utilizzati per la valutazione degli scenari *groundwater*.

Gli ulteriori dati necessari alla valutazione degli scenari *surface water* sono riportati in Tabella 8.



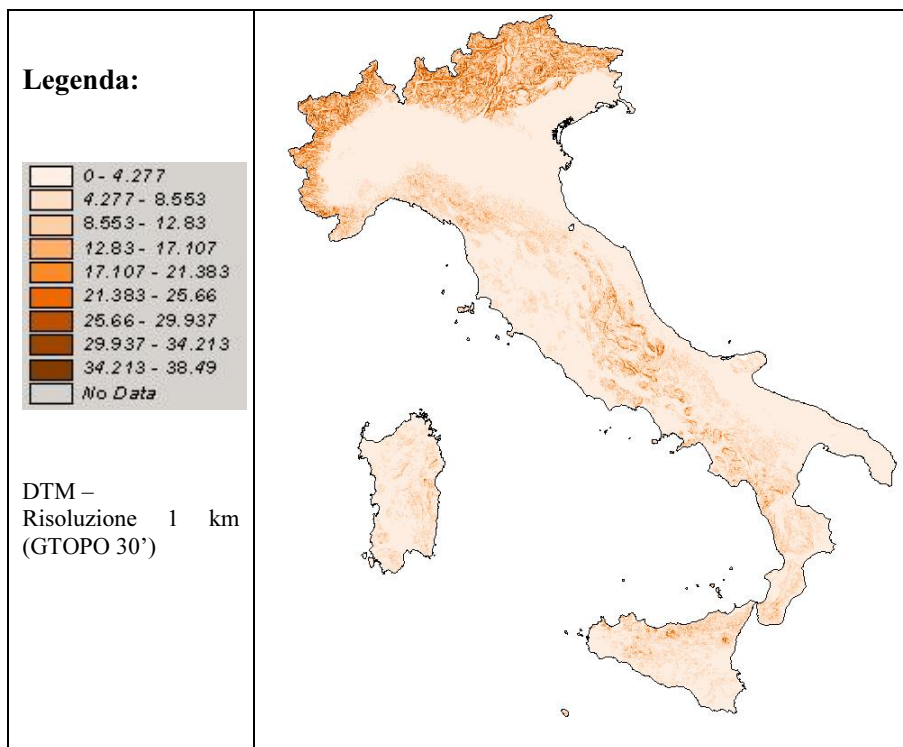
**Tabella 8**  
**Caratteristiche dei dati utilizzati per l'identificazione di scenari**  
**FOCUS *surface water* rappresentativi per l'Italia**

<b>Tipo di dati</b>	<b>Ente fornitore</b>
Reticolo Idrografico	Servizio cartografico Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio
GTOPO30 - Banca dati mondiale del modello digitale del terreno su tutta la Terra (estrazione aree Europee)	Land Processes – Distributed Active Archive Center (NASA – USGS)
Dati sulle colture agricole	ISTAT, censimento 2000 dati su base comunale

### ***Metodi***

Il database geografico di riferimento per la valutazione degli scenari *surface water* è stato preparato sulla base dei dati riportati in temperatura media annua (°C), piovosità annua (mm), tessitura, materia organica (%), pendenza (%), e tipologia di corpo idrico. Per le prime quattro variabili si è fatto riferimento al database allestito per la valutazione degli scenari *groundwater* (Figura 2 e Figura 3); la pendenza è stata ottenuta sotto forma di mappa “*raster*”, elaborando un modello digitale del terreno (DEM) avente una risoluzione di 1 km ed estratto dalla base di dati GTOPO30 [GTOPO30, 1996] che copre l'intera superficie terrestre (Figura 6)

**Figura 6**  
**Pendenza (%)**



Per quando riguarda l'identificazione dei corpi idrici, il rapporto del FOCUS *surface water group* propone tre diverse categorie di corpi idrici:

- *pond* (statico o a movimento lento),
- *ditch* (movimento relativamente lento)
- *stream* - primo ordine (movimento veloce).

In base ai dati a disposizione (elencati di seguito) e in base ai dati reperibili in modo diverso, si pensa di procedere utilizzando il reticolo idrografico in formato digitale fornito dal Ministero dell'Ambiente, unitamente ad alcuni

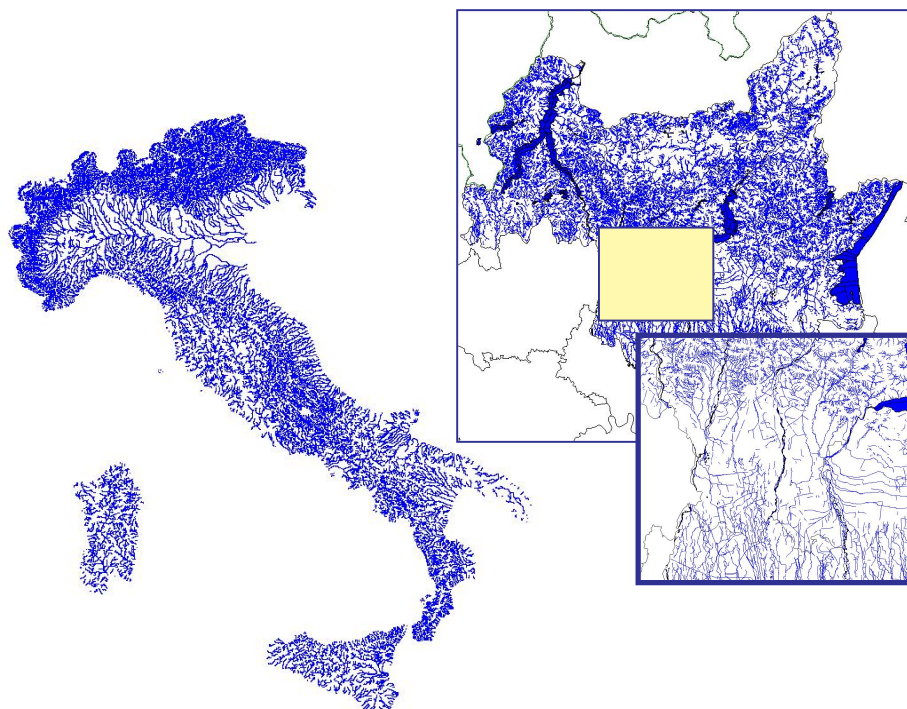
dati (non scaricabili) visionabili presso il sito stesso del Servizio Cartografico del Ministero:

- Ortofoto a colori
- Atlanti IGM 1:25.000
- Atlante De Agostini

I dati digitali del reticolo idrografico (Figura 7) verranno analizzati utilizzando innanzitutto il modello del terreno da cui vengono ricavate le pendenze e facendo considerazioni sia sull'associazione corso idrico-pendenza sia sull'associazione corso-idrico morfologia dell'area circostante. Questa informazione, unitamente all'osservazione di ortofoto a colori e di atlanti IGM dovrebbe permettere di caratterizzare i corsi idrici su scala di semi-dettaglio, grazie all'interpretazione dell'utente e al giudizio di esperti.

Il confronto tra i dati pedo-climatici italiani e gli scenari europei verrà effettuato tramite un'analisi multivariata di similarità analogamente a quanto effettuato per gli scenari *groundwater*. I risultati saranno rappresentati sotto forma di mappe del grado di copertura del territorio nazionale relativamente a ciascuno dei dieci scenari FOCUS *surface water* europei.

**Figura 7**  
**Reticolo IDROGRAFICO nazionale estratto da quello europeo –**  
**scala 1:250.000 (GISCO) e dettagli dal Reticolo Idrografico nazionale**  
**(Servizio Cartografico –**  
**Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio)**



## CONCLUSIONI

Nel presente lavoro è stato valutato quanto gli scenari FOCUS *groundwater* e *surface water* siano rappresentativi per la registrazione Italiana. Per quanto riguarda gli scenari *groundwater*, i risultati preliminari di questo lavoro indicano Piacenza e Thiva come scenari principali di riferimento mentre Châteaudun, Okehampton e Hamburg sembrerebbero scenari

minori. Non è stata riscontrata similarità con Sevilla, Kremsmünster, Jokioinen e Porto.

Due coltivazioni principali risultano escluse: l'olivo ed il riso. Per quanto riguarda l'olivo, è necessaria un'analisi approfondita delle caratteristiche della pianta e delle modalità di coltivazione per verificare se altre colture arboree già presenti negli scenari FOCUS possano essere considerate rappresentative per l'olivo. Per quanto riguarda il riso, deve essere sviluppato uno scenario *ad hoc*, date le peculiari pratiche agricole associate a questa coltura.

Altre colture necessitano di ulteriori indagini: l'associazione di colture/scenari richiede la valutazione dell'estensione, delle pratiche agricole, dei trattamenti con antiparassitari e delle caratteristiche fenologiche della coltura in esame.

Per quanto riguarda gli scenari *surface water*, finora è stato impostato il database contenente i dati necessari al confronto territorio italiano/scenari FOCUS. È stata impostata l'identificazione dei corpi idrici utilizzando il reticolo idrografico fornito dal Ministero dell'Ambiente unitamente ad alcuni dati (non scaricabili) visionabili presso il sito stesso del Servizio Cartografico del Ministero.

Il confronto tra i dati pedo-climatici italiani e gli scenari europei verrà effettuato tramite un'analisi multivariata di similarità analogamente a quanto effettuato per gli scenari *groundwater*. I risultati saranno rappresentati sotto forma di mappe del grado di copertura del territorio nazionale relativamente a ciascuno dei dieci scenari FOCUS *surface water* europei.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Creutin J.D. and Obled C., 1982. Objective analysis and mapping techniques for rainfall fields: an objective comparison. *Water Resources Res.*, 18, 413-431.

FOCUS (2000) "FOCUS groundwater scenarios in the EU review of active substances" Report of the FOCUS Groundwater Scenarios Workgroup, EC Document Reference Sanco/321/2000 rev.2.

FOCUS (2001). "FOCUS Surface Water Scenarios in the EU Evaluation Process under 91/414/EEC". Report of the FOCUS Working Group on Surface Water Scenarios, EC Document Reference SANCO/4802/2001-rev.1.

Gower, J.C., 1971. A general coefficient of similarity and some of its properties. *Biometrics*, 27, 857-872.

ISTAT, 2000. Italian agricultural Census. <http://www.census.istat.it>.

Tabios G.Q. and Salas J.D., 1985. A comparative analysis of techniques for spatial interpolation of precipitation. *Water Resources Bull.* 21(3), 365-380.

*Indirizzare eventuale corrispondenza a:*

Giovanna Azimonti

Centro Internazionale per gli Antiparassitari e la Prevenzione Sanitaria  
(U.O. I.C.P.S.)

Azienda Ospedaliera L. Sacco – Polo Universitario

Via Magenta 25, 20020 Busto Garolfo (MI)

Giovanna.Azimonti@icps.it