



HAL
open science

La valutazione delle funzioni agro-ambientali: un approccio agronomico-territoriale

Elisa Marraccini

► **To cite this version:**

Elisa Marraccini. La valutazione delle funzioni agro-ambientali: un approccio agronomico-territoriale. Agronomy. AgroParisTech, 2010. Italian. NNT: . pastel-00589832

HAL Id: pastel-00589832

<https://pastel.hal.science/pastel-00589832>

Submitted on 2 May 2011

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Scuola Superiore Sant'Anna

TESI DI PERFEZIONAMENTO
in Agricoltura, Alimentazione, Ambiente

Classe di Scienze Agrarie

Presentata da

Elisa Marraccini

Il 10 dicembre 2010

**La valutazione delle funzioni agro-ambientali:
un approccio agronomico-territoriale**

Tutore: **Prof. Enrico BONARI**
Tutrice : **Prof. Sylvie LARDON**

Commissione

Prof. Stefano BOCCHI, Di.Pro.Ve, Università di Milano (Italia)
Prof. Enrico BONARI, Land Lab, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa (Italia)
Prof.ssa Sylvie LARDON, UMR Métafort, INRA et AgroParisTech (France)
Prof. Philippe MARTIN, UMR SAD-APT, AgroParisTech (France)
Prof.ssa Teresa PINTO-CORREIA, ICAM, Universidade de Evora (Portugal)
Dott.ssa Mariassunta GALLI, Land Lab, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa (Italia)
Dott.ssa Hélène RAPEY, UMR Métafort, Cemagref, Clermont-Ferrand (France)

Indice

INDICE	2
INDICE DELLE FIGURE	5
INDICE DELLE TABELLE	9
RINGRAZIAMENTI	13
PREMESSA	14
INTRODUZIONE	15
PRIMA PARTE - STATO DELL'ARTE	21
1 LA VALUTAZIONE DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI	22
1.1 RILEVANZA DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI NELLA GESTIONE TERRITORIALE.....	22
1.2 DIVERSI MODI DI ESPRIMERE E VALUTARE LE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALE	24
2 IL CONTRIBUTO DELL'AGRONOMIA ALLA DEFINIZIONE E ALLA VALUTAZIONE DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI	34
2.1 LE ATTIVITÀ AGRICOLE COME CATEGORIE ANALITICHE IN AGRONOMIA.....	34
2.2 APPROCCI AGRONOMICI PER DESCRIVERE E VALUTARE LE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI	38
SECONDA PARTE - METODOLOGIA	46
3 - L'IMPOSTAZIONE DELLA RICERCA	47
3.1 L'OBIETTIVO E LE IPOTESI DI RICERCA	47
3.2 LE DOMANDE DI RICERCA.....	50
4 - METODOLOGIA GENERALE DELLA RICERCA E CASI STUDIO	55
4.1 – APPROCCIO GLOBALE	55
4.2 LA METODOLOGIA PER FASI.....	60
4.3 I CASI DI STUDIO: DUE REGIONI AGRICOLE EUROPEE.....	67
4.4 L'ACQUISIZIONE DEI DATI SUI CASI STUDIO	70
SINTESI	76
TERZA PARTE - RISULTATI	77
5 - IDENTIFICAZIONE DI AREE OMOGENEE PER LE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI	78
INTRODUZIONE.....	78
5.1 MATERIALI E METODI.....	80
5.2. RISULTATI.....	89

SINTESI	121
6 – IDENTIFICAZIONE DI AREE OMOGENEE PER IL SODDISFACIMENTO POTENZIALE DI FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI	123
INTRODUZIONE.....	123
6.1. MATERIALI E METODI.....	126
6.2. RISULTATI.....	136
SINTESI	154
7 – IDENTIFICAZIONE DI AREE OMOGENEE PER IL SODDISFACIMENTO EFFETTIVO DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI E DELLE CONFIGURAZIONI SPAZIALI SIGNIFICATIVE DI TALE SODDISFACIMENTO	156
INTRODUZIONE.....	156
7.1. ADATTAMENTO DEL METODO AI CASI DI STUDIO.....	159
7.2. RISULTATI.....	176
SINTESI	215
QUARTA PARTE – DISCUSSIONE E CONCLUSIONI.....	218
DISCUSSIONE	219
DISCUSSIONE DEI RISULTATI: LA VALUTAZIONE DEL SODDISFACIMENTO DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI	219
DISCUSSIONE DELLA METODOLOGIA DI RICERCA	244
PROSPETTIVE DI RICERCA.....	248
CONCLUSIONI.....	251
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	255
ALLEGATO 1 - QUESTIONARIO DI INTERVISTA NELLE AZIENDE AGRICOLE DI CINIGIANO ..	276
ALLEGATO 2 - QUESTIONARIO DI INTERVISTA NELLE AZIENDE AGRICOLE DI CONDAT EN COMBRAILLES.....	278
ALLEGATO 3 - METODO DI CALCOLO DELLA DI DIVERSITÀ DI USO DEL SUOLO	282
ALLEGATO 4 - DESCRIZIONE DELLE AZIENDE AGRICOLE INTERVISTATE A CINIGIANO.....	283
ALLEGATO 5 - ITINERARI TECNICI DELLE AZIENDE AGRICOLE INTERVISTATE A CINIGIANO	286
ALLEGATO 6 - METODO DI CALCOLO DEL BILANCIO DELL'AZOTO NELLE AZIENDE AGRICOLE INTERVISTATE A CINIGIANO.....	288
ALLEGATO 7 - PRINCIPALI RISULTATI DEL BILANCIO DELL'AZOTO NELLE AZIENDE AGRICOLE A CINIGIANO (ROTAZIONE COLTURALE).....	289

ALLEGATO 8 - PRINCIPALI RISULTATI DEL BILANCIO DELL'AZOTO NELLE AZIENDE AGRICOLE A CINIGIANO (LEGNOSE AGRARIE)	290
ALLEGATO 9 - METODO DI CALCOLO DEL BILANCIO DELLA SOSTANZA ORGANICA NELLE AZIENDE AGRICOLE INTERVISTATE A CINIGIANO.....	291
ALLEGATO 10 - PRINCIPALI RISULTATI DEL BILANCIO DELLA SOSTANZA ORGANICA NELLE AZIENDE AGRICOLE A CINIGIANO (ROTAZIONE COLTURALE).....	293
ALLEGATO 11 - PRINCIPALI RISULTATI DEL BILANCIO DELLA SOSTANZA ORGANICA NELLE AZIENDE AGRICOLE A CINIGIANO (LEGNOSE AGRARIE)	294
ALLEGATO 12 - DESCRIZIONE DELLE AZIENDE AGRICOLE INTERVISTATE A CONDAT-EN-COMBRAILLES.....	295
ALLEGATO 13 - METODO DI CALCOLO DEL BILANCIO DELL'AZOTO NELLE AZIENDE AGRICOLE INTERVISTATE A CONDAT-EN-COMBRAILLES.....	301
ALLEGATO 14 - PRINCIPALI RISULTATI DEL BILANCIO DELL'AZOTO NELLE AZIENDE AGRICOLE A CONDAT-EN-COMBRAILLES (ROTAZIONE)	302
ALLEGATO 15 - PRINCIPALI RISULTATI DEL BILANCIO DELL'AZOTO NELLE AZIENDE AGRICOLE A CONDAT-EN-COMBRAILLES (PRATO PERMANENTE)	304
ALLEGATO 16 – PRESENTAZIONE DELLA RICERCA	305
ALLEGATO 17 – LISTA DELLE PUBBLICAZIONI DI ELISA MARRACCINI	332
ALLEGATO 18 – CURRICULUM VITAE	336

Indice delle figure

FIGURA 1: ESEMPLIFICAZIONE DEL CONTRIBUTO DELL'ECOLOGIA DEL PAESAGGIO AL PLANNING.	23
FIGURA 2: IL CONTRIBUTO DELLA RICERCA ALLA DEFINIZIONE DEGLI OBIETTIVI DI INTERVENTO IN CAMPO AGRO AMBIENTALE: IL CASO DELLA QUALITÀ DELL'ACQUA.	24
FIGURA 3: ANALISI BIBLIOMETRICA RELATIVA ALL'USO E ALLA VALUTAZIONE DEL TERMINE FUNZIONE.....	26
FIGURA 4: QUADRO TEORICO DELLE FUNZIONI E DEI SERVIZI ECOSISTEMICI SECONDO DE GROOT (2006).	28
FIGURA 5: ANALISI BIBLIOMETRICA RELATIVA ALL'UTILIZZO DELLA NOZIONE DI FUNZIONE E DELL'AMBITO DISCIPLINARE DI RIFERIMENTO.	29
FIGURA 6: SINTESI DEI DIVERSI LIVELLI ANALITICI E CONCETTUALI SVILUPPATI E UTILIZZATI IN AGRONOMIA.	35
FIGURA 7: RISULTATI DELL'ANALISI BIBLIOMETRICA SULL'ASSOCIAZIONE DEL TERMINE TERRITORIO CON DIVERSE DISCIPLINE SCIENTIFICHE.	40
FIGURA 8: I RISULTATI DELL'ANALISI BIBLIOMETRICA IN ALTO: ASSOCIAZIONE DEL TERMINE TERRITORIO AI DIVERSI SISTEMI. IN BASSO: ASSOCIAZIONE DEL TERMINE TERRITORIO AD ALTRE NOZIONI LEGATE ALLA GESTIONE.	42
FIGURA 9: QUADRO ANALITICO DELL'AGRONOMIA TERRITORIALE TRASFERIBILI ALLO STUDIO DELLE FUNZIONI AGRO- AMBIENTALI.	44
FIGURA 10: ESEMPIO DI LETTURA SPAZIALE DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI DI UN TERRITORIO AGRICOLO.....	49
FIGURA 11: ILLUSTRAZIONE DELLA METODOLOGIA GLOBALE APPLICATA NELLA RICERCA.....	58
FIGURA 12: LOCALIZZAZIONE DELLE DUE AREE DI STUDIO: IL DÉPARTEMENT DEL PUY-DE-DÔME IN FRANCIA (A SINISTRA) E LA PROVINCIA DI GROSSETO IN ITALIA (DESTRA).....	67
FIGURA 13: ESEMPIO DI PRODOTTO OTTENUTO DALL'INTERVISTA IN AZIENDA: CARTA DEGLI APPEZZAMENTI E DEGLI USI DEL SUOLO; FOTO DELL'AZIENDA E DEL SUO INTORNO DA PUNTI PANORAMICI, ESTRATTO DI ELABORAZIONE DELLE OPERAZIONI COLTURALI.	73
FIGURA 14: POSIZIONAMENTO DELL'ANALISI NELL'AMBITO DELLA STRUTTURA GENERALE DELLA RICERCA.....	78
FIGURA 15: ILLUSTRAZIONE DELLE DUE AREE DI STUDIO CONSIDERATE.....	79
FIGURA 16: STRUTTURA DELLA PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE TERRITORIALE RIFERITA ALLA REGIONE TOSCANA E RELATIVA ALL'ANNO 2007.....	81
FIGURA 17: LOCALIZZAZIONE DELLE ASPETTATIVE AMBIENTALI IN PROVINCIA DI GROSSETO A PARTIRE DAGLI ELEMENTI FORNITI NEL PRAA 2004-2006 E NEL PLSR 2000-2006..	93
FIGURA 18: RISULTATI DELL'ULTIMA ANALISI IN COMPONENTI PRINCIPALI DOPO UNA SEQUENZA ITERATIVA DI CINQUE.....	102
FIGURA 19: RISULTATI DELLA CLUSTER ANALYSIS APPLICATA AI COMUNI DELLA PROVINCIA DI GROSSETO CON 13 DESCRITTORI DI SISTEMI AGRICOLI.	104
FIGURA 20: MAPPATURA DEI PRINCIPALI SISTEMI AGRICOLI DELLA PROVINCIA DI GROSSETO A PARTIRE DA DATI DEL CENSIMENTO DELL'AGRICOLTURA 2000. SULLO SFONDO E VISIBILE LA MORFOLOGIA.	106
FIGURA 21: MAPPATURA DELLE DIVERSE COMBINAZIONI DI FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI IN PROVINCIA DI GROSSETO. AD OGNI AREA DI COLORE DIVERSO CORRISPONDE UNA DIVERSA COMBINAZIONE DI ASPETTATIVE AMBIENTALI (FIGURA 4) E DI SISTEMI AGRICOLI (FIGURA 7).....	109
FIGURA 22: LOCALIZZAZIONE DELLE ASPETTATIVE AMBIENTALI NEL DÉPARTEMENT DU PUY-DE-DOME A PARTIRE DAGLI ELEMENTI FORNITI NEL PER 2000-2006 E NEL PDRN 2000-2006.....	113

FIGURA 23: RISULTATI DELLA CLUSTER ANALYSIS APPLICATA AI CANTONI DEL DÉPARTEMENT DU PUY-DE-DOME CON 10 DESCRITTORI DI SISTEMI AGRICOLI.	118
FIGURA 24: MAPPATURA DEI PRINCIPALI SISTEMI AGRICOLI DEL DÉPARTEMENT DU PUY-DE-DOME A PARTIRE DA DATI DEL CENSIMENTO DELL'AGRICOLTURA FRANCESE DEL 2000. SULLO SFONDO E VISIBILE LA MORFOLOGIA.	118
FIGURA 25: POSIZIONAMENTO DELL'ANALISI NELL'AMBITO DELLA STRUTTURA GENERALE DELLA RICERCA.	123
FIGURA 26: ILLUSTRAZIONE DELLE DUE AREE DI STUDIO CONSIDERATE. A SINISTRA, LES COMBRAILLES (FRANCIA); A DESTRA LA COLLINA INTERNA GROSSETANA (ITALIA).	125
FIGURA 27: CONDIZIONI DI SODDISFACIMENTO POTENZIALE DELLA FUNZIONE "PROTEZIONE DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE SUPERFICIALI DAI NITRATI" NEL FRAMEWORK DELL'AGRONOMIA TERRITORIALE PER I CASI DI STUDIO	127
FIGURA 28: PRINCIPALI CONDIZIONI DI SODDISFACIMENTO POTENZIALE DELLA FUNZIONI "PROTEZIONE DELLA FERTILITÀ DEL SUOLO DALL'EROSIONE" SECONDO IL FRAMEWORK DELL'AGRONOMIA TERRITORIALE PER IL CASO DI STUDIO ITALIANO.	128
FIGURA 29: PRINCIPALI CONDIZIONI DI SODDISFACIMENTO DELLA FUNZIONI "PROTEZIONE DALLA RINATURALIZZAZIONE" SECONDO IL FRAMEWORK DELL'AGRONOMIA TERRITORIALE PER IL CASO DI STUDIO FRANCESE.	129
FIGURA 30: PRINCIPALI CONDIZIONI DI SODDISFACIMENTO POTENZIALE DELLA FUNZIONE "CONSERVAZIONE DELLA DIVERSITÀ DEL PAESAGGIO" SECONDO IL FRAMEWORK DELL'AGRONOMIA TERRITORIALE PER I CASI DI STUDIO FRANCESE ED ITALIANO.	129
FIGURA 31: PRINCIPALI CONDIZIONI DI SODDISFACIMENTO POTENZIALE DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI, DESCRITTORI IDENTIFICATI E FONTI DI DATI PER L'AREA DELLA COLLINA INTERNA GROSSETANA.	130
FIGURA 32: DISTRIBUZIONE DEI DESCRITTORI DI SODDISFACIMENTO POTENZIALE DELLE TRE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI DELLA COLLINA INTERNA GROSSETANA.	137
FIGURA 33: RISULTATI DELLA CLUSTER ANALYSIS APPLICATA AI PIXEL DI 250 HA DELLA COLLINA INTERNA GROSSETANA CON 6 DESCRITTORI DI SODDISFACIMENTO POTENZIALE DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI... ..	138
FIGURA 34: VALORI MEDI E DEVIATIONE STANDARD PER CLASSE DI COMBINAZIONE DI DESCRITTORI DI SODDISFACIMENTO POTENZIALE DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI NELLA COLLINA INTERNA GROSSETANA.	139
FIGURA 35: DISTRIBUZIONE SPAZIALE DELLE QUATTRO COMBINAZIONI DI DESCRITTORI DI SODDISFACIMENTO DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI DELLE COLLINA INTERNA GROSSETANA.	140
FIGURA 36: TIPOLOGIE DI SODDISFACIMENTO POTENZIALE DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI NELLA COLLINA INTERNA GROSSETANA.	144
FIGURA 37: DISTRIBUZIONE DEI DESCRITTORI DI SODDISFACIMENTO POTENZIALE DELLE TRE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI DELLE COMBRAILLES.	149
FIGURA 38: TIPOLOGIE DI SODDISFACIMENTO POTENZIALE DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI NELLE COMBRAILLES.	152
FIGURA 39: POSIZIONAMENTO DELL'ANALISI NELL'AMBITO DELLA STRUTTURA GENERALE DELLA RICERCA.	156
FIGURA 40: AREA DI STUDIO SELEZIONATA NEL TERRITORIO DI CINIGIANO.	158
FIGURA 41: PRINCIPALI CONDIZIONI DI SODDISFACIMENTO DELLA FUNZIONE "PROTEZIONE DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE SUPERFICIALI DAI NITRATI" SECONDO IL FRAMEWORK DELL'AGRONOMIA TERRITORIALE.	160

FIGURA 42: PRINCIPALI CONDIZIONI DI SODDISFACIMENTO DELLA FUNZIONI “CONSERVAZIONE DEL SUOLO” SECONDO IL FRAMEWORK DELL’ AGRONOMIA TERRITORIALE.	161
FIGURA 43: PRINCIPALI CONDIZIONI DI SODDISFACIMENTO DELLA FUNZIONI “RINATURALIZZAZIONE DELLE AREE AGRICOLE” SECONDO IL FRAMEWORK DELL’ AGRONOMIA TERRITORIALE.	162
FIGURA 44: PRINCIPALI CONDIZIONI DI SODDISFACIMENTO DELLA FUNZIONI “PRESERVAZIONE DELLA DIVERSITÀ DEL PAESAGGIO” SECONDO IL FRAMEWORK DELL’ AGRONOMIA TERRITORIALE.....	162
FIGURA 45 : ESEMPIO DI CONDIZIONI DI SODDISFACIMENTO DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI E LORO DESCRITTORI PER L’ AREA DI CINIGIANO.	163
FIGURA 46: LOCALIZZAZIONE DELLE AZIENDE INTERVISTATE A CINIGIANO (UN COLORE CORRISPONDE AD UN’ AZIENDA).....	166
FIGURA 47: DESCRITTORI DI CONDIZIONI BIO-FISICHE PER IL SODDISFACIMENTO DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI PER LE AZIENDE INTERVISTATE A CINIGIANO, RIFERITI A CIASCUN APPEZZAMENTO.....	178
FIGURA 48: DESCRITTORI DI GESTIONE AGRONOMICA PER IL SODDISFACIMENTO DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI PER LE AZIENDE INTERVISTATE A CINIGIANO, RIFERITI A CIASCUN APPEZZAMENTO.....	179
FIGURA 49: RISULTATI DELLA CLUSTER ANALYSIS GERARCHICA SULL’ INSIEME DI 13 DESCRITTORI DI SODDISFACIMENTO DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI (CF. TABELLA 1) A CINIGIANO.	179
FIGURA 50: DISTRIBUZIONE DELLE COMBINAZIONI DI DIVERSE CONDIZIONI DI SODDISFACIMENTO DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI CONSIDERATE NELLE AZIENDE INTERVISTATE A CINIGIANO, SULLA BASE DEI RISULTATI IN TABELLA 7.	183
FIGURA 51: STIMA DEL SODDISFACIMENTO DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI NELLE AZIENDE CONSIDERATE A CINIGIANO.....	185
FIGURA 52: SUPERFICI MEDIE DEGLI USI DEL SUOLO IN UNA PORZIONE DEL TERRITORIO DI CINIGIANO.	189
FIGURA 53: TIPOLOGIA DI CONFIGURAZIONI SPAZIALI IDENTIFICATE SU UNA PORZIONE DEL TERRITORIO DI CINIGIANO.	192
FIGURA 54: LOCALIZZAZIONE DELLE QUATTRO CONFIGURAZIONI SPAZIALI IDENTIFICATE IN UNA PORZIONE DEL TERRITORIO DI CINIGIANO.....	195
FIGURA 55: LOCALIZZAZIONE DELLE SOVRAPPOSIZIONI TRA CONFIGURAZIONI SPAZIALI NEL TERRITORIO DI CINIGIANO	196
FIGURA 56: DISTRIBUZIONE DELLE COMBINAZIONI DI DIVERSE CONDIZIONI DI SODDISFACIMENTO DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI CONSIDERATE NELLE AZIENDE INTERVISTATE A CONDAT-EN-COMBRILLES.	207
FIGURA 57: PRINCIPALI CONFIGURAZIONI SPAZIALI DELL’ USO DEL SUOLO IDENTIFICATE A CONDAT-EN-COMBRILLES.	210
FIGURA 58: MAPPATURA DELLE CINQUE CONFIGURAZIONI SPAZIALI DELL’ USO DEL SUOLO IDENTIFICATE A CONDAT-EN-COMBRILLES.	212
FIGURA 59: DISTRIBUZIONE DELLE FUNZIONI POTENZIALMENTE SODDISFATTE NELLE COMBRILLES (SERVIZI AGRO-AMBIENTALI).....	221
FIGURA 60: DISTRIBUZIONE DEI SERVIZI AGRO-AMBIENTALI: A SINISTRA, CINIGIANO (COLLINA INTERNA GROSSETANA); DESTRA, CONDAT-EN-COMBRILLES (COMBRILLES).....	227
FIGURA 61: LA COMPLESSITÀ DEL SISTEMA DI USO AGRICOLO DEL SUOLO (E LE FUNZIONI CONNESSE) NELLE AREE DELL’ ITALIA CENTRALE DOVE È STATA PRESENTE LA MEZZADRIA.....	233

FIGURA 62: DIVERSITÀ DEGLI USI DEL SUOLO IN RELAZIONE ALLE DUE CLASSI DI SODDISFACIMENTO POTENZIALE LEGATE ALLE AREE PIÙ AGRICOLE DELLE COMBRAILLES E POSSIBILITÀ DI MIGLIORAMENTO DEL GRADO DI SODDISFACIMENTO DELLE FUNZIONI PAESAGGISTICHE RISPETTO ALL' ATTUALE.	239
FIGURA 63: DEFINIZIONE DELLE RELAZIONI STUDIATE TRA PRATICHE E SISTEMI AGRICOLI, PROCESSI AGRO-AMBIENTALI E CONFIGURAZIONI DELL'USO DEL SUOLO PER LE TRE SCALE DI QUESTO LAVORO.	244
FIGURA 64 : A SINISTRA, LOCALIZZAZIONE DELLE AZIENDE INTERVISTATE NEL COMUNE DI CONDAT EN COMBRAILLES	295

Indice delle Tabelle

TABELLA 1: ELEMENTI DISTINTIVI DEI TRE PRINCIPALI APPROCCI ALLA MULTIFUNZIONALITÀ DELL'AGRICOLTURA ..	25
TABELLA 2: ALCUNE DEFINIZIONI DI FUNZIONE AGRO-AMBIENTALE IDENTIFICATE IN BIBLIOGRAFIA.....	27
TABELLA 3: ESEMPI DI PUBBLICAZIONI RECENTI RELATIVE ALLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI: DEFINIZIONI, TIPOLOGIA DI FUNZIONI CONSIDERATE E LORO CARATTERISTICHE, SCALA SPAZIALE DI APPLICAZIONE.	32
TABELLA 4: APPORTI AGRONOMICI ALLO STUDIO DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI	38
TABELLA 5: DESCRIZIONE SINTETICA DI ALCUNI ARTICOLI SELEZIONATI DALLA RICERCA BIBLIOGRAFICA.	43
TABELLA 6: PRINCIPALI CARATTERISTICHE GEOGRAFICHE E AGRICOLE DELLE DUE AREE DI STUDIO.	68
TABELLA 7: PRINCIPALI BANCHE DATI DISPONIBILI NELLE DUE AREE DI STUDIO.....	70
TABELLA 8: SCALE SPAZIALI, CONCETTI MOBILIZZATI E METODI SVILUPPATI NELLA TERZA PARTE.....	76
TABELLA 9: CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEI DOCUMENTI DI PROGRAMMAZIONE E PIANIFICAZIONE DI INTERESSE AGRO-AMBIENTALE SELEZIONATI PER LA PROVINCIA DI GROSSETO.....	82
TABELLA 10: ESEMPIO DI ANALISI DEL CONTENUTO DEI DOCUMENTI ANALIZZATI RIGUARDANTE IL PAESAGGIO A PARTIRE DALLE RISORSE NATURALI TRATTATE ALL'INTERNO DEI PIANI E PROGRAMMI AGRO-AMBIENTALI. ...	83
TABELLA 11: ANALISI DELLE PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEI DOCUMENTI DI PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE AGRICOLA E AMBIENTALE SELEZIONATI PER LA PROVINCIA DI GROSSETO.....	89
TABELLA 12: LE ASPETTATIVE AMBIENTALI IDENTIFICATE TRAMITE <i>CONTENT ANALYSIS</i> DEL PRAA 2004-2006 E DEL PLSR 2000-2006 DELLA PROVINCIA DI GROSSETO.	90
TABELLA 13: RISORSE AMBIENTALI, OBIETTIVI AMBIENTALI E LORO LOCALIZZAZIONE PER LA PROVINCIA DI GROSSETO A PARTIRE DAL PRAA 2004-2006 E DAL PLSR 2000-2006.	91
TABELLA 14: PRINCIPALI OBIETTIVI AMBIENTALI E LORO LOCALIZZAZIONE RILEVATI NELLA PROVINCIA DI GROSSETO NEL PRAA 2004-2006 E NEL PLSR 2000-2006.	92
TABELLA 15: ASPETTATIVE AMBIENTALI E RELAZIONI CON LE ATTIVITÀ AGRICOLE ALL'INTERNO DEL PRAA 2004- 2006 E DEL PLSR 2000-2006 (PROVINCIA DI GROSSETO).	95
TABELLA 16: DESCRITTORI IDENTIFICATI PER LO STUDIO DELL'ORGANIZZAZIONE DELLE ATTIVITÀ AGRICOLE IN PROVINCIA DI GROSSETO. TRA PARENTESI SONO INDICATI I COEFFICIENTI DI VARIAZIONE DI CIASCUN DESCRITTORE.	97
TABELLA 17: DESCRITTORI ESCLUSI DALL'ANALISI DELL'ORGANIZZAZIONE DELLE ATTIVITÀ AGRICOLE IN PROVINCIA DI GROSSETO IN BASA AL VALORE DEL COEFFICIENTE DI VARIAZIONE (INFERIORE AL PRIMO QUARTILE).....	99
TABELLA 18: MATRICE DI CORRELAZIONE DI PEARSON DEI DESCRITTORI SELEZIONATI PER L'ANALISI DELL'ORGANIZZAZIONE DELLE ATTIVITÀ AGRICOLE IN PROVINCIA DI GROSSETO.	101
TABELLA 19: RISULTATI DELL'ANALISI IN COMPONENTI PRINCIPALI: CORRELAZIONI TRA I DESCRITTORI E LE COMPONENTI.	103
TABELLA 20: PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEI SISTEMI AGRICOLI IDENTIFICATI IN PROVINCIA DI GROSSETO: NUMERO DI COMUNI INTERESSATI, NUMERO DI UNITÀ SPAZIALI OMOGENEE DI CUI SONO COSTITUITI E LORO SUPERFICI	107
TABELLA 21: AREE OMOGENEE PER LE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI IN PROVINCIA DI GROSSETO E PRINCIPALI CARATTERISTICHE.	110
TABELLA 22: LE ASPETTATIVE AMBIENTALI IDENTIFICATE TRAMITE <i>CONTENT ANALYSIS</i> DEL PER 2000-2006 E DEL PDRN 2000-2006 DEL DÉPARTEMENT DU PUY-DE-DOME.	112

TABELLA 23: PRINCIPALI ASPETTATIVE AMBIENTALI E RELAZIONI CON LE ATTIVITÀ AGRICOLE ALL'INTERNO DEL PER 2000-2006 E DEL PDRN 2000-2006 DEL DÉPARTEMENT DU PUY-DE-DÔME.....	115
TABELLA 24: RISULTATI DELL'ANALISI IN COMPONENTI PRINCIPALI: CORRELAZIONI TRA I DESCRITTORI E LE COMPONENTI CALCOLATI PER CIASCUN CANTONE.....	117
TABELLA 25: AREE OMOGENEE PER LE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI NEL DÉPARTEMENT DU PUY-DE-DOME E PRINCIPALI CARATTERISTICHE.....	119
TABELLA 26: PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEI DUE CASI DI STUDIO, COMBRAILLES (FRANCIA) E COLLINA INTERNA GROSSETANA (ITALIA).....	126
TABELLA 27: DESCRITTORI DELLE CONDIZIONI DI SODDISFACIMENTO POTENZIALE DELLE FUNZIONI AGRO- AMBIENTALI NELLA COLLINA INTERNA GROSSETANA E CONTRIBUTO PIÙ O MENO FAVOREVOLE AL SODDISFACIMENTO DELLE FUNZIONI DA UN VALORE CRESCENTE DEL DESCRITTORE.	131
TABELLA 28: ILLUSTRAZIONE DELLE COMBINAZIONI POSSIBILI DEL PUNTEGGIO OTTENIBILE DA CIASCUN DESCRITTORE.	133
TABELLA 29: RIASSUNTO DEI PRINCIPALI DATI STATISTICI RIGUARDANTI I DESCRITTORI DI SODDISFACIMENTO POTENZIALE DELLE CONDIZIONI AGRO-AMBIENTALI NELLA COLLINA INTERNA GROSSETANA.	136
TABELLA 30: MATRICE DELLE CORRELAZIONI DEI RESIDUI RISULTANTE DALLA MANOVA.....	140
TABELLA 31: PERCENTUALE DELLA SUPERFICIE COMUNALE INTERESSATA DA CIASCUNA COMBINAZIONE DI DESCRITTORI NELL'AREA DELLA COLLINA INTERNA GROSSETANA.....	141
TABELLA 32: POSIZIONE DEI VALORI MEDI DI CIASCUN DESCRITTORE ALL'INTERNO DELLA DISTRIBUZIONE DEI VALORI DEL DESCRITTORE NELL'AREA DI STUDIO.	142
TABELLA 33: ILLUSTRAZIONE DEL CALCOLO DEI PUNTEGGI DI CIASCUNA COMBINAZIONE DI DESCRITTORI CONTRIBUENTI AL SODDISFACIMENTO POTENZIALE DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI.....	143
TABELLA 34: DESCRITTORI DELLE CONDIZIONI DI SODDISFACIMENTO POTENZIALE DELLE FUNZIONI AGRO- AMBIENTALI NELLE COMBRAILLES	148
TABELLA 35: COMBINAZIONI DI DESCRITTORI DI SODDISFACIMENTO POTENZIALE DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI OTTENUTA TRAMITE LA CLUSTER ANALYSIS E POSIZIONE DEI VALORI MEDI DI CIASCUN DESCRITTORE NELL'AREA DI STUDIO DELLE COMBRAILLES.....	150
TABELLA 36: ILLUSTRAZIONE DEL CALCOLO DEI PUNTEGGI DI CIASCUNA COMBINAZIONE DI DESCRITTORI CONTRIBUENTI AL SODDISFACIMENTO POTENZIALE DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI.....	151
TABELLA 37: DESCRITTORI DI SODDISFACIMENTO EFFETTIVO DELLE TRE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI CONSIDERATE NEL CASO DI STUDIO GROSSETANO.	164
TABELLA 38: CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELLE AZIENDE AGRICOLE INTERVISTATE A CINIGIANO	167
TABELLA 39: METODO DI CALCOLO DEI DESCRITTORI NELLE AZIENDE INTERVISTATE.....	168
TABELLA 40: CRITERIO DI ASSEGNAZIONE DEI PUNTEGGI AI DESCRITTORI DI SODDISFACIMENTO DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI.	170
TABELLA 41: PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEI DESCRITTORI UTILIZZATI PER STIMARE IL SODDISFACIMENTO DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI NEL TERRITORIO DI CINIGIANO.	177
TABELLA 42: MEDIE DEI DESCRITTORI DI SODDISFACIMENTO DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI PER LE CLASSI IDENTIFICATE	182
TABELLA 43: SOMMA LINEARE DEL CONTRIBUTO DI CIASCUN DESCRITTORE ALLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI CONSIDERATE	186

TABELLA 44: DIFFERENZE TRA CLASSI DI SODDISFACIMENTO DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI E ALCUNE CARATTERISTICHE DELLE SUPERFICI INTERVISTATE A CINIGIANO.	187
TABELLA 45: CONSISTENZA DEGLI USI DEL SUOLO E DI ALTRI ELEMENTI SPAZIALI IN UNA PORZIONE DEL TERRITORIO DI CINIGIANO.	188
TABELLA 46: TEST DELLE PRINCIPALI CARATTERISTICHE DISTINTIVE DELLE CONFIGURAZIONI SPAZIALI DELL'USO DEL SUOLO IDENTIFICATE IN UNA PORZIONE DEL TERRITORIO DI CINIGIANO.	193
TABELLA 47: AREE DI SOVRAPPOSIZIONE TRA DIVERSE CONFIGURAZIONI SPAZIALI DELL'USO DEL SUOLO IN UNA PORZIONE DEL TERRITORIO DI CINIGIANO.	196
TABELLA 48: ILLUSTRAZIONE DELLE AREE INTERVISTATE INTERESSATE E DELLE LORO CARATTERISTICHE DALLE CONFIGURAZIONI SPAZIALI DELL'USO DEL SUOLO IDENTIFICATE E DALLE LORO SOVRAPPOSIZIONI.	197
TABELLA 49 : PERCENTUALE DELLA SUPERFICIE DI CIASCUN TIPO DI SODDISFACIMENTO DELLE FUNZIONI COPERTA DALLE DIVERSE CONFIGURAZIONI SPAZIALI DELL'USO DEL SUOLO A CINIGIANO.	198
TABELLA 50: SIGNIFICATIVITÀ (PEARSON'S CHI-SQUARED TEST) DELLE RELAZIONI TRA DIVERSE CONFIGURAZIONI SPAZIALI DELL'USO DEL SUOLO E LE TIPOLOGIE DI SODDISFACIMENTO DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI A CINIGIANO.	198
TABELLA 51: ILLUSTRAZIONE DELL'ABILITÀ PREDITTIVA DI UN MODELLO MULTINOMIALE CHE DESCRIVE LA PROBABILITÀ DI OTTENERE UNA CLASSE DI CONDIZIONI DI SODDISFACIMENTO DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI SULLA BASE DELLE CONFIGURAZIONI SPAZIALI DELL'USO DEL SUOLO IDENTIFICATE NEL TERRITORIO DI CINIGIANO.	199
TABELLA 52: ILLUSTRAZIONE DELL'ABILITÀ PREDITTIVA DI UN MODELLO MULTINOMIALE CHE DESCRIVE LA PROBABILITÀ DI OTTENERE UNA TIPOLOGIA DI SODDISFACIMENTO DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI SULLA BASE DELLE CONFIGURAZIONI SPAZIALI DELL'USO DEL SUOLO IDENTIFICATE A CINIGIANO.	199
TABELLA 53: ILLUSTRAZIONE DELL'ABILITÀ PREDITTIVA DI UN MODELLO MULTINOMIALE CHE DESCRIVE LA PROBABILITÀ DI OTTENERE UNA CLASSE DI SODDISFACIMENTO DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI SULLA BASE DELLE CONFIGURAZIONI SPAZIALI DELL'USO DEL SUOLO, DEI BILANCI DI AZOTO E DI SOSTANZA ORGANICA E DELLA LUNGHEZZA DELLE ROTAZIONI NELLE AZIENDE AGRICOLE (NBALANCE, CBALANCE, CROPNUM) A CINIGIANO.	200
TABELLA 54: ILLUSTRAZIONE DELL'ABILITÀ PREDITTIVA DI UN MODELLO MULTINOMIALE CHE DESCRIVE LA PROBABILITÀ DI OTTENERE UNA CLASSE DI SODDISFACIMENTO DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI SULLA BASE DELLE CONFIGURAZIONI SPAZIALI DELL'USO DEL SUOLO, DELL'IDENTIFICATIVO DELL'AZIENDA AGRICOLA E DELLA FORMA DI GESTIONE DEGLI APPEZZAMENTI (ID_AZIENDA, FG) IDENTIFICATE A CINIGIANO.	201
TABELLA 55: MEDIE DEI DESCRITTORI DI SODDISFACIMENTO DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI PER LE CLASSI IDENTIFICATE	205
TABELLA 56: CONSISTENZA DEGLI USI DEL SUOLO E DI ALTRI ELEMENTI SPAZIALI IN UNA PORZIONE DEL TERRITORIO DI CONDAT-EN-COMBRILLES.	209
TABELLA 57: DESCRITTORI DEL SODDISFACIMENTO POTENZIALE DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI, INTERAZIONI TRA LE FUNZIONI E CONTRIBUTO AL GRADO DI MULTIFUNZIONALITÀ DEL TERRITORIO.	223
TABELLA 58: CONTRIBUTO (PIÙ FAVOREVOLE, VERDE; PIÙ SFAVOREVOLE, ROSSO; DELLO STESSO TIPO, GRIGIO) DEI DESCRITTORI RILEVANTI PER I SERVIZI AGRO-AMBIENTALI NEI DUE CASI DI STUDIO.	226
TABELLA 59: CONFRONTO TRA IL SODDISFACIMENTO DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI AL LIVELLO DELLA SCALA INTERMEDIA E DI QUELLA INTERAZIENDALE PER I DUE CASI DI STUDIO.	228

TABELLA 60: CONFRONTO DELLE INFORMAZIONI FORNITE DA DIVERSI PREDITTORI DEL SODDISFACIMENTO DELLE FUNZIONI AGRO-AMBIENTALI NELLE DUE AREE DI STUDIO.....	231
TABELLA 61: COMPARAZIONE DELLA CARTOGRAFIA PRODOTTA PER LA COLLINA INTERNA GROSSETANA E ALTRE CARTE PRESENTI IN LETTERATURA O UTILIZZATE NELLA GESTIONE DEL TERRITORIO.....	236
TABELLA 62: INFORMAZIONI RIGUARDANTI LE RESE E LA FERTILIZZAZIONE DEI CEREALI AUTUNNO-VERNINI A CINIGIANO.	286
TABELLA 63: INFORMAZIONI RIGUARDANTI LE RESE E LA FERTILIZZAZIONE DELLE FORAGGERE AVVICENDATE CINIGIANO.	287
TABELLA 64: CARATTERISTICHE DELLE AZIENDE AGRICOLE INTERVISTATE A CONDAT EN COMBRAILLES (FRANCIA)..	296
TABELLA 65: ILLUSTRAZIONE DI ALCUNE CARATTERISTICHE SPAZIALI DEL TERRITORIO DELLE AZIENDE AGRICOLE INTERVISTATE.	298
TABELLA 66: ILLUSTRAZIONE DI ALCUNE CARATTERISTICHE DEL SISTEMA FORAGGERO DELLE AZIENDE INTERVISTATE A CONDAT-EN-COMBRAILLES.	299
TABELLA 67: ILLUSTRAZIONE DI ALCUNE CARATTERISTICHE DELLE SUPERFICI A CEREALI DELLE AZIENDE INTERVISTATE A CONDAT EN COMBRAILLES.	300

Ringraziamenti

Questo progetto di tesi è il risultato di un percorso di ricerca che ha visto il coinvolgimento di numerose persone. Tale aspetto assume un valore aggiuntivo tenendo conto della volontà di costruire, attraverso una prima esperienza di tutela di dottorato, anche un percorso di collaborazione scientifica e formativa tra il Land Lab e l'UMR Métafort.

Ringrazio Sylvie Lardon che, andando oltre ai suoi doveri di tutrice, mi è stata vicina con grande continuità e mi ha incoraggiato nei momenti di difficoltà dedicandosi con entusiasmo al mio lavoro.

Ringrazio Enrico Bonari per aver creduto fin dall'inizio alle opportunità di crescita scientifica e personale che nel tempo mi si sono manifestate attraverso faticose ma proficue iniziative di scambio e cooperazione.

Ringrazio Hélène Rapey per avermi richiamato costantemente al rigore scientifico e metodologico, anche sull'appropriatezza dell'utilizzo della lingua francese nella produzione di ricerca.

Ringrazio Mariassunta Galli per avermi richiamato a essere pragmatica quando gli stimoli della ricerca rischiavano di distogliermi dagli obiettivi primari e ad avere fiducia quando mi scontravo con le inevitabili difficoltà di un'attività di tesi.

Ringrazio tutti i partecipanti al comité de pilotage.

Ringrazio Davide Rizzo con cui ho condiviso un lungo e piacevole periodo del mio Perfezionamento, accompagnato da tante discussioni su cosa fosse l'agronomia territoriale.

Ringrazio tutti i miei colleghi e amici del Land Lab e dell'UMR Métafort con cui ho condiviso caffè, chiacchierate e pranzi a mensa. In particolare Marta Debolini, Guidi Werther, Camilla Moonen, Claudia Di Bene, Chiara Carbonaro, Paolo Barberi, Ambrogio Costanzo, Tiziana Sabbatini, Paolo Frumento (il cui apporto statistico è stato fondamentale per l'avanzamento di questo lavoro), Claire Planchat, Salma Loudiyi, Virginia Lejeune, la famiglia Fromageot al completo.

Infine, ringrazio tutta la mia famiglia (Paolo, Viviana, Emilia, Irene, Marco, Ermanno) a cui è dedicato questo lavoro.

Premessa

Il presente lavoro di tesi è il risultato di una ricerca di tre anni realizzata e co-finanziata da due gruppi di ricerca: Land Lab della Scuola Superiore Sant'Anna a Pisa (Italia) e *Exploitations et Espaces Agricoles (Cemagref)* dell'UMR Métafort a Clermont-Ferrand (Francia). Con riferimento ai due istituti i Tutori sono stati Enrico BONARI (Land Lab, Scuola Superiore Sant'Anna) e Sylvie LARDON (INRA & AgroParisTech, UMR Métafort), supportati da Mariassunta GALLI (Land Lab, Scuola Superiore Sant'Anna) e Hélène RAPEY (Cemagref, UMR Métafort). La collaborazione    stata formalizzata attraverso una convenzione di co-tutela tra la Scuola Superiore Sant'Anna e la Scuola di Dottorato ABIES di Parigi.

La ricerca ha inoltre beneficiato del supporto scientifico di un gruppo di coordinamento italo-francese (*comit   de pilotage*) composto da: Marc BENOÎT (INRA-SAD ASTER, Mirecourt), Paolo BARBERI (Land Lab, Scuola Superiore Sant'Anna - Pisa), Patrick CARON (CIRAD-Environnement et Societ  s), Gisella CORTESI (Dipartimento di Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente, Universit   di Pisa), Camilla MOONEN (Land Lab, Scuola Superiore Sant'Anna), Nicola SILVESTRI (Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agro - ecosistema, Universit   di Pisa), Claudine THENAIL (INRA-SAD Paysage, Rennes).

In linea a quanto concordato nella convenzione di co-tutela la tesi    stata redatta in italiano con l'inserimento di riassunti estesi in francese al termine delle sezioni in cui    stata organizzata la stesura. Allo stesso modo, le didascalie di figure e tabelle sono presenti in entrambe le lingue.

Introduzione

All'inizio degli anni '70 si sono palesate alcune criticità ambientali da cui è derivata una crescente attenzione verso lo stato dell'ambiente, legata in particolar modo alla perdita di biodiversità e al degrado di risorse naturali come l'acqua e il suolo. Tali preoccupazioni, inizialmente emerse nell'ambito di ristretti movimenti ambientalisti, in breve si sono estese a tutta la società, chiamando in causa anche l'attività agricola. Molteplici gli impatti ad essa attribuiti di cui ne citiamo alcuni a titolo esemplificativo: i fenomeni di erosione per la mancanza di copertura vegetale in particolari fasi colturali e per la riduzione della sostanza organica nei suoli a causa dell'eccessivo sfruttamento, la lisciviazione dei nutrienti per fertilizzazioni eccessive o perché eseguite con modalità inadeguate, la perdita degli assetti paesaggistici tradizionali e la semplificazione dei sistemi produttivi anche con perdita di biodiversità. A partire soprattutto dagli anni '90 l'introduzione di modelli produttivi più sostenibili (es. agricoltura biologica, lavorazioni minime, ecc.) e gli effetti indotti dalla dismissione dell'attività agricola nelle aree meno competitive (es. abbandono delle sistemazioni idraulico agrarie in sistemi montani e collinari, perdita di cultivar locali) ha indotto a riconsiderare il ruolo dell'agricoltura per il territorio e l'ambiente. Tale dinamica è ben evidenziata dal riconoscimento, da parte anche degli organismi internazionali (FAO, 1999; OECD, 2001b) e comunitari (Unione Europea, 1998 e 2006), dell'insieme delle funzioni svolte dall'agricoltura e conseguentemente dei beni e i servizi ambientali, sociali ed economici che vengono da essa forniti congiuntamente alle produzioni agricole (co-produzione). Nello specifico delle funzioni ambientali segue a titolo esemplificativo un elenco parziale che evidenzia potenziali interazioni positive tra attività agricole e gestione delle risorse naturali (FAO, 2007):

- sequestro del carbonio nei suoli
- sequestro del carbonio nelle specie vegetali perenni
- riduzione delle emissioni di anidride carbonica
- controllo della quantità delle acque
- mantenimento della qualità dell'acqua
- controllo dell'erosione e del deposito di suolo
- regolazione della salinizzazione delle falde
- ricarico degli acquiferi
- controllo delle inondazioni

- protezione degli habitat per le specie di fauna selvatica
- mantenimento della connettività per le specie ad alta mobilità
- protezione delle specie naturali
- protezione delle zone umide.

Negli ultimi anni il paradigma della multifunzionalità si è diffuso a livello nazionale e regionale anche grazie alle politiche di sviluppo rurale che richiamano il ruolo dell'agricoltura multifunzionale nell'enunciazione dei propri obiettivi. Inoltre, l'erogazione di servizi di interesse pubblico è stata ulteriormente messa in evidenza dalla possibilità di stabilire accordi contrattuali tra l'impresa agricola ed enti territoriali (es. Province, Comuni, Parchi) o enti gestori (es. Consorzi di Bonifica, Autorità di Bacino) come previsto, ad esempio, dalle leggi di orientamento in agricoltura francese e italiana ¹.

L'applicazione della multifunzionalità nella programmazione a sostegno delle attività agricole e nella pianificazione dei territori ha generato nuove esigenze quali ad esempio: a) la definizione di strumenti politici di intervento per favorire le aziende agricole che siano più rispettose dell'ambiente; b) le valutazioni ambientali *ex ante* e *ex post* alla messa a punto degli strumenti di programmazione e pianificazione territoriale; c) l'elaborazione di scenari alternativi per valutare gli effetti sull'agricoltura e sull'ambiente attraverso differenti misure settoriali.

Allo stesso modo nella gestione delle relazioni tra agricoltura e ambiente stanno emergendo alcuni strumenti e indirizzi di governo del territorio.

A livello comunitario è stato sviluppato il modello DPISR – *Driving forces, Pressures, States, Impacts, Responses* (EEA, 1995; EEA, 2005) a cui attualmente si riferiscono tutti i Paesi europei per trattare le questioni ambientali legate alle attività antropiche, tra cui l'agricoltura,. Si tratta di un modello concettuale causale teso a descrivere l'interazione fra i fattori determinanti generati dalla società sull'ambiente attraverso l'uso di indicatori (EEA, 2004a). Nonostante la semplicità e l'adattabilità di tali indicatori, caratteristiche che sono richieste da questo tipo di strumenti, alcune indicazioni di opportunità vengono sempre più spesso sottolineate (ad esempio, Pinto-Correia et al., 2006; Giupponi e Carpani, 2006): in primo luogo che in agricoltura l'utilizzo degli indicatori dovrebbe rispettare l'eterogeneità a livello locale (es. le differenti condizioni pedoclimatiche), in caso contrario è evidente il rischio di omologazione ed eccessiva

¹ Ricordiamo, ad esempio, le leggi di orientamento all'agricoltura di Italia (2001) e Francia (1999 e 2006) che esplicitamente riconoscono le molteplici funzioni dell'agricoltura prevedendo nuove forme contrattuali tra gli agricoltori e le amministrazioni locali.

semplificazione dei processi agro-ambientali; in secondo luogo che il set di indicatori sia costantemente aggiornato con quelli prodotti e testati come più attendibili nel fornire informazioni ambientali precise; infine che tali indicatori non siano misurati al di sopra del livello NUTS 3 (Provincia) per garantire una lettura su territori sufficientemente omogenei, anche se si tratta di un ambito amministrativo che ha delle dimensioni molto variabili in Europa (es. in Germania il livello NUTS 3 ha dimensioni molto ridotte rispetto ad Italia e Francia).

Inoltre emerge un orientamento che tende a zonizzare il territorio sulla base della vulnerabilità ambientale prevedendo regolamenti specifici per le attività agricole nelle aree più critiche o sensibili, come nel caso delle zone vulnerabili ai nitrati di origine agricola (Commissione Europea, 1991), delle aree Natura 2000 (Consiglio d'Europa, 1992) o delle aree agricole ad alto valore naturalistico - *High Nature Value Farmland* - ancora in fase di definizione e di studio (EEA, 2004b; Pointereau et al., 2007; Paracchini et al., 2008; Borlizzi et al., 2009), sebbene indirettamente già richiamate nella Direttiva Habitat.

Infine, è sempre più condivisa la volontà di coinvolgere i diversi attori che in forma diversificata contribuiscono alla gestione dei territori agricoli, quindi riconosciuti come potenziali beneficiari/destinatari delle politiche agro ambientali. Questa linea di intervento risulta molto impegnativa, soprattutto se sono previsti incentivi finanziari, ma è anche quella che sta producendo maggiori effetti positivi (Roggero et al., 2006; Prager and Nagel, 2008).

Per quanto concerne la Politica Agricola Comune, sia nel riesame delle misure di programmazione 2007-2013 e di conseguente finale rimodulazione (*Health Check*), sia nelle preliminari indicazioni relative alla programmazione post-2013 emergono tre tendenze: una significativa diminuzione del budget complessivo per l'agricoltura, da cui la necessaria razionalizzazione delle misure di intervento; una maggiore "territorializzazione" degli interventi (EEA, 2010), che solo in parte è già stata applicata nella programmazione 2007-2013; l'obbligo dell'ottenimento dei risultati, ovvero un'erogazione del finanziamento non più basata soltanto sull'impegno ad adottare determinate pratiche agricole, ma anche sulla comprovata efficacia delle medesime. Naturalmente questo tipo di cambiamento non è semplice da attuare perché a) la messa a punto di pratiche agricole rispettose dell'ambiente non ha un effetto immediato sui processi e sulle funzioni ambientali e variano con le caratteristiche del contesto in cui sono applicate ; b) possono prodursi effetti diversificati e inattesi sui processi agro-

ambientali a seconda delle pratiche implementate; c) la frammentazione delle aziende agricole può portare a un effetto di « diluizione » di tali pratiche agricole se non direzionate nelle aree dove agiscono i processi ambientali; d) esiste una importante variabilità di tipologie di agricoltori (professionali, part-time, hobbistici), anche in termini di obiettivi di produzione diversi e di conseguenti effetti ambientali.

Per tutte queste ragioni viene richiesto, con sempre maggiore frequenza, l'intervento della comunità scientifica per supportare le amministrazioni locali nell'applicazione delle politiche agro-ambientali, con strumenti di diagnosi territoriale, di pianificazione, monitoraggio e valutazione. Nell'ambito delle discipline agronomiche si è risposto con la produzione di strumenti diagnostici e di valutazione principalmente applicati alla scala di campo e di azienda agricola (ad esempio, il metodo IDEA). Meno frequente la produzione di strumenti a scala territoriale, che peraltro è quella più interessante da un punto di vista ambientale e che risulta un campo aperto per il quale si sono avuti da poco tempo contributi importanti da parte di alcuni grandi progetti europei, e.g. SEAMLESS, Mea-SCOPE, SENSOR. A questo proposito è opportuno rilevare che il sistema territoriale in cui si realizza l'esercizio dell'agricoltura e il sistema territoriale in cui si realizza il processo ambientale non sempre coincidono nelle politiche territoriali (Reenberg e Baudry, 1999), nonostante l'evidente opportunità a considerare le problematiche agro-ambientali anche in funzione dei contesti territoriali a cui è riferibile la loro interazione, quindi dove è più opportuno intervenire. Un notevole contributo in questa direzione è rappresentato dal crescente interesse verso la dimensione spaziale dei processi agro-ambientali. A questo proposito alcuni autori hanno proposto nuovi approcci disciplinari. E' il caso ad esempio della geo-agronomia che si è sviluppata prevalentemente in Francia (Deffontaines, 1998a; Benoît et al., 2006) e dell'agronomia territoriale che invece ha avuto un respiro più internazionale (Cavazza, 1996; Bonari e Rosso, 2002; Sebillotte, 2002; Caron, 2005). Tali approcci sembrano più efficaci per affrontare le sfide del futuro riguardanti la gestione dei territorio e delle risorse naturali (Liu e Taylor, 2004): multifunzionalità, multiscalarità, multidisciplinarietà e partecipazione.

Nel presente lavoro di tesi è proposta una metodologia che intende valutare come le relazioni funzionali tra attività agricole e processi ambientali soddisfino obiettivi di pianificazione e programmazione territoriale.

La tesi è strutturata in quattro parti

- 1 - nella prima parte (stato dell'arte) sono richiamati alcuni aspetti teorici sulla valutazione delle funzioni agro-ambientali, evidenziando i principali limiti delle ricerche in campo agronomico e come questi possano essere superati adottando un approccio agronomico-territoriale;
- 2 - nella seconda parte (ipotesi, obiettivi di ricerca e metodologia) sono esplicitate in un primo momento le ipotesi e gli obiettivi di ricerca derivando dal precedente stato dell'arte l'assetto definitivo entro cui il progetto di testo si è sviluppato, in un secondo momento sono descritte le scelte metodologiche che hanno guidato il lavoro di ricerca e la conseguente applicazione a due casi di studio;
- 3 - nella terza parte (risultati) sono presentati i principali risultati della ricerca organizzati a seconda delle scale spaziali trattate.
- 4 - Infine, nella quarta parte (discussione) è prodotta un'analisi critica sulla metodologia adottata nella valutazione delle funzioni agro-ambientali e sull'applicazione dell'agronomia territoriale.

L'émergence des questions environnementales et de la gestion des ressources naturelles a accru l'intérêt pour les différentes fonctions environnementales attribuées à l'agriculture (FAO, 1999 ; OECD, 2001 ; Union Européenne, 2002 ; FAO, 2007). La mise en place du paradigme de la multifonctionnalité dans les politiques de soutien aux exploitations agricoles et de gestion des territoires a produit de nouvelles exigences : a) la définition d'outils pour soutenir les exploitations agricoles plus respectueuses de l'environnement ; b) des évaluations environnementales ex-ante et ex-post à la mise en place des outils d'orientation et de programmation des territoires ; c) l'élaboration de scénarii alternatifs pour évaluer les effets sur l'agriculture et l'environnement de la mise en place de différentes mesures sectorielles. En particulier dans la révision récente des mesures de la PAC 2007-2013 et dans les indications pour sa mise en place après 2013, deux tendances émergent : d'abord une territorialisation des interventions et ensuite un soutien basé non seulement sur l'adhésion à des pratiques agricoles, mais aussi sur l'efficacité de l'adoption de ces pratiques. De ce fait, la communauté scientifique est de plus en plus sollicitée pour appuyer les collectivités territoriales dans la mise en place de ces politiques à l'aide d'outils de diagnostic, d'évaluation, de suivi des activités et pratiques agricoles. La contribution de l'agronomie à ces besoins concernant les territoires est récente, tout particulièrement au travers de la prise en compte des questions environnementales. Il en résulte de nouvelles approches et de nouveaux courants disciplinaires, comme ceux de la géo-agronomie ou de l'agronomie des territoires. Dans cette thèse, nous proposons une méthode ayant comme objectif la caractérisation des fonctions agro-environnementales de l'agriculture dans un territoire. La thèse est structurée en quatre parties. La première partie donne l'état de l'art sur la caractérisation des fonctions agro-environnementales et souligne les limites actuelles de la production scientifique en agronomie et les apports possibles d'une approche d'agronomie des territoires pour y répondre. La deuxième partie présente la méthode générale de caractérisation des fonctions développée à différents niveaux spatiaux, et les cas d'étude qui soutiennent sa mise en place. La troisième partie contient les résultats de la mise en œuvre de la méthode, concernant l'identification et la caractérisation des fonctions agro-environnementales à chacun des niveaux spatiaux. Dans la quatrième partie, les résultats obtenus dans les deux cas d'étude et la méthodologie sont discutés ; des perspectives sont présentées en termes de définition et d'évaluation des politiques agro-environnementales.

Prima Parte - Stato dell'arte

La valutazione delle funzioni agro-ambientali e il contributo della disciplina agronomica

Lo stato dell'arte ha previsto la focalizzazione su due aspetti principali da cui la scelta di svilupparli in capitoli distinti. Il primo contiene una disamina generale della produzione scientifica sul tema delle funzioni agro-ambientali, mentre il secondo specifica gli apporti dell'agronomia allo studio delle funzioni agro-ambientali.

1 La valutazione delle funzioni agro-ambientali

Nella disamina della produzione scientifica sul tema delle funzioni agro-ambientali sono state utilizzate due chiavi di lettura finalizzate al progetto di tesi: la trattazione delle funzioni agro-ambientali come contributo alla programmazione e alla pianificazione territoriale, quindi l'analisi delle principali definizioni e degli approcci scientifici con cui è stato affrontato la valutazione delle funzioni agro-ambientali. Tale approfondimento è stato condotto attraverso un'analisi di tipo bibliometrico e una lettura critica di una selezione di articoli di particolare rilevanza per la tematica.

1.1 Rilevanza delle funzioni agro-ambientali nella gestione territoriale

In Europa la Superficie Agricola Utilizzata (SAU) occupa il 41% della superficie totale, si attesta quindi come principale uso del suolo (Unione Europea, 2010). Tale dato evidenzia come modelli produttivi più sostenibili possano svolgere importanti funzioni per la società (OECD, 2001; FAO, 2006), alcuni di primaria importanza per la gestione e la conservazione delle risorse naturali (Liu and Taylor, 2002; Thenail et al., 2004; FAO, 2007).

Se a livello europeo all'attività agricola è attribuita la causa del 17% dell'erosione dei suoli (EEA, 2003) e del 60% dell'eccesso di azoto presente nelle acque superficiali (EEA, 2004a), è altrettanto evidente che adeguati modelli gestionali possono non solo prevenire impatti ambientali, ma addirittura mitigarli. Tale dinamica di cambiamento sta trovando un decisivo contributo in atti legislativi comunitari e nei conseguenti indirizzi politici aventi l'obiettivo di diminuire gli impatti delle attività agricole sulle risorse naturali e di stimolare nuove forme di gestione, come ad esempio la direttiva nitrati (Commissione Europea, 1991; Commissione Europea, 2000), la strategia tematica per la protezione del suolo (Commissione Europea, 2006) e le misure atte a conservare le aree agricole ad alto valore naturalistico come in parte già previsto dalla Direttiva Habitat (Commissione Europea, 1992).

I soggetti amministrativi che sono incaricati dell'implementazione locale di tali politiche, collocati di solito al livello di NUTS 2 o 3 della classificazione amministrativa europea (Eurostat, 2003), sono chiamati a valutare, attraverso gli strumenti di pianificazione e programmazione, quale sia la capacità delle aree agricole a produrre funzioni e servizi ambientali per la società, come acqua potabile di qualità, acque superficiali non inquinate, biodiversità e paesaggi attrattivi (De Groot et al., 2002; Bastian e Lütz, 2006).

Da questo punto di vista, spesso si assiste ad una frammentazione delle competenze tra diversi ambiti programmatori e tra diversi livelli amministrativi, quindi ad un gestione disorganica delle diverse funzioni agro-ambientali. Ad esempio, Houet (2006) ha mostrato che in Francia, per la gestione delle acque in un bacino bretone, gli ambiti programmatori da considerare erano addirittura sette e che i settori istituzionali coinvolti erano più di venti².

Tenuto conto che nei piani e nei programmi vengono definiti gli obiettivi delle politiche e le azioni per raggiungerli, anche attraverso deleghe a programmi e piani più specifici e locali, si pone il problema di come riconoscere le funzioni ambientali che un territorio agricolo esercita. Alcuni autori (es. Pinto-Correia et al., 2006) sottolineano inoltre come esista un *gap* tra la definizione di obiettivi e le decisioni locali per le problematiche agro-ambientali, distanza dovuta ad un'eccessiva semplificazione dei criteri di gestione territoriale, ad una scarsa partecipazione di coloro che andranno ad applicare concretamente tali politiche, ad una scarsa formazione dei tecnici ad affrontare tali problematiche. Per questo motivo, la ricerca scientifica può efficacemente supportare la pianificazione e la programmazione territoriale. Nassauer e Opdam (2008) hanno riassunto le fasi attraverso cui si compone la gestione territoriale in: definizione di un obiettivo, generazione degli strumenti, implementazione delle azioni e valutazione dei risultati (Fig. 1).

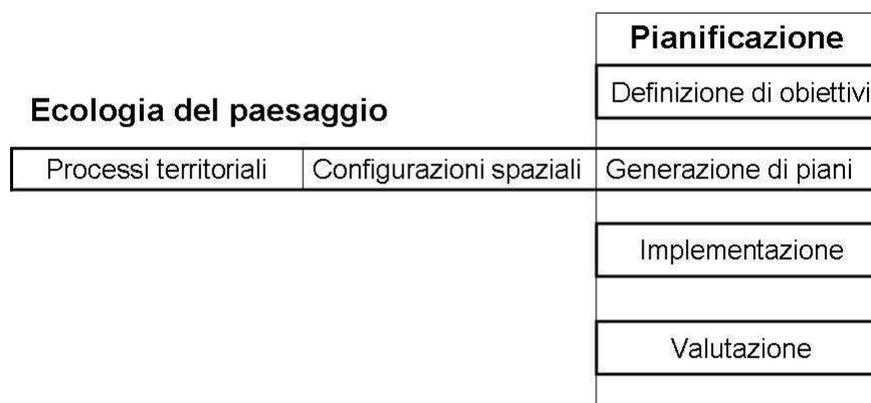


Figura 1: esemplificazione del contributo dell'ecologia del paesaggio al planning (elaborazione da: Nassauer e Opdam, 2008).

Figure 1 : relations entre l'écologie du paysage et la planification territoriale (élaboration de : Nassauer et Opdam, 2008).

² Nel seguito della tesi, per brevità, ci riferiremo anche al generico termine "gestione" e "strumenti di gestione", come termine sostitutivo di pianificazione/piani e programmazione/programma.

Tali fasi possono essere supportate dalla ricerca scientifica, ad esempio, per la definizione di un obiettivo di pianificazione attraverso studi e diagnosi territoriali (Roggero et al., 2006 – Fig. 2), per la produzione di piani e di azioni attraverso la simulazione di scenari alternativi (Ahern, 1991; Olsson et al., 2009), per l'elaborazione di studi territoriali destinati all'implementazione dei piani e programmi e infine per la valutazione dei risultati (Finn et al., 2009).

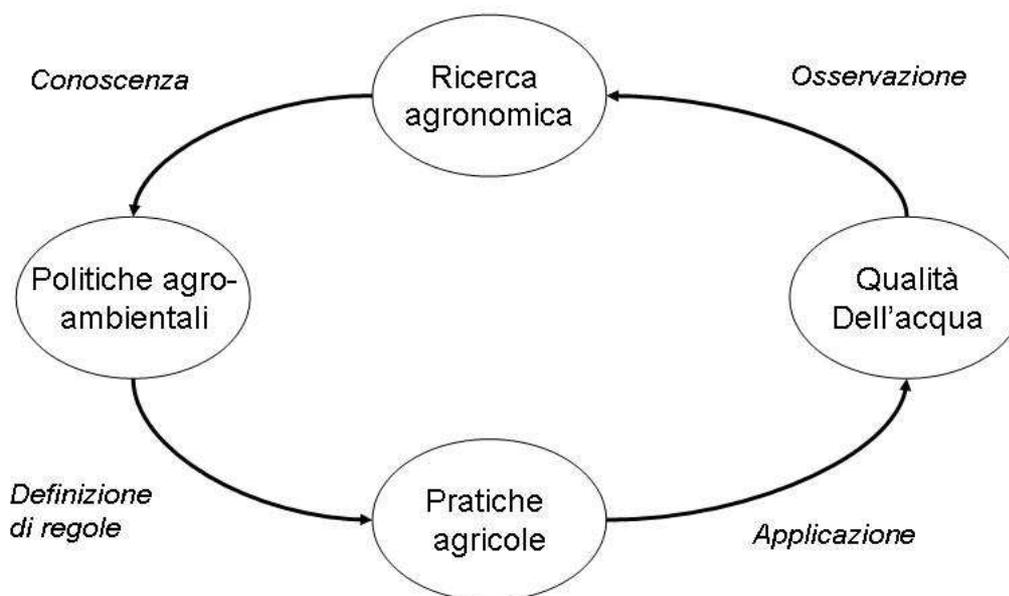


Figura 2: il contributo della ricerca alla definizione degli obiettivi di intervento in campo agro ambientale: il caso della qualità dell'acqua (elaborazione da Roggero et al., 2006).

Figure 2 : modèle d'interprétation des interactions entre recherche et planification agro-environnementale : le cas de la gestion de l'eau (élaboration de Roggero et al., 2006).

A fronte del crescente interesse verso per le funzioni agro-ambientali come fattori condizionanti la pianificazione e programmazione territoriale, sono innegabili le numerose difficoltà applicative nel considerarle congiunte ed esplicitate per i diversi contesti territoriali, tenuto conto anche di paradigmi teorici e approcci metodologici assai differenziati anche nella produzione scientifica.

1.2 Diversi modi di esprimere e valutare le funzioni agro-ambientale

Le nozioni di funzione e multifunzionalità dell'agricoltura sono state e sono ampiamente utilizzate dagli organismi internazionali quali FAO, OECD, WTO, Comunità Europea, di cui si richiama, a titolo esemplificativo una classificazione definitoria (Tabella 1). A queste si è riferita anche la comunità scientifica nel corso degli ultimi dieci (tra gli altri Le Cotty et al., 2005; Casini e Lombardi, 2006; Nadin e van Nes, 2008) evidenziando due visioni prevalenti della multifunzionalità in agricoltura (e quindi delle funzioni agro-

ambientali): una visione propria dell'economia, detta positiva, l'altra di natura normativa (OECD, 2001).

Tabella 1: elementi distintivi dei tre principali approcci alla multifunzionalità dell'agricoltura (elaborazione da DEART, 2009).

Tableau 1 : caractéristiques des trois principales approches de la multifonctionnalité de l'agriculture (élaboration à partir de DEART, 2009)

	OECD	FAO	Unione Europea
Definizione di multifunzionalità	Si riferisce al fatto che un'attività economica possa avere molteplici output e in virtù di questo, possa contribuire ad alcuni obiettivi della società. Quindi la multifunzionalità è un concetto legato alle attività economiche che si riferisce a specifiche proprietà del processo di produzione e dei suoi molteplici output (OECD, 2001)	Si tratta del ventaglio di prodotti e servizi non alimentari prodotti dall'attività agricola e dall'uso delle terre, che strutturano l'ambiente, modificano i sistemi sociali e culturali e contribuiscono alla crescita economica (FAO, 1999)	Insieme ad un produzione competitiva di prodotti alimentari, di fibre e di energia, l'attività agricola produce anche altri servizi per la società (Unione Europea, 2006)
Obiettivo	Stabilire principi di buone pratiche politiche che consentano il raggiungimento di obiettivi di tipo alimentare	Sviluppare una metodologia pratica per promuovere la sostenibilità, attraverso la valorizzazione del carattere multifunzionale del settore agricolo.	Stabilire un nuovo sistema di obiettivi per la definizione di strumenti di politica agricola volti a minimizzare gli effetti negativi dell'agricoltura e a promuovere le funzioni non di mercato.
Beneficiari	Cittadini dei paesi OECD	Generazioni attuali e future	Cittadini europei, con definizioni che differiscono a seconda degli stati membri.
Funzioni non economiche	Definite a livello locale	Definite a livello locale	Definite dagli stati membri
Dimensione spaziale	In relazione alla minima unità di analisi e agli effetti di <i>spill-over</i>	Specificità geografiche locali	Unità amministrative (NUTS 1, 2 e 3)
Dimensione temporale	In relazione a considerazioni degli effetti dell'attuale gestione del territorio sulle generazioni future, attraverso il valore vicario.	Interpretazione degli effetti (positivi o negativi) cumulativi e ciclici dell'agricoltura nel medio periodo, nel lungo periodo e con riferimento alle generazioni future.	In relazione alla sostenibilità dello sviluppo (lungo periodo).
Sistemi di valutazione	Analisi dei costi e benefici.	Valutazione comparativa.	Descrittivo.
Strumenti di gestione	Internalizzazione delle esternalità e pagamenti mirati.	Interventi pubblici coordinati a diversi livelli: locale, regionale, nazionale ed internazionale.	Sistemi di vincoli e pagamenti mirati

Nel primo caso la multifunzionalità è vista come un prodotto di un'attività economica, l'agricoltura, e come una proprietà di ogni attività economica che genera degli effetti positivi o negativi (esternalità) che possono essere ricompensati o no dal mercato. Nel secondo caso, ci si riferisce alla multifunzionalità in termini di assegnazione di molteplici ruoli all'agricoltura e di conseguente riconoscimento a soddisfare plurime aspettative della società.

All'utilizzo della nozione di funzione e multifunzionalità sulla base di visioni assai differenziate da parte degli organismi internazionali, la comunità scientifica ha reagito in due modi: da un lato, si è adottato il termine "funzione" senza apportare una definizione ben precisa, dall'altro si è cercato di sviluppare una definizione univoca da cui la inevitabile produzione di molteplici definizioni da parte dei diversi autori. Questi ultimi

hanno avuto il merito di aprire un interessante dibattito nella comunità scientifica, tuttavia hanno anche aumentato la difficoltà a circoscrivere tale nozione. C'è anche da osservare che al grande sforzo definitorio, non corrisponde attualmente il medesimo sforzo in termini di valutazione delle funzioni, ossia di verifica delle modalità attraverso si realizzano tali funzioni.

Come evidenziato da una ricerca bibliometrica, la locuzione “funzione agro-ambientale” e i termini riconducibili alla valutazione delle funzioni agro-ambientali sono poco ricorrenti e si riscontrano raramente nelle parole chiave, titolo e *abstract* degli articoli (Fig. 3). Prodotta dal database Scopus per articoli della base Life Sciences per gli anni 1990-2008.

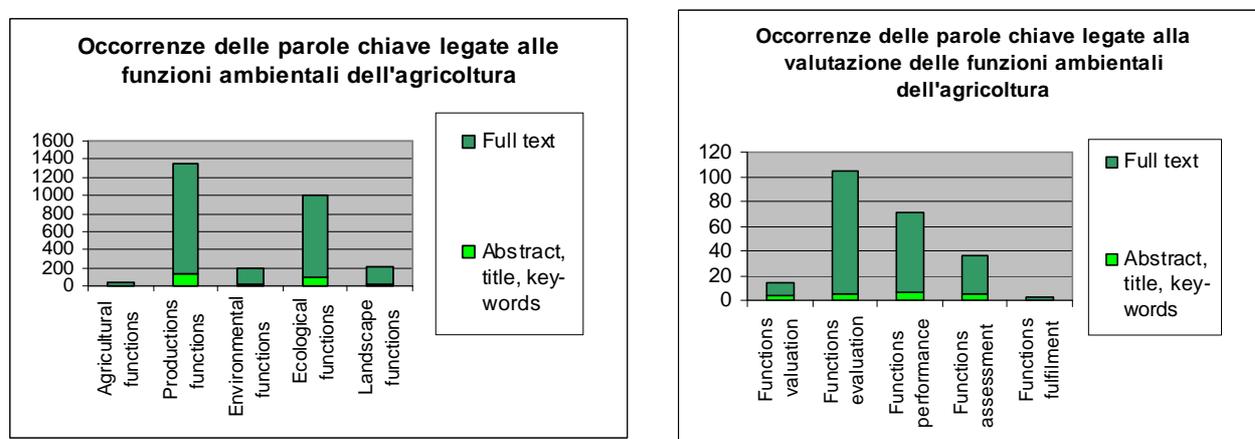


Figura 3: analisi bibliometrica relativa all'uso e alla valutazione del termine funzione³
Figure 3 : analyse bibliométrique relative à l'usage et à l'évaluation du terme « fonction »

Inoltre l'analisi ha mostrato come spesso la produzione scientifica si concentri su contributi di natura metodologica in casi applicativi senza esaminare le ambiguità sottese al concetto stesso di funzione (cf. in Figura 3, il termine di funzione risulta raramente nel titolo o nelle parole chiave di un articolo). Infine si rileva come la stessa aggettivazione agro-ambientale si possa in realtà riferire a contesti diversi (Tabella 2): all'ambiente in generale (funzioni ambientali) salvo poi considerare l'agricoltura; all'ambiente considerato in termini ecosistemici (funzioni ecosistemiche o ecologiche), salvo poi considerare gli agro-ecosistemi; all'ambiente in termini spaziali (funzioni del paesaggio, degli usi del suolo, dello spazio rurale); a un elemento specifico dell'agro-ambiente (funzioni delle siepi o delle *buffer-strips*); all'ambiente attraverso le attività che vi vengono effettuate (funzioni dell'agricoltura o dell'allevamento).

Jax (2005), con l'obiettivo di fare ordine tra tutte le diverse definizioni emerse, propone un inquadramento analitico dell'utilizzo del termine funzione in ecologia che si può

estendere anche ad altri ambiti disciplinari: 1) funzione come processo che caratterizza le interrelazioni tra due elementi/processi; 2) vista funzione come il funzionamento globale di un sistema; 3) funzione come ruolo di un elemento/processo all'interno di un sistema; 4) funzione come un servizio per la società; 5) funzione come relazione matematica quantitativa.

Tabella 2: alcune definizioni di funzione agro-ambientale identificate in bibliografia.

Tableau 2 : quelques définitions des fonctions agro-environnementales repérées dans la bibliographie.

Locuzione utilizzata	Definizione	Riferimento bibliografico
Funzione ambientali	Sono definite come gli usi possibili dell'ambiente naturale e biofisico che siano utili per gli uomini.	Hueting et al. (1998)
Funzione paesaggistica	Sono considerate come i benefici (beni e servizi) che sono procurati dai paesaggi e che soddisfano i bisogni umani, direttamente o indirettamente.	Bastian e Lutz (2006)
	Applicate al paesaggio le funzioni possono essere definite come la capacità di cambiare un'entità spaziale in una determinata direzione, o la capacità di mantenerla in uno stato, quindi la capacità di controllare la struttura e i cambiamenti di un paesaggio.	Brandt e Vejre (2004)
Funzione ecosistemica	Rappresentano la capacità dei processi naturali e delle loro componenti di procurare beni e servizi che soddisfino i bisogni umani, direttamente o indirettamente.	De Groot (2006)
	L'insieme minimo di processi ecologici (biochimici, biofisici e biologici) in grado di assicurare la produttività, l'integrità e la conservazione di un ecosistema.	Swift et al. (2004)
Funzione agro-ecologica	Flows and cycles of energy and nutrients	Viglizzo et al., 2004
Funzione dell'uso del suolo	Funzione è la capacità di mantenere o cambiare lo stato dell'ambiente attraverso l'uso del suolo, e funzionalità si riferisce al set di processi realizzati o da realizzare che sono legati ad un particolare uso del suolo.	Brandt e Vejre (2004)

In ecologia del paesaggio, Brandt e Vejre (2004) considerano una funzione come la capacità di un fattore a mantenere un'entità spaziale (e.g. un uso del suolo) in un determinato stato o a cambiarla in una direzione ben precisa, quindi intende per funzione il ruolo dell'entità per l'ottenimento di un servizio; Bastian (2004), definisce una funzione come la performance di un'entità che possa soddisfare i bisogni umani, ovvero la funzione si riferisce al servizio ottenuto attraverso un'entità. Tra gli economisti, Costanza et al. (1997) e de Groot (2006) classificano le funzioni rispetto ai servizi che esse forniscono all'ecosistema (Figura 4). Anche la sociologia rurale affronta da tempo questa tematica e non sfugge alla difficoltà di definire che cosa sia una funzione. Alcuni, associano la nozione di funzione e multifunzionalità a quella di attività e pluriattività (Knickel e Renting, 2000), riconducendole ai paradigmi di sviluppo rurale.

In agronomia ci si riferisce spesso a definizioni prodotte da altre discipline: Gibon (2005) utilizza il quadro teorico degli ecologi del paesaggio (Brandt e Vejre, 2004), mentre Van Cauwenbergh et al. (2007) si riferiscono al quadro teorico degli economisti (De Groot,

³ Prodotta dal database Scopus per articoli della base Life Sciences per gli anni 1990-2008.

2006). Tra le definizioni proposte con esplicito riferimento alla disciplina agronomica si richiama quella di Viglizzo et al. (2004) che considerano la funzione di un agro-ecosistema come il ruolo di controllo dell'agricoltura sui flussi di materia e di energia.

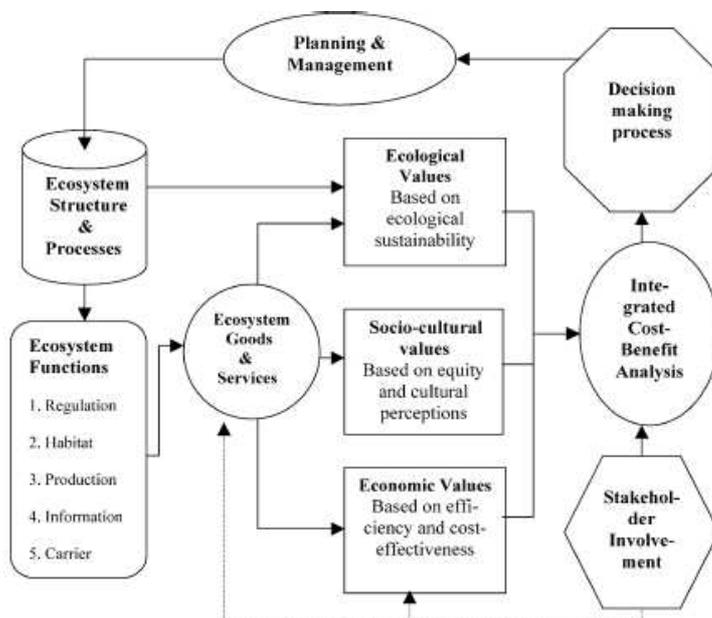


Figura 4: quadro teorico delle funzioni e dei servizi ecosistemici secondo De Groot (2006).

Figure 4 : cadre théorique des fonctions et services éco-systémiques proposé par De Groot (2006).

Con riferimento all'articolato differenziarsi della definizione, in generale, di funzione e, nello specifico, di funzione agro-ambientale, negli studi di ecologia del paesaggio e dell'*ecological economics* prevale una lettura in termini di benefici (ossia di beni, comprendenti anche quelli "primari" della produzione, e di servizi) che provvedono e soddisfano direttamente e indirettamente i bisogni umani (Tabella 2). Tale definizione, comunemente accettata nella letteratura scientifica (de Groot, 2006), tende a sottolineare la rilevanza positiva della funzione ambientale legata all'esercizio dell'agricoltura, evidenziandone l'azione di tutela. Raramente il concetto di funzione trova applicazione nel prendere in esame il non soddisfacimento dei bisogni o le diverse forme di disservizio (Swinton et al., 2007).

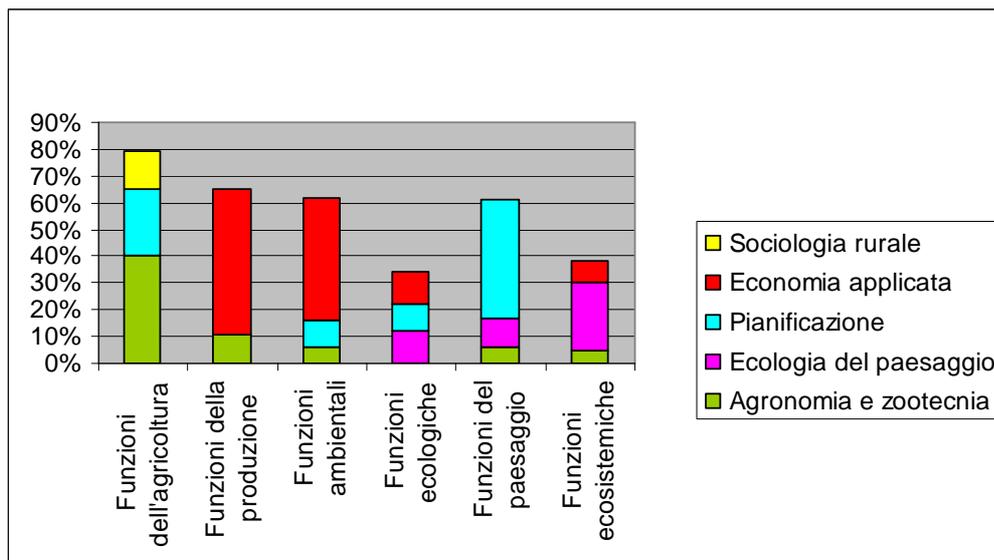


Figura 5: Analisi bibliometrica relativa all'utilizzo della nozione di funzione e dell'ambito disciplinare di riferimento⁴.

Figure 5 : Analyse bibliométrique relative à l'usage et à l'évaluation du terme fonction par rapport aux principales disciplines de référence.

Le funzioni agro-ambientali e conseguentemente le metodologie di valutazione si diversificano: a) in relazione alla scala di riferimento (parcellare, aziendale, comprensoriale, regionale, nazionale); b) in termini di principi e criteri di classificazione e di valutazione (Van Cauwenbergh et al., 2006, Hein et al., 2006); c) per il tipo di approccio utilizzato, che può essere prevalentemente indirizzato alla sistematicità o alla sistematicità delle funzioni prodotte dagli agro-ecosistemi (Vandermeer et al., 1998).

Nel loro insieme tali funzioni possono essere ricondotte a quattro macrocategorie (De Groot, 2002; Bastian, 2006, Van Cauwenbergh et al., 2007; Tabella 2):

- *acqua*: sia per quanto riguarda gli aspetti qualitativi e quantitativi delle acque di superficie, della soluzione circolante nel terreno e delle acque di falda, sia per le dinamiche acqua-suolo da cui derivano i processi di erosione;
- *suolo*: per gli aspetti concernenti la dimensione quantitativa (spessore del terreno), qualitativa (caratteristiche fisico-chimiche) e l'equilibrio idrogeologico;
- *aria*: per quanto concerne la qualità dell'aria in termini di assorbimento (es. di CO₂ nel processo fotosintetico) o produzione di gas (es. di O₂ nel processo fotosintetico, ma anche di gas derivati da processi di acidificazione e eutrofizzazione e di inquinanti gassosi tossici per utilizzo di biocidi) e in termini di emissioni di particolato durante le lavorazioni o per effetto dell'erosione eolica;

⁴ Analisi prodotta dal database Scopus per articoli della database "Life Sciences" per gli anni 1990-2007. Sono state censite soltanto le riviste disciplinari, quelle interdisciplinari rappresentano la quota per arrivare al 100%.

- *habitat*: che può essere trattato in termini di conservazione della biodiversità (diversità genetica all'interno della medesima specie, diversità di specie in una comunità e diversità di comunità in un determinato agro-ecosistema), ma anche in termini di *refugium function*, ossia di uno spazio vitale per piante e animali selvatici, e di *nursery function*, in termini di habitat adatti alla riproduzione delle specie.

In generale, la valutazione delle funzioni in termini di tutela dell'ambiente può realizzarsi in tre modi: a) attraverso la percezione che gli attori hanno in termini di soddisfacimento dei propri bisogni; b) attraverso la valutazione dello stato ecologico della risorsa; c) attraverso le modalità con cui le pratiche agricole interagiscono con i processi ambientali. Nel primo caso le modalità di valutazione sono prevalentemente di *tipo descrittivo*, nel secondo e terzo caso di *tipo quantitativo non monetario*, implementabili a diverse scale spaziali e temporali e attraverso diversi approcci.

Per *modalità descrittive* si intendono quelle che prevedono una stima qualitativa da parte degli utilizzatori delle risorse agro-ambientali, basata sulla loro percezione del grado di soddisfacimento della funzione. In alcuni casi, ciò si traduce nel chiedere agli *stakeholders*, tramite questionari o interviste, qual è il loro punto di vista sullo stato o sui fattori che influenzano la qualità di tali risorse. Queste metodologie vengono utilizzate principalmente nell'ambito sia della *ecological economics*, sia della sociologia rurale. Nel primo caso, l'obiettivo è spesso quello di definire la disponibilità a pagare da parte degli utilizzatori per il soddisfacimento di determinate funzioni al fine di finanziare specifiche misure di tutela. Nel secondo caso è soprattutto quello di valutare i conflitti e le sinergie tra gli attori locali rispetto all'uso e al governo delle risorse (Ferreyra *et al.*, 2008).

Di contro, per quanto riguarda la *valutazione quantitativa non monetaria*, risulta assai diffuso l'utilizzo di modelli e di indicatori per la loro capacità di rappresentare in modo semplificato la realtà e, quindi, i beni e i servizi agro-ambientali. In particolare, i modelli si prestano a quantificare l'entità dei processi agro-ambientali sulla base del soddisfacimento della funzione (*process-based models*) oppure a quantificare statisticamente il rischio di degradazione della risorsa (*statistical models*). Gli indicatori, siano essi a scala aziendale o territoriale, assumono invece significati diversi secondo l'obiettivo della ricerca (Payraudeau e van der Werf, 2005): possono essere comparati ad un valore limite oppure essere confrontati tra loro per valutare il diverso contributo delle attività agricole ad una problematica ambientale o sua variabilità spaziale.

A queste si aggiungono, soprattutto nell'ambito della *ecological economics*, modalità di tipo *quantitativo monetario* che seppur indagate da tempo (Toman, 1998), presentano elementi di incertezza applicativa per la difficoltà a “valutare” oggettivamente i servizi agro-ambientali prodotti (Farber et al., 2002; Limburg et al., 2002, Hein et al., 2006).

Rispetto alle diverse modalità di valutazione le attività agricole sono spesso un elemento di contesto, definite semplicemente in termini di uso del suolo (De Groot, 2006; Willemen et al., 2008; Egoh et al., 2008; Kienast et al., 2009). Altri approcci (Bastian et al., 2007) invece le considerano come sistemi colturali valutandone le pratiche e le relative implicazioni ambientali (Tabella 3).

Tutti i metodi di valutazione sopra descritti possono essere sviluppati riferendosi a tre scale prioritarie di analisi: a) l'appezzamento e b) l'azienda agricola, ovvero il luogo di applicazione delle pratiche agricole e l'unità strategica decisionale, o c) il territorio, ovvero il contesto in cui si monitora l'impatto delle pratiche agricole a scala interaziendale. Le prime due scale spaziali sono quelle maggiormente utilizzate nell'ambito degli studi in agro-ecologia e in agronomia, mentre la scala territoriale ha un'applicazione più vasta sia come discipline di riferimento. Dalla Tabella 3 si rileva come prevalgano le scale da regionali a continentali, mentre quelle sub-regionali e comprensoriali risultano meno diffuse.

Tabella 3: esempi di pubblicazioni recenti relative alle funzioni agro-ambientali: definizioni, tipologia di funzioni considerate e loro caratteristiche, scala spaziale di applicazione.

Tableau 3 : exemples de publications récentes concernant les fonctions agro-environnementales : définitions, types de fonctions considérées et leurs caractéristiques, niveaux spatiaux d'application.

Espressione usata	Fonte	Definizione	Metodologia di identificazione delle funzioni	Funzioni/processi/risorse ambientali considerate	Tipologia di attività agricole relazionate alle funzioni	Tipologia di condizioni geofisiche relazionate alle funzioni	Scala spaziale di applicazione
Funzioni degli agro-ecosistemi, funzioni agro-ambientali.	Bastian et al. (2007)	Non è data una definizione. Viene fatto riferimento alla performance delle funzioni ambientali come il limite sotto al quale le funzioni ambientali diventano pericolose al livello dell'area di studio.	Misure agro-ambientali definite su scala locale.	Erosione; qualità dell'acqua; valore dei paesaggi; conservazione della biodiversità negli agro-ecosistemi	Sistemi colturali (biologico, integrato); sistemi colturali (numero di colture, pascolo; resa delle colture).	Pendenza, qualità del suolo, densità di siepi; prossimità a fiumi e stagni; densità di specie minacciate.	Locale e sub-regionale (poche decine di km ²).
Funzioni del paesaggio; funzioni ecosistemiche.	Gimona e van der Host (2007)	Non è data una definizione. Si fa riferimento alla nozione di valutazione non monetaria di una funzione eco sistemica.	Politiche conservative e schemi agro-ambientali.	Conservazione delle specie; paesaggio	Il territorio studiato è prevalentemente agricolo, il modello fornisce indicazioni sulla localizzazione delle aree da rimboschire nelle aziende.	Distanza dai corsi d'acqua, dalle aree boscate, altitudine. .	Regionale (nessun dato sulle superfici interessate).
Funzioni ecosistemiche o del territorio; servizi ecosistemici.	De Groot (2006)	La capacità dei processi naturali e delle loro componenti a fornire beni e servizi che possano soddisfare direttamente o indirettamente i bisogni umani.	Piano d'azione di un'area protetta nazionale.	Qualità dell'acqua; quantità di acqua; conservazione habitat.	L'agricoltura è un'attività economica caratterizzata da usi del suolo specifici.	-	Regionale (centinaia di km ²).
Funzioni del territorio	Willemen et al. (2008)	La capacità di un territorio di fornire beni e servizi alla società.	Selezione a partire dalle politiche di pianificazione spaziale.	Acqua potabile; conservazione degli habitat per specie protette; attrattività dei paesaggi.	Il territorio è prevalentemente agricolo. L'agricoltura è considerata per le sue funzioni produttive in termini di uso del suolo.	-	Regionale (centinaia di km ²).
Funzioni e servizi eco sistemici.	Egoh et al. (2008)	Non viene fornita una definizione. Si fa riferimento alla definizione data da De Groot et al. (2002).	Lista di funzioni (de Groot et al., 2002).	Capacità di ritenzione idrica dei suoli, quantità di acqua superficiale	Riferimento indiretto all'agricoltura (potenzialità dei suoli e occupazione del suolo).	Qualità del suolo, precipitazioni.	Nazionale (milioni di km ²).
Funzioni del territorio	Kienast et al. (2009)	Non è data una definizione precisa, tuttavia si dice che la loro nozione di funzione si riferisce alla capacità dei territori di produrre dei servizi ecosistemici.	Lista di funzioni (e.g. de Groot et al., 2002).	Regolazione delle acque; prevenzione dell'erosione; conservazione degli habitat	Uso agricolo e occupazione del suolo (seminativi, pascoli, legnose, aree irrigue).	Altitudine, pendenza.	Continentale (nessun dato sulle superfici interessate).

La gestion des territoires doit de plus en plus souvent faire face à la question de l'évaluation des fonctions agro-environnementales. Cette évaluation présente plusieurs difficultés. La première provient de la multiplicité des politiques territoriales concernant un même territoire. Par exemple, pour une fonction environnementale, il y a souvent plusieurs interventions publiques relevant des cadres européens, nationaux, régionaux ou locaux ; il y a aussi différents types d'acteurs du territoire qui sont concernés par la mise en place de ces politiques dont la compétence est mono ou plurisectorielle. Une deuxième difficulté provient de certaines limites des outils d'évaluation liées à leur absence de définition préliminaire partagée et validée concernant la notion de fonction (Pinto-Correia et al., 2004 ; Vejre et al., 2007), ainsi qu'à leur difficulté de prise en compte d'activités et de milieux divers au sein des territoires (Willemen, 2010), liées enfin au manque de connaissances scientifiques quant à l'interaction entre différentes fonctions (Neumann et al., 2009). En conséquence, les méthodes d'évaluation des fonctions ne font pas l'unanimité (Vejre et al., 2007). Une autre difficulté de cette évaluation provient du manque de données standard couvrant l'ensemble des agro-écosystèmes des territoires européens ; même si des données sont en cours d'harmonisation dans l'Union Européenne (cf. Eurostat), leur agrégation reste à des niveaux très larges tels que les Nomenclature of Territorial Units for Statistics (NUTS) 2 ou 3, ne pouvant répondre aux besoins des collectivités territoriales pour la mise en œuvre de leurs politiques.

Le manque de précision et de cadrage concernant la définition d'une fonction agro-environnementale nous a conduits à approfondir ce point : comment se définit une telle fonction dans la littérature ? Dans les documents de politiques territoriales et dans la bibliographie scientifique, nous relevons différents usages et sens donnés à ce concept. Dans le domaine scientifique, l'usage et le contour le plus répandu correspondent à celui des services et fonctions éco-systémiques, tels qu'on le trouve dans les approches de l'ecological economics (de Groot et al., 2002). Au sein de telles approches, la place et le rôle des activités agricoles sont très hétérogènes, celles-ci étant tantôt un élément général de contexte, tantôt un élément spécifique de définition de la fonction. Ce type d'approche permet d'appréhender différents niveaux spatiaux (continental, national, régional), différents écosystèmes (naturels, semi-naturels, agro-écosystèmes) mais présente par contre une prise en compte très limitée des diverses composantes des activités agricoles au sein des territoires (de Groot, 2006 ; Willemen et al., 2009 ; Kienast et al., 2010). L'évaluation finale des fonctions est de type qualitative, ou quantitative monétaire, ou non-monétaire. Elle s'appuie : soit sur les dires de différentes porteurs d'intérêts concernant leur perception de l'état des ressources environnementales, soit sur des méthodes d'évaluation issues de l'économie de l'environnement (Hein et al., 2006), soit sur l'usage de modèles ou d'indicateurs agro-environnementaux calculés à partir de données sorties de modèles biotechniques, d'inventaires existants ou de relevés de terrain (Payraudeau et van der Werf, 2005).

2 Il contributo dell'agronomia alla definizione e alla valutazione delle funzioni agro-ambientali

La disciplina agronomica s'interessa alle funzioni agro-ambientali in quanto le misure di tutela ambientale possono avere un impatto economico e tecnico importante sulle aziende agricole, ma soprattutto perché tali funzioni sono influenzate dalle attività agricole. E' a questo secondo argomento di interesse a cui ci riferiremo per evidenziare come l'agronomia territoriale sia un *framework* emergente per lo studio delle funzioni agro-ambientali, percorso concettuale che è stato sviluppato nello svolgimento del progetto di tesi e di cui sarà data breve sintesi.

2.1 Le attività agricole come categorie analitiche in agronomia

Il termine agronomia trae la sua origine da due parole greche: *agros* e *nomos* che designano rispettivamente il campo coltivato e le sue leggi e norme (Piangiani, 1937). Per questo motivo l'agronomia è stata designata come la scienza che si occupa della gestione dei campi coltivati e delle loro relazioni con l'ambiente circostante. Doré (2006) riporta una definizione duale di agronomia che vede il campo coltivato come entità spaziale e come oggetto di applicazione di determinate tecniche da parte dell'agricoltore. Per questo coesistono due agronomie, la prima da intendersi più come ecologia della produzione del campo coltivato (Henin, citato da Doré, 2006 e Deffontaines, 1991), l'altra come lo studio spaziale e temporale delle relazioni dell'insieme costituito dalla vegetazione, l'ambiente fisico, chimico e biologico sul quale l'uomo ambisce ad ottenere una produzione (Sebillotte, citato da Doré, 2006 e Deffontaines, 1991). Nella tradizione disciplinare due sono le principali discontinuità: l'approccio sistemico e la diffusione del paradigma della sostenibilità dello sviluppo (Deffontaines, 1991; Cavazza, 1996; Bonari e Pampana, 2001; Giardini, 2002; Sebillotte, 2006), pur rimanendo centrale il concetto di "attività agricola".

A questo proposito si propone in Figura 6 una sintesi dei principali concetti riferibili al concetto di attività agricola, ai suoi livelli di analisi sia spaziali che temporali e agli attori che hanno un'influenza diretta su tali attività.

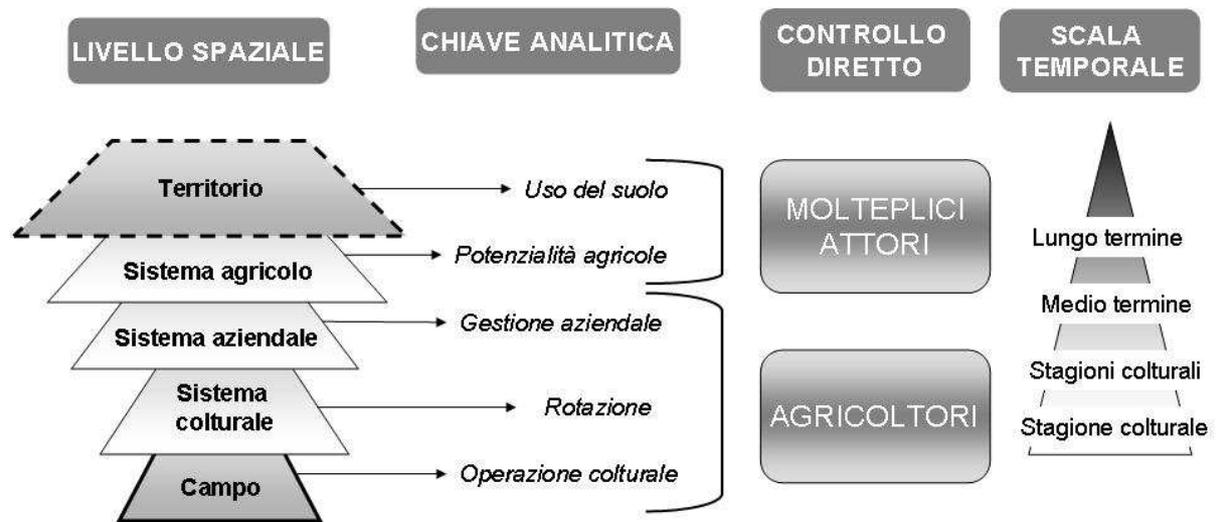


Figura 6: sintesi dei diversi livelli analitici e concettuali sviluppati e utilizzati in agronomia (rielaborazione da Benoit et al., non pubblicato).

Figure 6 : synthèse des différents niveaux spatiaux et temporels d'analyse, et des concepts développés en agronomie (élaboration de Benoit et al., non publié).

Un'analisi di maggiore dettaglio della produzione scientifica evidenzia la possibilità di ricondurre tale concetto a tre categorie analitiche in termini di sistemi (sistema agricolo, sistema produttivo, sistema colturale), in termini di pratiche agricole (operazione colturale, itinerario tecnico), in termini di uso del suolo (occupazione del suolo, uso del suolo e intensità d'uso del suolo). Seguirà nei prossimi paragrafi una descrizione di dettaglio.

2.1.1 Attività agricole intese produzione come sistema

In questa categoria si trovano alcune tra le nozioni più frequentemente utilizzate in agronomia: *sistema agricolo*, *sistema produttivo*, *sistema colturale* e *agro-ecosistema*. Si parla di *sistema agricolo* per caratterizzare nello spazio l'associazione di tipologie di produzione e di tecniche utilizzate dall'agricoltore per soddisfare i bisogni della società (Hetgen e Vissac, 1980, citati da de Bonneval, 1993). Esprime in particolare l'interazione tra due sistemi, uno che può essere qualificato come bio-ecologico, rappresentato dall'ambiente, e uno socio-culturale, definito le finalità e lo sviluppo delle attività umane. Si tratta di un concetto utilizzato inizialmente dai geografi ma che è stato ripreso e adattato anche dagli agronomi in un'ottica di allargamento della nozione di sistema di produzione per considerare le relazioni di un insieme di aziende agricole e il loro ambiente in un territorio (Osty, 1994). Alcuni autori, per limitare la scala territoriale considerata a quella di un comune, un villaggio o di una regione agraria, hanno sviluppato la nozione di sistema agricolo locale (Gras et al., 1989). All'interno di ciascun

sistema agrario è possibile distinguere un certo numero di *sistemi produttivi*, ovvero un insieme di attività coerenti tra di loro e gestite da un agricoltore in funzione dei loro propri obiettivi di impresa e dell'ambiente circostante, delle sue competenze, della presenza di assistenza tecnica etc. (Pearson e Ison, 1987). I limiti del sistema produttivo sono dati dagli elementi che l'agricoltore è in grado di controllare. Si tratta di una nozione utilizzata principalmente dagli economisti agrari ma anche dagli agronomi per quanto riguarda la gestione degli avvicendamenti, le risorse mobilizzate all'interno dell'azienda, l'organizzazione del lavoro in azienda. Anche il sistema produttivo può essere suddiviso in sub-sistemi quali il sistema colturale, il sistema d'allevamento, il sistema foraggero, il sistema di operazioni colturali.

Per un sistema produttivo, si possono distinguere diversi *sistemi colturali*. Nella definizione di Sebillotte (1982, citato da Deffontaines, 1991; de Bonneval 1993) per sistema colturale si intende l'insieme delle operazioni tecniche applicate sugli appezzamenti che presentano il medesimo modello gestionale. Ciascun sistema colturale si definisce per la tipologia di colture e per le loro rotazioni e le operazioni tecniche per ciascuna coltura, inclusa anche la scelta varietale. Questa definizione è poi stata affinata e adattata, sottolineando alcuni aspetti spaziali, temporali o legati alle tecniche colturali. Ad esempio, Papy e Torre (2002) definiscono un sistema colturale alla scala di un comprensorio che presenti un uso del suolo relativamente omogeneo e risultante da scelte colturali simili degli agricoltori e dalle strutture del paesaggio quali la disposizione degli appezzamenti o le sistemazioni idraulico-agrarie. Gras et al. (1989) sottolineano l'importanza di distinguere i sistemi colturali nei sistemi produttivi misti che risultano essere più complessi, dato che l'uso del territorio che ne risulta è particolarmente diversificato. Nelle realtà in cui è presente l'allevamento si parla di sistema di allevamento e di sistema foraggero. Per sistema di allevamento si intende l'insieme delle tecniche e strutture che permettono l'allevamento degli animali o la produzione di derivati dell'allevamento in condizioni compatibili con gli obiettivi dell'agricoltore e la natura dei suoi terreni (Menjon et d'Orgeval, 1983 citato da Gras et al., 1989). Invece il sistema foraggero si colloca a un grado intermedio dato che indica l'insieme dei mezzi di produzione, delle tecniche colturali e dei processi che possono assicurare una coerenza tra il sistema di allevamento e il sistema colturale (Attonay, 1980 citato da Gras et al., 1989). Infine, si parla di *agro-ecosistema* per designare una unità funzionale della produzione agricola (allo stesso modo dell'ecosistema in ambito

naturale) che fornisce servizi e include un insieme di elementi e di relazioni tra questi elementi (Ilbery, 1985, citato da Xu e Mage, 2001; Altieri, 1995).

2.1.2 Attività agricole intese in termini di pratiche agricole

Sebillotte (1978, citato da Gras et al., 1989), definisce per primo il concetto di *itinerario tecnico* considerato come la sequenza delle operazioni colturali applicate ad una specie coltivata. Per *operazione colturale* s'intende l'azione che permette il passaggio dell'ecosistema coltivato (o di una parte di esso, come lo strato superficiale del suolo o la parte aerea delle colture) da uno stato A ad uno stato B. Questo concetto di operazione colturale è molto vicino a quello di *pratica agricola*. Secondo Deffontaines et al. (1998), mentre per operazione colturale si intende un'azione che può essere descritta indipendentemente dall'agricoltore, per pratica agricola si intende l'operazione colturale riferita all'agricoltore che la mette in pratica e alle specifiche condizioni della sua azienda. Acquisisce quindi importanza il contesto in cui vengono applicate, sia esso spaziale, temporale o socio-economico. Altri autori invece utilizzano il termine "pratiche d'uso del suolo" (*land use practice*) o "tipologia d'uso del suolo" (Reenberg e Baudry, 1999), corrispondenti a un livello strategico di gestione e localizzazione delle operazioni colturali (Baudry et al., 1996): possono essere definite a una scala temporale annuale (seminativi, foraggere) o infra-annuali (sfalcio su prato, pascolo, coltura intercalare etc.). Infine, per Landais e Balent (1993), esistono tre approcci complementari per valutare le pratiche: descriverle, identificarne gli effetti e capire perché siano adottate dagli agricoltori.

2.1.3 Attività agricole intese in termini di uso del suolo

Veldakamp e Lambin (2001) hanno definito la *copertura del suolo* come una caratteristica della superficie terrestre che include gli esseri viventi, il suolo, la topografia, le acque superficiali e sotterranee e le strutture umane. Invece, per *uso del suolo* definiscono la finalità per cui gli esseri umani utilizzano l'occupazione del suolo. Ad esempio per quanto riguarda il bosco, che è un'occupazione del suolo, gli usi corrispondenti sono bosco per produzione di legna, di bioenergia, per finalità conservative etc. Si tratta di due nozioni che sono state sviluppate dalla geografia fisica, in seguito adottate anche dall'agronomia oltreché di largo impiego in ecologia del paesaggio. Secondo Baudry et al. (1996) il termine copertura del suolo corrisponde a grandi categorie in cui è suddiviso un territorio, ovvero i boschi, le terre coltivate, la rete idrica etc.

In pratica, però, questi due termini (copertura e uso del suolo) sono spesso confusi (Lambin et al., 2000), anche perché presentano caratteristiche simili come il tipo di copertura, la loro variabilità spaziale, i fattori che ne hanno determinato l'adozione (Veldkamp e Lambin, 2001). Recentemente, per evidenziare l'effetto che i diversi usi del suolo hanno sull'ambiente è stato introdotto il termine di *intensità di uso del suolo* (Lambin et al., 2000; Roschewitz et al., 2005; Herzog et al., 2006).

2.2 Approcci agronomici per descrivere e valutare le funzioni agro-ambientali

Il recente contributo della disciplina agronomica alla valutazione delle funzioni agro-ambientali risulta estremamente frammentato, come evidenziato da una ricerca bibliometrica, i cui risultati sono presentati in Tabella 4, che ha associato la locuzione di funzione ambientale (e le altre che abbiamo visto le sono associate) con le principali categorie analitiche in agronomia (i parametri della ricerca risultano in linea con quelle precedentemente presentate).

Tabella 4: apporti agronomici allo studio delle funzioni agro-ambientali, verificati tramite percentuale dei lavori che presentavano menzione delle categorie analitiche proprie dell'agronomia.

Tableau 4 : apports de l'agronomie à l'étude des fonctions agro-environnementales, étudiés au travers du pourcentage d'articles citant les concepts clés de l'agronomie.

	Agro-ecosistema	Sistema culturale	Sistema produttivo	Sistema agricolo	Rotazione culturale	Pratiche agricole	Gestione aziendale	Uso del suolo
Funzioni ambientali (72)	3%	8%	4%	3%	1%	-	1%	14%
Funzioni ecosistemiche (13)	0%	23%	15%	46%	0%	8%	-	8%
Funzioni agro-ecosistemiche (5)	100%	20%	-	-	-	-	-	-
Funzioni del paesaggio e del territorio (58)	58%	-	-	2%	17%	-	-	17%
Funzioni dell'uso del suolo (6)	-	-	-	-	17%	-	-	100%
Funzioni dell'agricoltura (8)	12%	-	37%	-	-	-	-	25%

In particolare si rileva che l'agronomia difficilmente si riferisce alle funzioni ambientali o ecologiche dell'agricoltura, come si rileva dal basso numero degli articoli che associano tali termini, viceversa una larga parte della bibliografia spesso si riferisce agli effetti delle pratiche agricole sull'ambiente. Le pratiche agricole sono nella stragrande maggioranza dei casi nominate con il nome specifico (e.g. lavorazioni, fertilizzazioni, irrigazione) mentre non risultano mai apparire con un termine generico (Tabella 4). Invece il contributo degli agronomi si realizza maggiormente riferendosi al concetto di

sostenibilità (Bonari e Pampana, 2001; Lopez-Ridaura et al., 2005; Van Cauwenbergh et al., 2006), di impatto ambientale (Van der Werf et al., 2006), di obiettivi agro-ambientali (van der Werf e Petit, 2002), di qualità ambientale (Huffman et al., 2000), di problematiche agro-ambientali (Soulard et al., 2002). In alcuni studi sulla sostenibilità è richiamato anche il concetto di multifunzionalità, sottolineando come il carattere multifunzionale degli agro-ecosistemi inglobi teoricamente i tre pilastri della sostenibilità (ambientale, economica e sociale) (Van Cauwenbergh et al., 2006) o determinando limiti e relazioni tra la nozione di sostenibilità e quella di multifunzionalità (Cairol et al., 2006)

Giupponi e Carpani (2006), in un lavoro di *review* bibliografica sulla valutazione delle problematiche agro-ambientali, rilevano che nella maggior parte dei casi vengono prese in esame molteplici problematiche ambientali, anche se poi raramente la valutazione viene fatta in un'ottica globale ma viene valutato l'impatto su una singola problematica, ad esempio la lisciviazione di nutrienti o l'accumulo di pesticidi, la biodiversità, l'erosione. Aspetto confermato anche da altri autori come Herrmann et al. (1999), Freyer et al. (2000); Sharma et al. (2006). Anche la scala di analisi preferenziale risulta essere quella dell'azienda agricola (e di campo), mentre la scala territoriale maggiormente considerata risulta la scala di bacino.

Essendo proprio la scala territoriale quella assunta come di maggiore interesse sia per una lettura più compiuta delle funzioni agro-ambientali, sia per il maggiore potenziale di interazione con gli strumenti di programmazione e pianificazione, una specifica ricerca bibliometrica è stata condotta riferendosi al concetto di "territorio" nei diversi ambiti disciplinari di interesse⁵.

Si è evidenziato come l'ecologia e la pianificazione fossero le discipline più frequentemente associate al termine territorio (53% e 34% rispettivamente delle ricorrenze), mentre al contrario l'agronomia e l'agroecologia fossero le discipline con il minor numero di ricorrenze (inferiore all'1%).

Possiamo sottolineare alcuni aspetti importanti emersi da questa analisi. Il primo riguarda l'interesse crescente da parte di tutte le discipline verso le tematiche territoriali,

⁵ La ricerca bibliometrica è stata condotta sul database Scopus per la categoria Life Sciences per gli articoli e le reviews pubblicate tra il 1990 e il 2009 che contenevano nel titolo, abstract o parole chiave sia l'indicazione di una disciplina (geografia, agronomia, ecologia, pianificazione, economia, agroecologia) che la parola territorio, resa in Inglese tramite il termine landscape. Non abbiamo effettuato la ricerca nell'insieme del testo per scremare gli articoli che avessero usato contestualmente il termine territorio, cosa che non abbiamo ritenuto possibile se tale termine fosse stato inserito nel titolo, nell'abstract o nelle parole chiave.

con un aumento crescente degli articoli nel periodo 1995-2009 che sembra comunque dovuto al peso dell'ecologia e della pianificazione.

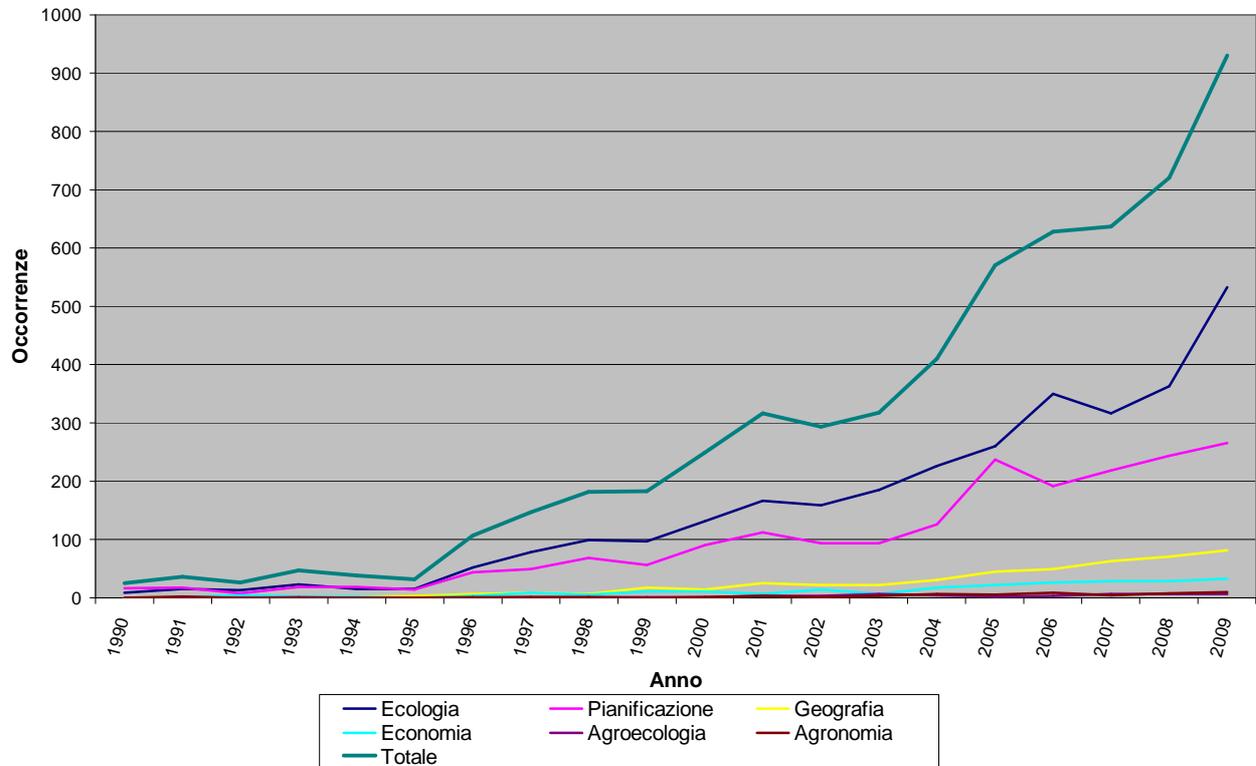
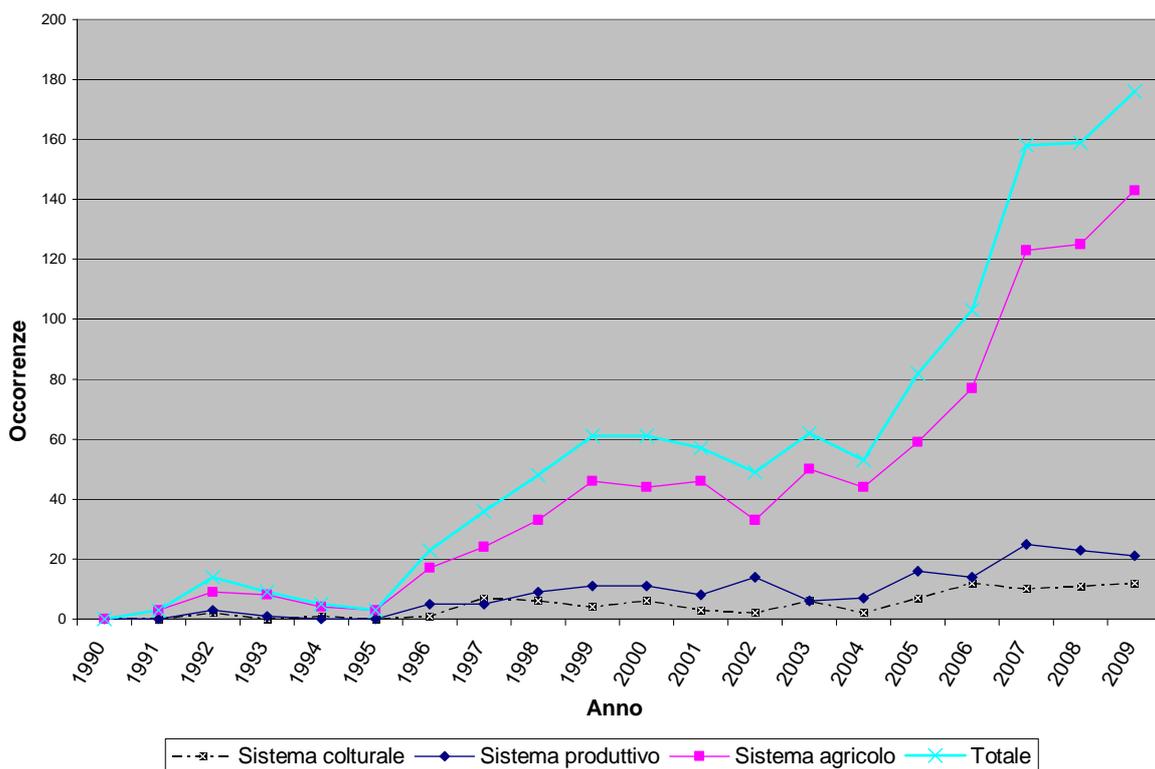


Figura 7: risultati dell'analisi bibliometrica sull'associazione del termine territorio con diverse discipline scientifiche.

Figure 7 : résultats de l'analyse bibliométrique associant le terme territoire à des disciplines scientifiques.

Per quanto concerne le problematiche agro ambientali si segnala come alcuni articoli si riferiscano al termine territorio per designare un'area dalle caratteristiche agro-ambientali simili (*agroecozone*) o un comprensorio agricolo (Troeh e Loynachan, 2009; Grünenwald et al., 2009), altri utilizzano il termine per sottolineare la mancanza di approcci spaziali in agronomia (Golley and Bellot, 1991; Veldkamp et al., 2001; White et al., 2002; Firbank et al., 2003; Clements and Shrestha, 2004; Francis et al., 2008; Ingram et al., 2008), infine altri autori considerano il territorio come un fattore che contribuisce alla vocazionalità di un'area verso determinate coltivazioni o un fattore determinante la gestione tecnica (Zelege e Bing, 2004) piuttosto che il risultato delle attività agricole (Deffontaines, 1991; Baudry et al., 1996; Castellazzi et al., 2007). In ogni caso, si assiste ad un nuovo paradigma di ricerca in cui la scala di campo, sebbene fondante delle ricerche agronomiche, appare come un limite da superare (Hatfield, 2008; Nesme et al., 2010). Nello specifico della produzione scientifica propriamente agronomica l'associazione di chiavi di lettura ordinarie quali *agricultural*

system, farming system, farming practice, cropping system, crop rotation, crop management, farm management” con il termine “landscape” ha messo in luce un notevole aumento degli articoli dedicati⁶ (Figura 8), peraltro con alcuni picchi che sembrano seguire cambiamenti importanti delle politiche agricole, come le revisioni della PAC o dei piani di sviluppo rurali nel 1999, 2003, 2006. Andando più nel dettaglio dei contenuti, questa tendenza positiva riguarda maggiormente il termine *agricultural system* che presenta il 77% delle ricorrenze, mentre per quanto riguarda gli altri termini si assiste ad un aumento contenuto delle pubblicazioni. Nell’insieme si può osservare un contributo più importante dei termini “rotazioni colturale” e “pratiche agricole” che presentano il 46% e il 37% delle ricorrenze. Con riferimento a una selezione di articoli rappresentativi, l’analisi mostra che le domande di ricerca sono legate principalmente alle relazioni funzionali tra elementi spaziali. Da questa tendenza si possono identificare due orientamenti principali in termini di approcci territoriali: il primo legato ai processi e servizi agro-ambientali, il secondo legato ai processi decisionali (Tabella 5).



⁶ Per illustrare la tendenza della disciplina agronomica, è stata effettuata una ricerca tramite il database Scopus nella categoria “Life Sciences” e per lo stesso periodo e gli stessi criteri di quelli indicato nel paragrafo precedente.

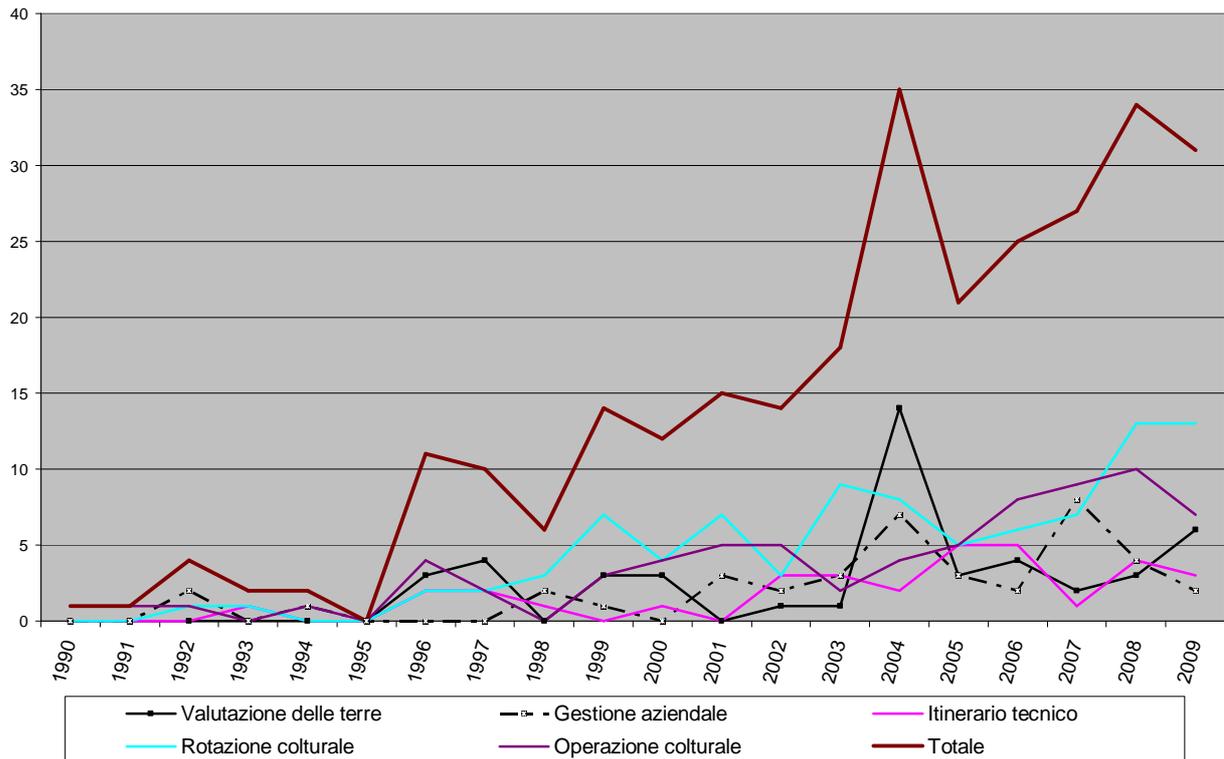


Figura 8: I risultati dell'analisi bibliometrica In alto: associazione del termine territorio ai diversi sistemi. In basso: associazione del termine territorio ad altre nozioni legate alla gestione.

Figure 8 : Résultats de l'analyse bibliométrique. En haut : association du terme territoire avec les concepts liés à la notion de système. En bas : association du terme territoire avec les autres concepts liés à la gestion de la parcelle, de l'exploitation agricole et du territoire.

Nel primo gruppo le domande di ricerca tendono ad analizzare relazioni funzionali all'interno degli agro-ecosistemi di un territorio, mentre nel secondo gruppo l'obiettivo è analizzare le relazioni funzionali di un agro-ecosistema rispetto ad alcuni elementi contestuali quali ad esempio i cambiamenti di politiche o di uso del suolo. Alcuni degli articoli selezionati sono stati riportati in Tabella 5 per rappresentare gli aspetti principali del dibattito in corso. A partire da queste tendenze si può quindi formulare un quadro di analisi dell'agronomia territoriale applicato allo studio delle funzioni agro-ambientali.

Da cui emergono tre poli di ricerca: un primo polo riguarda le attività agricole, in termini di sistema colturale o di singole pratiche agricole (o operazioni colturali); il secondo polo riguarda i processi agro-ambientali come ad esempio l'erosione, i flussi di geni, la lisciviazione; il terzo polo riguarda l'organizzazione spaziale dei territori e quindi in definitiva le configurazioni spaziali dell'uso del suolo (Figura 9).

Tabella 5: Descrizione sintetica di alcuni articoli selezionati dalla ricerca bibliografica⁷.

Tableau 5 : synthèse d'une lecture parallèle d'articles associant le terme territoire à des mots-clés propres à l'agronomie.

Parola chiave	Processi e servizi agro-ambientali	Processi e servizi decisionali
Gestione colturale	PROCESSI; e.g. <i>effetto su: flussi di nutrienti</i> [Hao et al., 2002; Dharmakeerthi et al., 2005; Causarano et al., 2007]; <i>apporti idrici</i> [Timlin et al., 2001] SERVIZI: <i>contributo per la biodiversità</i> [Booij, 1992; Cheesman, 1998; Kragten and de Snoo, 2008]	PROCESSI; e.g. <i>passaggio alla non-lavorazione</i> [Logsdon and Karlen, 2004], <i>controllo di patogeni</i> [Van Mele and van Lenteren, 2002]
Rotazione colturale	PROCESSI; e.g. <i>flussi di nutrienti – N, P, sostanza organica</i> [Jankauskas e Jankauskiene, 2003; Garcia-Prézac et al., 2004; Portela et al., 2009] SERVIZI; e.g. <i>contributo della rotazione a: struttura del paesaggio e del territorio</i> [Schmit and Rounsevell, 2006; Castellazzi et al., 2007; Thenail et al., 2009], <i>biodiversità</i> [Berg, 2002; Thies et al., 2008; Henderson et al., 2009]	PROCESSI; e.g. <i>adattamento delle pratiche ai processi ambientali</i> [Farella et al., 2007], <i>decisioni sulla localizzazione delle colture</i> [Castellazzi et al., 2008] SERVIZI; e.g. <i>benefici economici da diverse rotazioni</i> [Verch et al., 2009; Zhou et al., 2009]
Gestione aziendale	SERVIZI; e.g. <i>effetti della gestione su: biodiversità</i> [Chapman and Ribic, 2002; Harvey et al., 2005; Dorrough et al., 2007; Joannon et al., 2008]	PROCESSI; e.g. <i>effetto dei cambiamenti di gestione sull'intensità di pascolo</i> [Riedel et al., 2007], <i>sulle condizioni di lavoro in azienda</i> [Van Calker et al., 2007], <i>sull'organizzazione spaziale dell'azienda</i> [Thenail and Baudry., 2004]
Potenzialità dei terreni	PROCESSI; e.g. <i>erosione</i> [Navas et al., 2005; Thwaites and Slater, 2000] SERVIZI; e.g. <i>potenzialità produttive e: paesaggistiche</i> [Kato et al., 1997], <i>conservative della biodiversità</i> [Wu and Smeils, 2000], <i>sinergiche con diversi comparti ambientali</i> [Bastian and Röder, 1998]	PROCESSI; e.g. <i>trasformazione dei terreni agricoli in risposta a fattori sociali e ambientali</i> [Abdullah and Nakagoshi, 2007; Olarieta et al., 2008] SERVIZI; e.g. <i>valutazione delle vulnerabilità dei terreni agli incendi</i> [Hessburg et al., 2007]
Sistemi colturali	PROCESSI; e.g. <i>flussi di material e di energia</i> [Auserwald et al., 2006; Moncrief et al., 2005], <i>flussi di geni</i> [Angevin et al., 2008; Colbach et al., 2009; Devos et al., 2009; Lacombe et al., 2009]; <i>erosione</i> [Tulkelboom et al., 1999; Atreya et al., 2006] SERVIZI; e.g. <i>effetti dei sistemi colturali su: biodiversità</i> [Pywell et al., 2005; Bilenca et al., 2007]; <i>servizi ambientali in genere</i> [Huffman et al., 2000; Charles et al., 2006]	PROCESSI; e.g. <i>design e valutazione di nuovi sistemi colturali</i> [Garcia-Prézac et al., 2004; Tonitto et al., 2006]; <i>adattamento dei sistemi colturali ai cambiamenti climatici</i> [Ingram et al., 2008] SERVIZI; e.g. <i>organizzazione spaziale dei sistemi colturali</i> [Jouve, 2006]; <i>valutazione spaziale dei sistemi colturali per i decisori</i> [Meyer-Aurich et al., 1998]
Sistemi produttivi	SERVIZI; e.g. <i>effetti su: conservazione del paesaggio</i> [Van Mansvelt et al., 1998; Thenail (2002); Norton et al., 2009], <i>biodiversità</i> [Aviron et al., 2005; Lacombe et al., 2009], <i>degradazione dei suoli</i> [Preston, 2008], <i>servizi ambientali in senso ampio</i> [Pulido and Bocco, 2003, Ekroos et al., 2007]	PROCESSI; e.g. <i>adattamento dei sistemi produttivi rispetto a: cambiamenti delle politiche</i> [Caballero, 2001; Cots-Folch et al., 2009;], <i>paesaggio aziendale</i> [Thenail et al., 2009], <i>cambiamento climatico</i> [Howorth and O'Keefe, 1999]. SERVIZI; e.g. <i>cambiamenti della produttività dei sistemi</i> [Lu e Li, 2006], <i>effetti dell'uso di colture GM o non GM</i> [Coleno et al., 2009], <i>valutazione dei sistemi per i decisori politici</i> [Neufeldt and Schäfer, 2008] o <i>per altri stakeholders</i> [de Ven and van Keulen, 2007]
Sistemi agricoli	PROCESSI; e.g. <i>impatto ambientale dei sistemi agricoli</i> [Moorman et al., 2004; Tiessen et al., 2007] SERVIZI; e.g. <i>valutazione dei servizi di sistemi agricoli esistenti e futuri</i> [Gomez Sal and Gonzalez Garcia, 2007; Van Cauwenbergh et al., 2007; Bryan et al., 2008]	PROCESSI; e.g. <i>adattamento dei sistemi agricoli rispetto a: cambiamenti climatici</i> [Neufeldt and Schäfer, 2008; Philpott et al., 2008; Quiroga and Iglesias, 2009]; <i>aumento della densità di popolazione</i> [Meertens et al., 1996]; <i>modernizzazione dell'agricoltura</i> [Sancho Comins et al., 1993] SERVIZI; e.g. <i>valutazione dei servizi agro-ambientali per i decisori</i> [Dahlberg, 1992; Meyer-Aurich et al., 1998; Adriaesen et al., 2003]

⁷ Le parti sottolineate in grigio indicano le tematiche prevalenti.

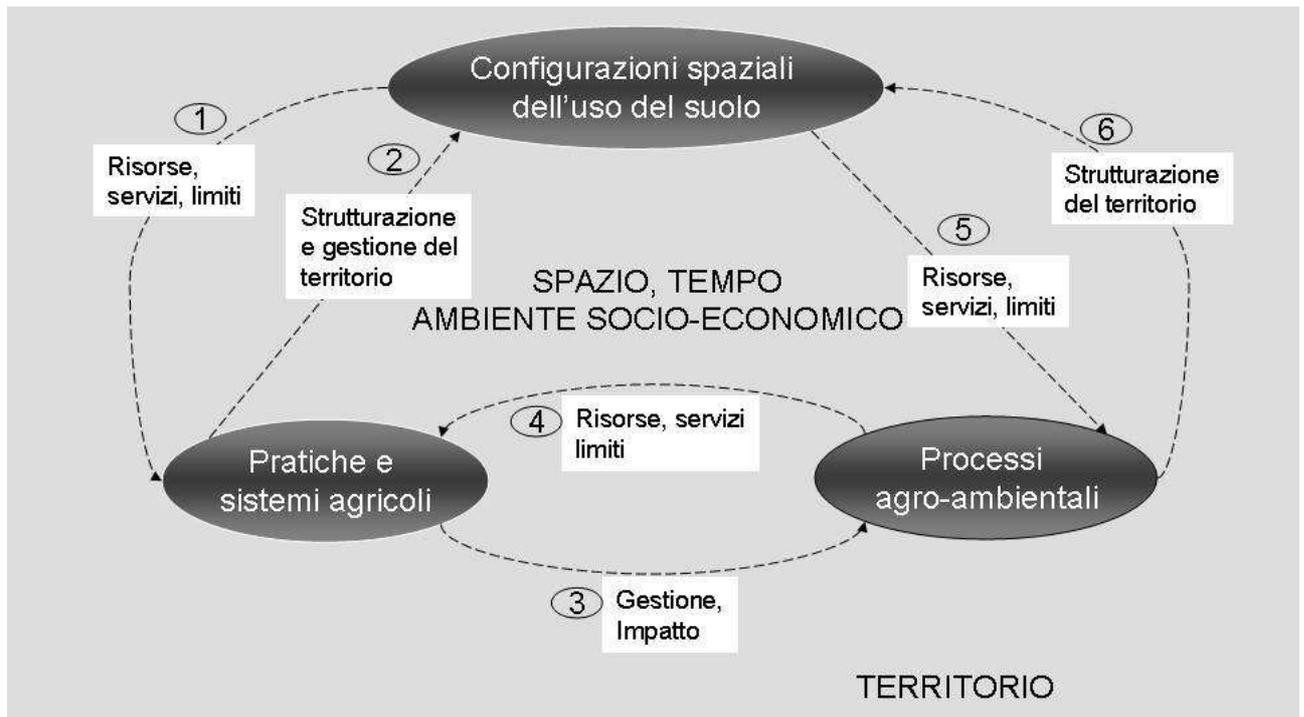


Figura 9: quadro analitico dell'agronomia territoriale trasferibili allo studio delle funzioni agro-ambientali (rielaborazione da Rapey et al., 2008; Moonon et al., 2010; Benoit et al., non pubblicato).

Figure 9 : proposition de cadre d'analyse en agronomie des territoires, mobilisable pour l'étude des fonctions agro-environnementales (élaboration de Rapey et al., 2008 ; Moonen et al., 2010 ; Benoit et al., non publié).

Nel suo insieme il quadro analitico appena descritto è stato elaborato per affrontare lo studio delle funzioni agro-ambientali a scala territoriale nel corso del progetto di tesi.

Depuis quelques décennies, en agronomie, comme dans d'autres disciplines telles que l'écologie et la planification, de plus en plus de travaux font référence au territoire, même si le sens donné et l'utilisation faite de ce concept reste très variable selon les auteurs et selon l'origine linguistique. C'est ainsi que les agronomes francophones relient souvent le mot de landscape au mot français de paysage, mais rarement celui de territoire ; quant aux agronomes anglophones, ils utilisent rarement le mot de territory concernant des espaces appropriées, même s'il commence à apparaître. Une analyse bibliométrique permet d'identifier les contributions spécifiques de l'agronomie dans les recherches s'intéressant aux territoires. Une analyse approfondie a été réalisée à partir de quelques articles sélectionnés associant des mots-clés de l'agronomie (tels que : système de culture, système de production, rotation culturale) avec celui de territoire. Deux grands types de recherche ont émergé : l'un concernant les processus agro-écologiques, l'autre les processus de décision d'agriculteurs ou de gestionnaires locaux. Le premier type est constitué de travaux relatifs aux effets des activités agricoles sur les processus environnementaux et sur ce qu'il en résulte pour l'environnement. Le deuxième type concerne plutôt des travaux relatifs aux effets des politiques agro-environnementales sur les activités agricoles, et aux leviers d'actions en termes de changements de pratiques des agriculteurs. Concernant l'évaluation des effets des systèmes et pratiques agricoles, les recherches présentent deux orientations majeures : l'une concerne les effets par rapport aux ressources agro-environnementales, l'autre les effets sur la structuration et l'organisation spatiale du territoire. Ces différents constats issus de l'analyse bibliographique nous ont amenés à représenter schématiquement les différentes contributions de l'agronomie à l'analyse des fonctions agro-environnementales, et à clarifier ce que nous entendons par "agronomie des territoires". Ce courant de l'agronomie prend en compte plus particulièrement trois objets de recherche - les systèmes et pratiques agricoles, les processus agro-environnementaux et les configurations spatiales de l'occupation du sol - ; de plus, il s'intéresse à ce qui relie ces objets, soit en tant que ressource, soit en tant que processus de transformation. Actuellement, les différentes recherches correspondant à ces objets et à leurs liens ne proviennent pas exclusivement d'agronomes. Ces derniers abordent surtout les relations entre pratiques agricoles et processus agro-environnementaux, ou entre pratiques agricoles et configurations spatiales de l'occupation du sol. D'autres aspects sont traités en écologie du paysage (relations entre les configurations spatiales et les processus environnementaux) ou en géographie (relations entre systèmes agricoles et configurations spatiales de l'occupation du sol). Nous considérons ce cadre d'analyse comme particulièrement approprié pour la caractérisation des fonctions agro-environnementales, étant donné ses objets d'analyse principaux et les liens sur lesquels se concentrent l'attention (structuration du territoire / activités agricoles / processus agro-environnementaux).

Seconda Parte - Metodologia

3 - L'impostazione della ricerca

3.1 L'obiettivo e le ipotesi di ricerca

Lo stato dell'arte ha evidenziato come un campo di indagine di estremo interesse per perseguire obiettivi di sostenibilità nella gestione dei territori sia quello della messa a punto (concezione e applicazione) di metodologie in grado di valutare il soddisfacimento di funzioni agro-ambientali a scala territoriale. Al tempo stesso l'analisi della produzione scientifica ha rilevato la scarsità e la lacunosità di studi di questo tipo, da cui la scelta di affrontare la problematica con il presente progetto di tesi che ha acquisito come proprie ipotesi di ricerca i seguenti riscontri scientifici:

- le attività agricole utilizzano e strutturano lo spazio in funzione dell'ambiente bio-fisico e dei sistemi agricoli che vi sono presenti o che si sono nel tempo sviluppati (Deffontaines, 1998; Bonari et al., 2006);
- l'utilizzo e l'organizzazione dello spazio da parte delle attività agricole hanno effetti sui processi agro-ambientali, e.g. i processi idrologici (Van Kessel and Wendroth, 2001), quelli di erosione (Bonari, 1993), i flussi di geni (Colbach et al., 2009);
- i cambiamenti di stato delle risorse naturali (aria, acqua, suolo, flora e fauna, paesaggio), implicate nei processi agro-ambientali, possono essere oggetto di specifiche aspettative da parte della società, e.g. lo stato delle acque superficiali o sotterranee (Tucker e Napier, 2001), la fertilità del suolo (Colombo et al., 2006), le contaminazioni da parte di organismi geneticamente modificati;
- gli obiettivi attesi sono costruzioni sociali, quindi non solo variabili nel tempo e nello spazio, ma anche in funzione degli attori sociali da cui sono espressi (Mc Henry, 1996; Frouws, 1998; Hall et al., 2004);
- quando le attività agricole permettono di soddisfare gli obiettivi attesi, si realizzano servizi per la società in quanto espressione di funzioni soddisfatte dall'agricoltura (Boody et al., 2005).

Se da un lato, quanto appena descritto costituisce una cornice di riferimento condivisa, tanto da essere acquisita come ipotesi della ricerca, dall'altro, lo stato dell'arte ha evidenziato come la tematica della multifunzionalità e delle funzioni si caratterizzi per significati non univoci. Da una lettura critica dei diversi significati attribuiti sono state elaborate le categorie analitiche su cui si basa il presente progetto di tesi:

- *risorsa agro- ambientale*
- *aspettativa agro-ambientale,*
- *funzione agro-ambientale,*
- *soddisfacimento di funzione agro-ambientale,*
- *valutazione di funzione agro-ambientale*
- *configurazione spaziale dell'uso del suolo.*

Per *risorsa agro-ambientale* (e non ambientali o naturali) si intende il capitale naturale che viene utilizzato o modificato dall'esercizio dell'attività agricola che quindi ne condiziona la qualità (Hein et al., 2006).

Per *aspettativa agro-ambientale* si intende l'obiettivo che la società si propone (es, attraverso gli indirizzi politici, gli strumenti di pianificazione e programmazione) per la conservazione delle risorse agro-ambientali, tra cui si annoverano l'aria, l'acqua, il suolo, la biodiversità, il paesaggio per le interazioni che queste hanno con l'esercizio delle attività agricole (Liu e Taylor, 2002; Bastian e Lütz, 2006).

Per *funzione agro-ambientale* si intende la relazione esistente tra un'entità spaziale ad uso agricolo e un'aspettativa agro-ambientale (Figura 10). In altre parole, è l'aspettativa spazializzata, cioè riferita ad un'entità spaziale che può avere una natura di vario tipo ma che ha la caratteristica principale di essere oggetto di pratiche agricole (elemento del paesaggio come siepe o reticolo scolante, appezzamento, territorio aziendale, regione agricola) (Rapey et al., 2006). L'esistenza di una o più funzioni agro-ambientali è quindi una proprietà dello spazio agricolo all'interno di un territorio (Caron, 2005) e tale territorio può essere rappresentato, ad esempio, dalla superficie di un'azienda o di più aziende, da un distretto agricolo, da un ambito amministrativo.

Per *soddisfacimento della funzione agro-ambientale* si intende la capacità di una funzione agro-ambientale (quindi dell'entità spaziale a cui si riferisce) a soddisfare un'aspettativa agro-ambientale.

Per *valutazione di una funzione agro-ambientale* si intende la valutazione del diverso grado di soddisfacimento che una funzione svolge rispetto ad un'aspettativa agro-ambientale. Tale valutazione è di interesse per l'applicazione o la valutazione di politiche agro-ambientali e, in generale, degli strumenti di gestione di un territorio, per comprendere il funzionamento agro-ambientale di un territorio o, più nello specifico, di un sistema interaziendale o aziendale.

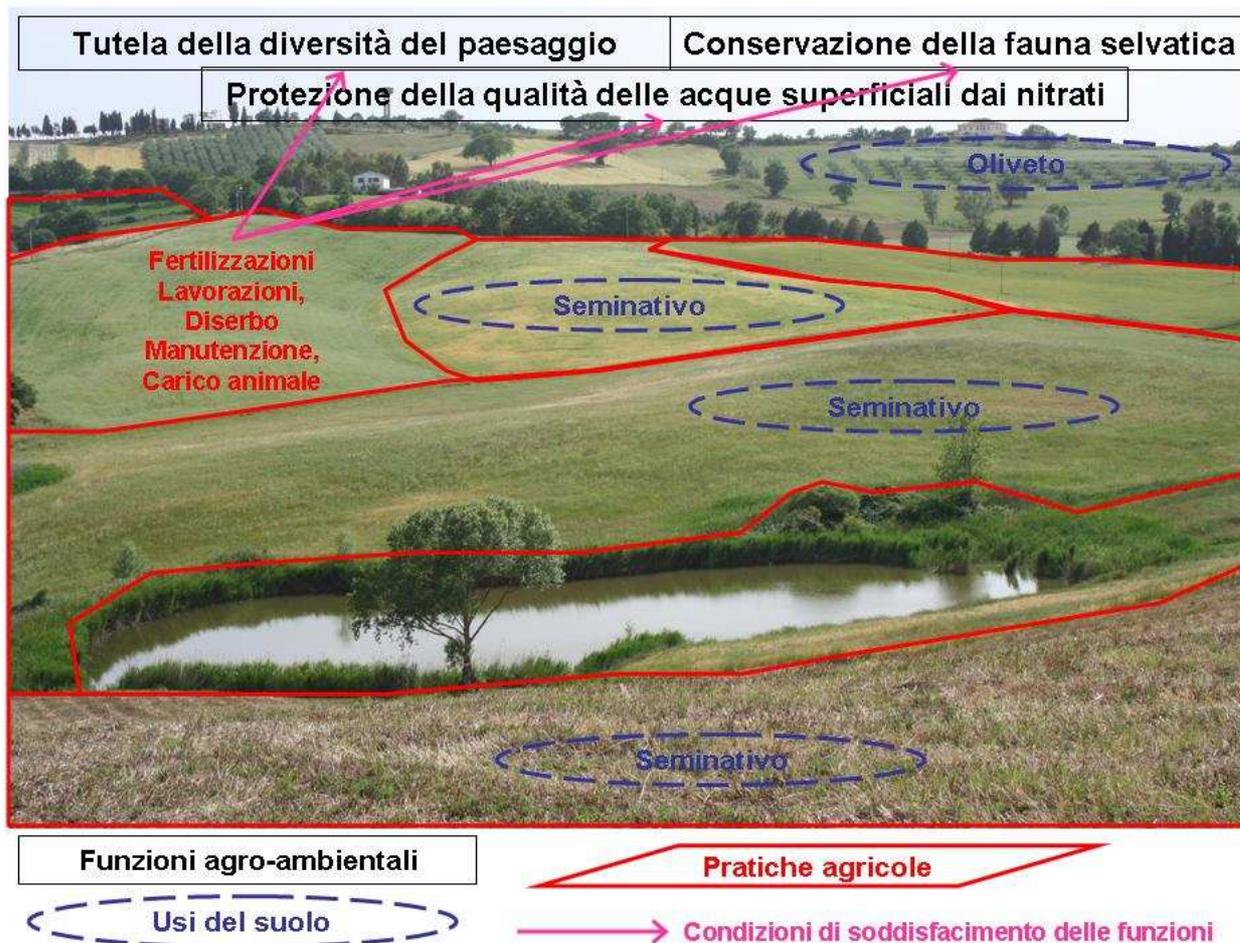


Figura 10: esempio di lettura spaziale delle funzioni agro-ambientali di un territorio agricolo
Figure 10: exemples de lecture spatiale des fonctions agro-environnementales d' un territoire.

Infine per *configurazione spaziale dell'uso del suolo* si intende il prodotto visibile delle attività agricole sul territorio in termini di forma, organizzazione e destinazione dell'uso del suolo. In un territorio tali fattori si combinano dando luogo a segni simili e ripetuti che quindi possono essere identificati da un punto di vista spaziale (Galli et al., 2006). La composizione di tali elementi è altrimenti definibile come configurazione spaziale dell'uso del suolo.

Le ipotesi di ricerca declinate nelle categorie analitiche appena descritte trovano nell'ecologia del paesaggio alcune evidenze applicative attraverso prove di campo, soprattutto negli studi in cui si mettono in relazione i processi ecologici e le configurazioni spaziali dell'uso del suolo. Si richiamano, tra gli altri, gli studi di Aviron et al. (2005) che ha evidenziato come in Bretagna un paesaggio molto ricco di piccoli appezzamenti a prato permanente circondati da siepi e di boschetti sia favorevole ad alcune specie di carabidi, e di Ouin et al. (2000) che invece ha rilevato come le siepi siano sfavorevoli ad alcuni roditori che le vedono come una barriera. Collinge (1998) ha invece dimostrato che non è l'esistenza di corridoi di vegetazione naturale che

permettono la conservazione delle specie, ma la dimensione relativa delle aree omogenee a vegetazione naturale e dei corridoi che le mettono in collegamento. Alcuni autori hanno cercato di riprodurre questo tipo di studi sui processi ambientali. Ad esempio, per quanto riguarda il trasferimento di particelle di inquinanti, Viaud (2004) ha messo in relazione la diversità del paesaggio con la funzione di protezione delle acque svolta dalle siepi.

In generale, però, gli studi che si riferiscono alle relazioni tra configurazione spaziale dell'uso del suolo e processi ambientali sono pochi, riferiti a casi di studio molto locali in cui non è definito il dominio di validità e spesso considerano un solo processo ambientale. Per questo motivo, non disponiamo in questo momento di informazioni riguardanti le relazioni tra configurazione spaziale e molteplici processi ambientali, né tantomeno molteplici funzioni ambientali. Quindi, non possiamo fare delle ipotesi su tali relazioni ed adottiamo un approccio di tipo induttivo. Il vantaggio di considerare l'uso del suolo è di essere un elemento facilmente acquisibile a diverse scale spaziali. Infatti, a una scala aziendale o comprensoriale tale dato può essere acquisito, ad esempio, attraverso interviste in azienda o analisi di foto aeree, ad una scala regionale attraverso l'analisi di foto aeree o di immagini satellitari, ad una scala continentale attraverso l'analisi di immagini satellitari. Questa facilità di acquisizione rende quindi possibile individuare le configurazioni spaziali dell'uso del suolo anche ai livelli spaziali che comprendono le scale d'azione e valutazione delle politiche e degli strumenti di gestione territoriale.

3.2 Le domande di ricerca

Alla luce dei criteri enunciati nei paragrafi precedenti, la domanda di ricerca risulta essere la seguente:

Come si può caratterizzare il soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali di un territorio così da costruire un indicatore spaziale di tale soddisfacimento?

Tale domanda di ricerca implica un certo numero di questioni metodologiche.

In una prima fase queste domande riguardano le funzioni agro-ambientali:

Come identificare gli obiettivi agro-ambientali di un territorio? Come identificare le funzioni agro-ambientali di un territorio? A quale scala spaziale identificarli?

In una seconda fase invece, riguardano maggiormente il loro soddisfacimento:

Come caratterizzare il soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali? A quale scala di analisi? Come considerare l'interazione tra condizioni geo-fisiche e di gestione agronomica di funzioni diverse?

In una terza fase, invece, l'oggetto di ricerca sono le configurazioni spaziali dell'uso del suolo:

Come identificare le configurazioni spaziali dell'uso del suolo? A quale scala identificarle?

Infine, per quanto concerne la relazione tra le funzioni agro-ambientali e le configurazioni spaziali dell'uso del suolo:

Come mettere in relazione le configurazioni spaziali dell'uso del suolo con il soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali in un territorio? A quale scala di analisi? Per quale dominio di validità? Come trasporre i risultati alla scala territoriale?

Nei precedenti paragrafi è stata già evidenziata l'opportunità di riferirsi a scale territoriali per contribuire a una gestione sostenibile delle risorse naturali valorizzando le funzioni ambientali proprie dell'agricoltura. La scala territoriale rappresenta un valore aggiunto non solo in termini scientifico-conoscitivi, ma anche perché garantisce una più efficace gestione del territorio attraverso gli strumenti di pianificazione e programmazione. E' stata, infatti, evidenziata la necessità di produrre metodi che supportino, da un lato, la localizzazione degli interventi e, dall'altro, che permettano una valutazione delle priorità gestionali. Nel caso delle funzioni agro-ambientali la pianificazione e la programmazione territoriale necessitano metodologie capaci di valutare spazialmente come le funzioni agro-ambientali rispondano agli obiettivi perseguiti dalle politiche e dalle normative di settore alle proprie scale di implementazione (regionale e sub regionale). Con queste finalità è stata elaborata l'impostazione metodologica di ricerca.

Plusieurs des mots et des concepts nécessaires pour présenter la caractérisation des fonctions prennent des sens différents selon les utilisateurs et leur positionnement professionnel ou scientifique ; parfois, aussi, les utilisateurs n'explicitent pas les liens avec les activités agricoles. Ceci nous a conduits dans un premier temps à préciser le sens retenu pour ces concepts centraux de la thèse, tels que ressources, attentes et fonctions agro-environnementales, réalisation de fonctions ou configurations spatiales de l'occupation du sol.

Comme nous l'avons évoqué en fin de première partie, le concept de fonction agro-environnementale prend pour nous le sens d'une relation entre une attente environnementale (exprimée par des acteurs ne faisant pas obligatoirement un lien explicite avec l'agriculture) relative à la gestion de ressources naturelles (eau, air, sol, habitat, paysage) et des entités spatiales qui sont connues (par des experts des questions agricoles ou environnementales, tels que des agronomes ou des écologues) pour être le lieu d'interactions entre les activités agricoles et les processus environnementaux (parcelles de bord de rivière ou en lisière de forêts ou de zones habitées). Contrairement à la plupart des définitions existantes de ces fonctions, les activités agricoles sont ici explicitement constitutives de ces fonctions et de leur réalisation. La réalisation d'une fonction signifie alors que des caractéristiques spatiales de parcelles agricoles (pratiques, milieu) créent les conditions pour satisfaire les attentes exprimées. Différentes approches de la réalisation des fonctions existent ; en s'appuyant sur le travail de Merot et al., (2006) nous considérons que la réalisation des fonctions est soit a) "potentielle", quand elle se base sur des indicateurs indirects ou des hypothèses simplifiées quant à la contribution des pratiques agricoles et du milieu pour satisfaire des attentes environnementales , b) "effective", quand elle se base sur des mesures indirectes de fonctionnement agro-environnemental ou des indicateurs de pratiques agricoles et de milieu, c) "efficace", quand elle se base sur des mesures de fonctionnement des processus agro-environnementaux. Ces définitions intègrent et donnent donc un rôle important aux interactions entre les pratiques agricoles et les milieux dans lesquels elles sont exercées. Pour ce qui est des configurations spatiales de l'occupation du sol, il s'agit à l'origine d'un concept de l'écologie du paysage, défini par Forman (1995). Nous considérons ici qu'il s'agit d'une combinaison répétée dans l'espace, à un instant donné, de différents modes d'occupation agricole du sol (cultures annuelles, prairies temporaires ou permanentes), autour d'éléments spatiaux fixes qui sont source de contraintes ou de services pour les agriculteurs (murets, arbres, routes, rivières). Comme précédemment, cette définition donne une place importante aux interactions entre les pratiques agricoles et les territoires dans lesquelles elles interviennent.

En fonction du type d'objectif donné à la caractérisation des fonctions (décrire, comprendre ou accompagner), la démarche n'a pas à explorer les mêmes niveaux ou points d'approfondissements, ni à s'appuyer sur les mêmes références ou postulats ; il est donc important de préciser à ce niveau les objectifs de la thèse. Notre priorité est de montrer la

faisabilité et l'intérêt d'une caractérisation articulant les différents niveaux d'organisation des activités agricoles qui participent à l'élaboration des fonctions agro-environnementales dans un territoire : du niveau le plus englobant tel que le territoire d'intervention d'une politique agro-environnementale, au niveau le plus élémentaire de cette organisation telle que la parcelle d'usage. Il ne s'agit pas d'apporter des connaissances sur les processus environnementaux et leurs interactions avec les activités agricoles comme le font le plus souvent les travaux d'agronomes. De ce fait, pour le niveau du territoire d'intervention, nous avons mobilisé des données de caractérisation spatiale provenant de bases existantes, afin d'évaluer la variabilité des fonctions dans un tel territoire. Pour le niveau de la parcelle agricole, nous avons utilisé des données issues de nos enquêtes, effectuées sur des secteurs restreints et sélectionnés à partir de la caractérisation au niveau le plus englobant. Les résultats produits sont donc très spécifiques au territoire analysé, et leur généralité doit être testée et discutée par des comparaisons avec ceux d'autres territoires. Du point de vue temporel, étant données les sources d'information mobilisées, la caractérisation développée ne peut porter que sur une période bien spécifique qui présente une validité de l'ensemble des données (i.e. : une campagne agricole pour laquelle on dispose de données existantes et de données d'enquête, tout en étant inscrite dans une période d'application d'une politique) ; elle ne permet donc pas, pour le moment, de traiter de variations annuelles dues aux modifications d'attentes environnementales ou aux changements de pratiques agricoles. Enfin, la démarche vise à permettre la validation d'une hypothèse qui permettrait ultérieurement de faciliter l'appréhension de la variabilité spatiale des fonctions et de leur réalisation dans un territoire, par le biais d'une simple caractérisation de configurations spatiales de l'occupation du sol. Pour permettre cela, nous voulons d'abord vérifier l'existence de configurations spatiales de l'occupation du sol, spécifiques à un territoire, qui distinguent les réalisations des fonctions dans ce territoire ; ces configurations permettraient alors de caractériser la variabilité spatiale de la réalisation des fonctions dans le territoire sans nécessairement considérer toutes les conditions de milieux et de pratiques liées à ces fonctions. Les éléments précédents permettent de formuler plus précisément la question centrale de la thèse : comment caractériser la réalisation des fonctions agro-environnementales dans un territoire, en intégrant les différents niveaux auxquels elles se définissent, afin d'en appréhender les variations de réalisation au sein de ce territoire ? Pour répondre à cette question, plusieurs questions méthodologiques se posent quant à l'identification des fonctions agro-environnementales dans un territoire : quels éléments de référence pour identifier ces fonctions, les attentes, les activités agricoles et les espaces concernés ? A quels niveaux et à quelles périodes ? D'autres questions méthodologiques concernent la caractérisation de la réalisation des fonctions : quels critères et quelles sources utiliser ? A quels niveaux et quelles périodes ? Comment dépasser l'hétérogénéité des références disponibles ? Comment considérer l'interaction entre des fonctions différentes ou

entre des conditions de réalisation des fonctions? Des questions se rapportent à l'identification des configurations spatiales de l'occupation du sol: comment les distinguer ? A quels niveaux ? Quelle validité ou reproductibilité dans le temps ? Comment les localiser ? Enfin, des questions portent sur la mise en relation des configurations spatiales de l'occupation du sol et de la réalisation des fonctions agro-environnementales : comment tester ces liens dans un territoire ? A quel niveau spatial ? Pour quel domaine de validité ? Nous ne détaillerons pas point par point les réponses à ces questions dans la suite de ce document. Il s'agit seulement de souligner ici l'importance, et d'explicitier la nature, des questions méthodologiques qui se posent dans une perspective de caractérisation des fonctions agro-environnementales dans un territoire ; ces différents aspects sont le plus souvent traités de manière très implicite dans les approches existantes.

4 - Metodologia generale della ricerca e casi studio

4.1 – Approccio globale

L'obiettivo generale della ricerca è la messa a punto di una metodologia in grado di valutare il soddisfacimento di funzioni agro-ambientali a scala territoriale, testando l'ipotesi che le configurazioni spaziali dell'uso del suolo permettono di valutare il soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali in un territorio.

Ciò implica alcune scelte metodologiche che è necessario premettere riferendosi a quanto affrontato nei casi di studio, rispettivamente in una regione italiana e in una regione francese.:

- la metodologia proposta non è finalizzata alla produzione di un modello o di uno strumento di supporto alle decisioni, ma si colloca in una fase precedente. Questa è qualificabile come una verifica di fattibilità metodologica. In questo senso la trattazione dei casi di studio è finalizzata a testare in due distinte situazioni, seppur con percorsi di ricerca e utilizzo di dati simili, la fattibilità della metodologia proposta. I risultati non sono quindi proposti per comparare differenze nel soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali.
- con l'applicazione della metodologia non intendiamo produrre conoscenza aggiuntiva sul funzionamento degli agro-ecosistemi quanto piuttosto mobilitare le conoscenze già disponibili per rispondere all'obiettivo della ricerca.
- giacché i concetti di funzione agro-ambientale e di attività agricola possono essere declinati a diverse scale spaziali, che evidenziano diverse caratteristiche, nel progetto di tesi sono considerate diverse scale spaziali di analisi.
- il soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali, valutato in questo lavoro di ricerca, è potenziale ed effettivo. Con riferimento al lavoro di Merot et al. (2006) consideriamo come potenziale una valutazione del soddisfacimento delle funzioni basata su ipotesi e su relazioni presenti in letteratura, mentre come effettiva una valutazione che si basa su relazioni testate che permettano di asserire come in un dato momento e con determinate condizioni le funzioni siano soddisfatte.
- dato che nella ricerca sono variabili sia le funzioni agro-ambientali sia la scala territoriale, sarà considerata costante la scala temporale. Si tratta di una semplificazione importante dato che i processi agro-ambientali - che interagiscono con le risorse agro-ambientali - sono in continuo cambiamento e che il funzionamento delle aziende

agricole, interagente con i processi agro-ambientali e con le configurazioni spaziali dell'uso del suolo, è anch'esso diverso non solo da un anno all'altro ma anche per cicli interannuale. Ciò implica che, da un lato, consideriamo come costanti le funzioni agro-ambientali identificate e, dall'altro, consideriamo il funzionamento delle aziende agricole al momento x come un dato costante.

Per quanto concerne la scala territoriale, il progetto di ricerca è sviluppato avendone a riferimento tre, ritenute le più pertinenti per le fasi di analisi:

- *la scala provinciale o regionale*, dove vengono espressi gli obiettivi delle politiche agro-ambientali (NUTS3 o NUTS2). Tale scala può risultare diversa a seconda dell'organizzazione amministrativa del paese studiato (Eurostat, 2003), in generale si riferisce a dimensioni di migliaia di chilometri quadri. Nel progetto di ricerca è stata adottata quella provinciale (NUTS 3) per il caso italiano e quella corrispondente del *Département* per il caso di studio francese. Verrà indicata nel testo come macro scala.

- *la scala intermedia delle regioni agro-ambientali* (che in alcuni studi vengono definite *agro-ecozones*, cf. Williams et al., 2008 oppure Castrignanó et al., 2010), che presentano caratteristiche omogenee dal punto di vista delle attività agricole e degli obiettivi delle politiche agro-ambientali. Tale scala intermedia non è definita esplicitamente e può quindi variare a seconda di quelli che sono gli input di analisi agro-ambientale che l'hanno generata. Essa generalmente si caratterizza per dimensioni di centinaia di chilometri quadri. Nel progetto di ricerca è stata adottata la scala costituita da gruppi di comuni per il caso italiano e da gruppi di *cantons* per il caso francese. Verrà indicata nel testo come meso scala.

- *la scala interaziendale*, che presenta plurime presenze aziendali orientate verso il medesimo sistema produttivo con caratteristiche omogenee di ambiente biofisico (Rizzo, 2009). Nel progetto di ricerca è stata adottata come scala interaziendale quella corrispondente ad un insieme di pixel vicini e verrà indicata come micro scala.

Ciascuna di queste scale è portatrice di informazioni relative al soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali, tuttavia la relazione tra il soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali e le configurazioni spaziali dell'uso del suolo può essere più propriamente studiata alla scala interaziendale, dove è possibile identificare, per l'estensione limitata, le forme di uso del suolo ripetute nello spazio e per la quale sono più facilmente accessibili le informazioni sulle pratiche agricole, gli usi agricoli del suolo e la loro localizzazione. Queste ultime tre tipologie d'informazioni sono basilari per caratterizzare il soddisfacimento effettivo delle funzioni agro-ambientali.

La scelta dell'area di studio su cui effettuare test e analisi non è un problema banale dato che il risultato può essere influenzato dalla diversità dei sistemi produttivi in essere e da come questi si sono sviluppati. Entrambi questi fattori influenzano ovviamente le configurazioni spaziali dell'uso del suolo.

Sulla base delle tre scale descritte in precedenza, la sequenza metodologica adottata prevede un *downscaling* a cui si associa la progressione nella valutazione del soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali a scala territoriale:

- alla scala MACRO è stata realizzata l'*identificazione di aree omogenee per le funzioni agro-ambientali* sulla base degli obiettivi di programmazione e pianificazione e dell'organizzazione delle attività agricole in grado di influenzare tali aspettative agro-ambientali.
- alla scala MESO è stata realizzata l'*identificazione di areali omogenei in termini di soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali* basato su delle ipotesi semplificate di funzionamento dei processi ambientali
- alla scala MICRO è stata realizzata l'*identificazione di areali omogenee in termini di soddisfacimento effettivo delle funzioni agro-ambientali* analizzando il funzionamento dei processi agro-ambientali tramite l'indagine dei sistemi colturali e degli itinerari tecnici propri dell'area di studio.

Quanto appena descritto ha assunto come categorie analitiche di riferimento i concetti di *funzione agro-ambientale* come la relazione esistente tra un'entità spaziale ad uso agricolo e un'aspettativa agro-ambientale, ricordando che per *aspettativa agro-ambientale* si intende l'obiettivo che la società si propone (es, attraverso gli indirizzi politici, gli strumenti di pianificazione e programmazione) per la conservazione delle risorse agro-ambientali (aria, acqua, suolo, biodiversità, paesaggio) per le interazioni che queste hanno con l'esercizio delle attività. Il *soddisfacimento della funzione agro-ambientale* risulta invece essere la capacità di una funzione agro-ambientale (quindi dell'entità spaziale a cui si riferisce) di soddisfare un'aspettativa agro-ambientale.

I passaggi dalla scala MACRO a quella MESO e dalla scala MESO a quella MICRO si sono ovviamente basati sul concetto di *identificazione e valutazione della funzione* ossia del diverso grado di soddisfacimento che una funzione svolge rispetto ad un'aspettativa agro-ambientale.

Il completamento del *downscaling*, in termini di valutazione del soddisfacimento effettivo a SCALA MICRO consente di verificare l'ipotesi di una relazione tra soddisfacimento

effettivo delle funzioni agro-ambientali e configurazioni spaziali dell'uso del suolo. Tale validazione consentirebbe, inoltre, la trasposizione delle valutazioni espresse in termini di soddisfacimento delle funzioni agli areali che presentano la stessa capacità potenziale di soddisfacimento a SCALA MESO laddove vi siano analoghe configurazioni spaziali. E' proposta in altre parole un'attività di *up-scaling* che è stata testata tramite analisi spaziale e statistica a scala MICRO e che rappresenta un'importante prospettiva di ricerca in termini di *upscaling*.

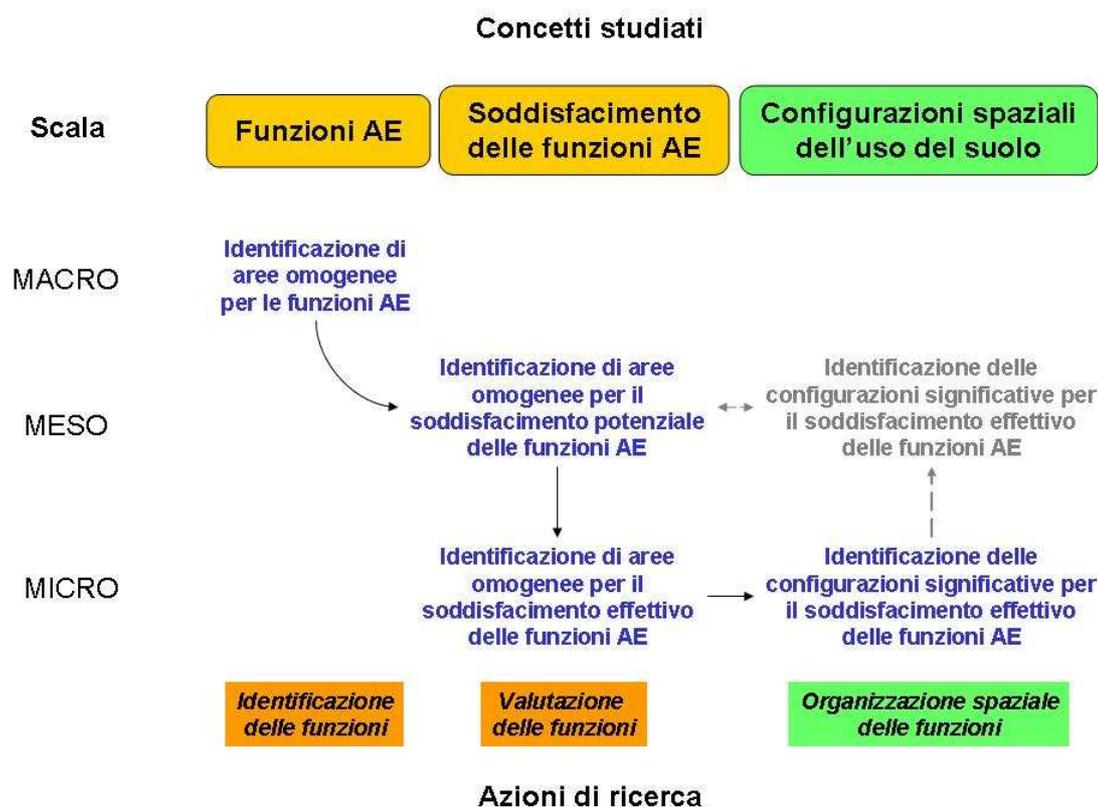


Figura 11: illustrazione della metodologia globale applicata nella ricerca⁸.
 Figure 11 : schéma de la méthode générale de la thèse.

L'impostazione metodologica della tesi è stata sintetizzata nella Figura 11, dove nella colonna a sinistra si visualizzano le tre scale di analisi considerate nella tesi e nella riga in alto i tre principali concetti sviluppati nella tesi. Come si può osservare in figura, la metodologia è basata su relazioni orizzontali e verticali. Le relazioni orizzontali rappresentano analisi e caratterizzazioni effettuate a una stessa scala spaziale, mentre le relazioni verticali rappresentano un cambiamento di scala.

Cfr - seconda parte.

⁸ Le frecce indicano le parti per cui sono prodotti risultati, la parte in grigio indica invece le prospettive di ricerca. AE significa agro-ambientale.

La méthode distingue et relie trois niveaux de caractérisation des fonctions (Figure 2). Le niveau le plus englobant est celui correspondant au lieu de décision pour la programmation des politiques agro-environnementales ; on peut à ce niveau identifier les fonctions agro-environnementales à partir de documents d'orientations existants (type NUTS 3). Un niveau intermédiaire infrarégional correspond à des agro-écozones, qui sont des secteurs homogènes du point de vue de la réalisation potentielle des fonctions agro-environnementales (sur la base d'indicateurs issus de bases de données). Il y a enfin le niveau le plus fin et le plus proche de celui classiquement abordé par l'agronome ; il s'agit du tissu d'exploitations, lieu d'interactions entre les activités agricoles et le milieu, qui conditionnent la réalisation effective des fonctions et qui fait apparaître des configurations spatiales de l'occupation du sol. C'est donc à ce niveau que nous testerons l'hypothèse concernant les liens entre la réalisation des fonctions agro-environnementales et les configurations spatiales de l'occupation du sol.

La première étape de la méthode a pour but de segmenter le "territoire de programmation" (NUTS 3) en zones présentant les mêmes fonctions agro-environnementales. Il s'agit ensuite, dans une deuxième étape, d'identifier des secteurs présentant une même réalisation potentielle des fonctions du fait des caractéristiques générales de l'occupation du sol et des milieux (cf. niveau "intermédiaire" ci-dessus). On opère donc progressivement un changement d'échelle de nature descendante (down-scaling). A l'inverse, la caractérisation qui s'opère au niveau du fonctionnement agricole, dans une troisième étape, identifiant des configurations spatiales de l'occupation du sol significatives d'un type de réalisation des fonctions, vise à permettre un changement d'échelle ascendant (up-scaling) vers le niveau infrarégional ("intermédiaire"). Dans cette étape, il s'agit de repérer des entités spatiales allant au delà d'ensembles de parcelles d'exploitation ; ces entités spatiales présentent la caractéristique d'être liées à des éléments spatiaux -naturels ou pas-, de correspondre à des configurations spatiales indicatrices d'une réalisation potentielle de fonctions.

4.2 La metodologia per fasi

Come appena descritto la metodologia ha sviluppato un processo di downscaling che si è realizzato attraverso tre fasi di ricerca corrispondenti a tre scale territoriali (MACRO, MESO, MICRO). Seguono alcune informazioni di dettaglio sulle fasi di ricerca già enunciate.

4.2.1 – Identificazione di aree omogenee per le funzioni agro-ambientali

a- Identificazione delle aspettative agro-ambientali: le aspettative agro-ambientali sono state spesso studiate per comprendere la diversità delle posizioni di diversi attori e portatori di interesse (Bills e Gross, 2005) o per assegnare un valore o un peso ad alcuni obiettivi agro-ambientali (Castoldi e Bechini, 2010). Nel progetto di tesi gli amministratori locali sono considerati attori-chiave, tra le diverse tipologie di “portatori di aspettative agro-ambientali”, essendo responsabili della definizione degli obiettivi perseguiti dalla programmazione territoriale nel rispetto di indirizzi sovraordinati (Nassauer e Opdam, 2008). Sono stati quindi acquisiti i documenti di programmazione, pianificazione e gestione agro-ambientale di uno stesso territorio e per periodi simili di applicazione quali fonti di base per l'identificazione delle aspettative agro-ambientali di un territorio. Per una loro migliore analisi sono state esaminate anche le politiche agro-ambientali da cui tali documenti sono derivati e il loro utilizzo ha previsto un'analisi testuale e del discorso da cui desumere gli obiettivi ambientali espressi sia in modo esplicito che implicito (Flick, 1998). Sottesi a tali obiettivi vi sono aspettative strettamente legate alla conservazione della natura in senso assoluto e aspettative legate alla gestione delle risorse naturali nelle aree agricole da parte degli agricoltori. Le chiavi di lettura utilizzate per l'analisi dei documenti hanno considerato tre macrocategorie: i sistemi agricoli (es. sistemi zootecnici, sistemi cerealicoli, sistemi vitivinicoli), i sistemi di produzione (convenzionali, biologici, *low-input*), le pratiche agricole (es. pascolo, fertilizzazione, irrigazione). Inoltre, con riferimento alle categorie prodotte da Thenail e Baudry (2001) che considerano tra le pratiche agricole anche quelle di manutenzione e gestione dello spazio agrario, ci siamo riferiti anche ad alcuni elementi dei territori agricoli quali ad esempio gli appezzamenti, la rete scolante, le siepi.

b- Organizzazione delle attività agricole: Una volta identificate le aspettative agro-ambientali, la loro localizzazione sul territorio in funzione delle attività agricole a cui si riferiscono, ha richiesto una caratterizzazione dell'organizzazione delle attività agricole.

Soprattutto alla scala regionale tale localizzazione risulta di difficile attuazione e rappresenta una domanda di ricerca aperta in letteratura (Doré et al., 2008; Mignolet et al., 2007). Il metodo delle tipologie, ovvero l'identificazione di elementi dalle caratteristiche simili, risulta ampiamente impiegato (Mignolet, 2005). Nel nostro caso, per i molteplici elementi da considerare, la nozione di sistema agricolo risulta abbastanza generale da poter essere applicata. Definiamo un sistema agricolo (Gras et al., 1989) come l'insieme dei sistemi di produzione che interagendo con le caratteristiche di un determinato territorio sono peculiari di un'area definita. Consideriamo quindi che alla scala provinciale esistano diversi sistemi agricoli e che tali sistemi agricoli possono essere definiti e localizzati tramite l'impiego di una tipologia di comuni identificabili sulla base di un insieme di caratteristiche proprie delle attività agricole in grado di descrivere i sistemi produttivi, i sistemi colturali e l'uso agricolo del suolo. I comuni rappresentano, infatti, la più piccola area amministrativa, ovvero la più piccola area a cui possono essere gestite le attività agricole e la gestione delle risorse naturali da parte degli amministratori locali.

c- Identificazione di aree omogenee per le funzioni agro-ambientali: la caratterizzazione del territorio, distinguendo le aree a cui sono attribuite le medesime aspettative agro-ambientali e che presentano i medesimi sistemi agricoli locali, permette di identificare le aree nelle quali lo svolgimento delle attività agricole supporta le stesse aspettative agro-ambientali. A ciò corrisponde l'identificazione delle aree che supportano le medesime funzioni agro-ambientali coerentemente alla definizione di funzione agro-ambientale adottata,. A differenza della maggior parte degli Autori, che hanno lavorato alla scala regionale o locale localizzando le funzioni sulla base di pixel e quindi, in definitiva, con una distribuzione sub-comunale (Gimona et al., 2007; Willemen et al., 2008), il progetto di tesi ha privilegiato l'ambito amministrativo comunale perché più coerente con le aree di intervento dei piani e programmi e, più in generale, delle politiche agro-ambientali.

4.2.2 Identificazione di aree omogenee per il soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali

a- Identificazione delle condizioni di soddisfacimento delle funzioni: ciascuna delle funzioni agro-ambientali che caratterizza un determinato territorio presenta specifiche condizioni di soddisfacimento. La valutazione di tali condizioni ha come contesto di riferimento le aree omogenee per le funzioni agro-ambientali precedentemente

individuare (scala sub-provinciale e sopra-comunale). A questa scala la valutazione si riferisce al soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali basata, come già in precedenza enunciato, su ipotesi semplificate di funzionamento dei processi ambientali (sensu Merot et al., op. cit.). Questo implica quindi che per ognuna delle funzioni agro-ambientali di cui si voglia conoscere il grado di soddisfacimento, si identifichino i principali processi agro-ambientali implicati e quindi i fattori o condizioni che ne stanno alla base. Nel caso di alcune funzioni agro-ambientali, in letteratura esistono dettagliati studi: ad esempio, nel caso della protezione della qualità delle acque superficiali (Addiscot e Mirza, 1998) o della protezione della fertilità del suolo (Boardman e Poesen, 2006). Per altre invece, come la protezione dei paesaggi tradizionali o la conservazione della biodiversità, a causa del carattere locale o specie-specifico dei processi agro-ambientali implicati, le condizioni sono difficilmente descrivibili e la loro enunciazione si basa spesso per ipotesi di funzionamento. Il progetto di tesi non intende produrre una valutazione “assoluta” del grado di soddisfacimento delle funzioni, qual è ad esempio l’obiettivo dell’analisi dei rischi ambientali (Bonari, 1993; Van der Werf e Petit, 2002), ma una valutazione “relativa” identificando come le funzioni possano essere più o meno realizzate nell’area di studio. La scelta delle condizioni e dei descrittori più rilevanti per i casi di studio analizzati si è quindi basata su quattro criteri di scelta: Selezione delle condizioni che si possono conoscere a scala territoriale, dato che molto spesso le condizioni e i descrittori che ne derivano sono calcolati a scala di campo o di parcella sperimentale;

- non essendo in un quadro classico di analisi di rischi ambientali e quindi nel caso di una valutazione “assoluta”), selezione delle condizioni di soddisfacimento che presentano un certo grado di eterogeneità all’interno del territorio analizzato, dato che nel caso in cui esse siano molto omogenee non apportano nessuna informazione utile alla discriminazione a livello territoriale;
- per ciascun descrittore, da un lato, deve essere possibile definire la relazione esistente con il grado di soddisfacimento di ciascuna funzione (favorevole, mediamente favorevole, poco favorevole) e, dall’altro, deve essere possibile acquisire il dato spazializzato;
- dato che l’obiettivo è quello di identificare delle sub-aree che presentino uno stesso grado di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali, sganciandoci in questa fase dalla scala amministrativa, è prodotta una pixelizzazione casuale dell’area omogenea e riferito tutte le condizioni e i descrittori di condizioni a pixel

che presentassino una dimensione in grado di essere abbastanza ridotta per poter essere indicativi della scala locale e di minimizzare gli errori dei database spaziali utilizzati.

b- Caratterizzazione e localizzazione del soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali: sulla base delle condizioni selezionate come significative per il soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali e conseguentemente dei descrittori a scala territoriale di tali funzioni, il progetto di tesi intende identificare aree omogenee per il grado di soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali. Anche in questo caso, come per la scala precedente è utilizzato lo strumento delle tipologie. La tipologia di condizioni di soddisfacimento crea gruppi omogenei rispetto a valori quantificati delle condizioni di soddisfacimento e derivati tramite una somma lineare non pesata di punteggi assegnati a ciascun descrittore delle condizioni. Dato che ciascun descrittore è legato ad un pixel, i risultati ottenuti potranno essere quindi spazializzati e la distribuzione spaziale del soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali potrà essere analizzata.

4.2.3 Identificazione di aree omogenee per il soddisfacimento effettivo delle funzioni agro-ambientali

Anche quest'obiettivo ha previsto due azioni come nel caso precedente: l'identificazione dei descrittori e la valutazione del soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali. Tuttavia ci siamo collocati all'interno di aree omogenee per il soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali (gruppi di pixel) dove sono stati identificati le condizioni e i descrittori di soddisfacimento delle funzioni per la valutazione del soddisfacimento effettivo (sensu Merot et al., op. cit.). Questo implica l'acquisizione di un maggior grado di dettaglio circa il funzionamento dei processi agro-ambientali effettuato tramite l'analisi dei sistemi colturali e degli itinerari tecnici propri dell'area di studio. In questo caso quindi sono identificati anche descrittori di funzionamento dei sistemi colturali attraverso interviste nelle aziende agricole rappresentative dell'area di studio. La valutazione del soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali viene effettuata come nella fase precedente, escluso che l'unità spaziale elementare è l'unità di uso agricolo del suolo e non il pixel.

4.2.4 Identificazione delle configurazioni spaziali dell'uso del suolo identificative del soddisfacimento effettivo delle funzioni agro-ambientali

a- Identificazione e localizzazione delle principali configurazioni spaziali dell'uso del suolo: a partire dalle condizioni di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali è possibile identificare alcune componenti spaziali di tali condizioni di soddisfacimento. Ad esempio, interessarsi ai sistemi colturali implica un interesse per gli usi del suolo, mentre interessarsi all'idrologia dell'area implica un interesse per la rete scolante. Alcuni di tali elementi spaziali, come gli usi del suolo sono quindi direttamente prodotti dalle attività agricole, altri sono in parte prodotti e in parte sono elementi strutturanti il territorio agricolo. Questi ultimi elementi hanno le seguenti caratteristiche: a) possono essere elementi poligonali (es. boschi, aree artificiali, laghetti), lineari (es. siepi, strade, rete scolante) o puntuali (es. alberi isolati); b) possono costituire una risorsa o un fattore limitante per lo svolgimento delle attività agricole, infatti ad esempio un albero isolato può costituire un fattore limitante la meccanizzazione ma può anche essere una risorsa in termini di habitat per gli insetti utili; c) hanno una distribuzione spaziale che può essere continua o discontinua.

L'insieme degli usi del suolo e degli altri elementi spaziali che in un territorio danno luogo a combinazioni ripetute vengono qui definiti configurazioni spaziali dell'uso del suolo. Ai fini della presente analisi saranno considerate soltanto quelle combinazioni formate da elementi rilevanti per il soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali. Per poter quindi identificare e localizzare tali configurazioni spaziali dell'uso del suolo sarà necessario:

- conoscere gli usi del suolo e gli altri elementi spaziali rilevanti per il soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali
- descrivere e testare la rilevanza in termini di combinazioni ripetute di tali elementi spaziali
- localizzare le configurazioni spaziali identificate

Tali fasi dell'analisi sono impostate attraverso un alternanza di metodi qualitativi (reperimento degli elementi spaziali rilevanti per il soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali, osservazione in campo delle combinazioni ripetute di tali elementi), quantitativi (test statistici per l'identificazione di combinazioni ripetute di elementi spaziali all'interno dei pixel), ancora qualitativi (rappresentazioni grafiche semplificate delle principali configurazioni spaziali identificate) e, infine, quantitativi (test statistici per

la valutazione della significatività delle configurazioni identificate e analisi spaziali per valutarne la localizzazione).

b- Analisi delle relazioni tra configurazioni spaziali dell'uso del suolo e soddisfacimento effettivo delle funzioni agro-ambientali: a seguito delle precedenti analisi disponiamo quindi di diverse classi di soddisfacimento effettivo delle funzioni agro-ambientali e di diverse configurazioni spaziali dell'uso del suolo. Possiamo quindi testare l'ipotesi principale della tesi e verificare se esistano dei tipi di configurazioni spaziali dell'uso del suolo in grado di fornire informazioni sul soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali. Da un punto di vista spaziale, le classi di soddisfacimento delle funzioni sono state identificate nelle superfici delle aziende agricole intervistate, mentre le configurazioni spaziali dell'uso del suolo caratterizzano l'insieme dell'area di studio, quindi un territorio continuo. Al fine di analizzare le relazioni tra questi due elementi si è scelto di verificarne le sovrapposizioni spaziali e analizzarne le ricorrenze in termini di combinazioni. Ciò implica quindi che le relazioni testate sono limitate al territorio aziendale (quindi non interesseranno l'insieme dell'area di studio) e alle classi di soddisfacimento corrispondenti alle aziende intervistate, che però risultano essere rappresentative dell'area.

Nella seguente parte di risultati, illustreremo la valutazione del soddisfacimento effettivo e potenziale delle funzioni agro-ambientali partendo dallo schema illustrativo dell'agronomia territoriale (Figura 11). Per ciascun caso di studio e ciascuna funzione analizzata, sottolineeremo i processi agro-ambientali coinvolti, le pratiche agricole e le configurazioni spaziali del suolo che ne influenzano il soddisfacimento, oltreché a dare elementi sulla scala spaziale, temporale e sull'ambiente socio-economico di riferimento.

La première étape (au niveau NUTS 3) concerne l'identification et la localisation des fonctions agro-environnementales. Du fait de la définition retenue pour une fonction, on s'intéresse aux attentes environnementales concernant le territoire et son agriculture (identification et localisation). Les documents d'orientation et de programmation agro-environnementale servent de source d'information et de référence, au travers des enjeux environnementaux qu'ils décrivent pour le territoire. On s'intéresse aussi à l'identification et à la spatialisation des activités agricoles par le biais de données sur les systèmes agraires dans le territoire. Ils sont caractérisés à partir de données sur l'ensemble des exploitations agricoles provenant des recensements agricoles. Deux types de zonages sont produits (attentes environnementales et systèmes agraires) et sont croisés afin de distinguer des zones homogènes en terme d'attentes et de systèmes agraires, et donc en terme de fonctions agro-environnementales.

La deuxième étape porte sur l'identification et la localisation de secteurs ayant la même réalisation potentielle des fonctions agro-environnementales. Pour cela, nous avons repéré dans la bibliographie les principales conditions géophysiques et agronomiques (ces dernières étant caractérisées par le biais de l'occupation du sol du fait d'un manque de données à ce niveau) de réalisation des fonctions ciblées. Ceci permet d'identifier et de discriminer les descripteurs de réalisation des fonctions particulièrement pertinents pour segmenter le territoire étudié en agro-écozones. Chacune de ces zones correspond à un type de réalisation potentielle des fonctions.

La troisième étape vise à identifier des configurations spatiales de l'occupation du sol correspondant à un type de réalisation effective des fonctions. Pour cela, on renseigne d'abord les conditions agronomiques de réalisation des fonctions au niveau de parcelles d'exploitations enquêtées. On procède ensuite à la caractérisation fine de la réalisation des fonctions agro-environnementales pour les parcellaires des exploitations enquêtées. On identifie alors les principales occupations du sol, leur organisation dans l'espace et leurs relations de proximité avec d'autres éléments spatiaux (e.g. haies, routes, étangs), dans la zone exploitée par les agriculteurs enquêtés, à partir d'interprétation de photos aériennes et d'analyse de base de données spatiales existantes. Enfin, on teste les correspondances entre types de réalisation des fonctions et configurations spatiales de l'occupation du sol par analyse spatiale et statistique. Chacun de ces niveaux apporte donc une part de connaissances spécifiques sur les fonctions, leur localisation et leur réalisation dans le territoire.

4.3 I casi di studio: due regioni agricole europee

Dato che l'obiettivo della ricerca è prevalentemente metodologico, con l'analisi dei casi di studio non si intende proporre un approfondimento esaustivo delle funzioni agro-ambientali nelle due aree prese in esame. Al contrario, ci si propone di mostrare la pertinenza della metodologia per aree che presentino caratteristiche agricole e strutturali di diverso tipo. Per questo motivo, l'applicazione della metodologia alle aree di studio sarà costruita per aree campione e non riguarderà l'insieme dei territori presi in esame.

4.3.1 Descrizione dei casi di studio

Il Département del Puy-de-Dôme e la Provincia di Grosseto hanno rispettivamente una superficie di 7.970 km² and 4.504 km² (Figura 12) e sono localizzate entrambe nelle parti centrali dei Paesi di appartenenza. Il Puy-de-Dôme, situato all'interno della Francia, si può dividere geograficamente in tre regioni secondo la morfologia. Infatti, è tagliato da est a ovest da una successione di rilievi di origine vulcanica: la Chaîne des Puys, i Monts Dore e il Cézallier. Confinante con tale catena montuosa si trova una pianura detta Limagne che verso est confina con un'altra catena montuosa di origine vulcanica, il Livradois. Da un punto di vista idrologico il corso d'acqua principale è l'Allier, affluente della Loira. Inoltre nascono nel Puy-de-Dôme alcuni importanti fiumi come la *Garonne* e la *Dordogne*.

La Provincia di Grosseto confina ad ovest con il Mar Tirreno, ed è costituita da tre aree ben definite: le pianure costiere originarie dalla bonifica, le colline interne (Colline Metallifere, Colline del Fiora, Colline dell'Ombrone) e le aree montane (area amiatina).



Figura 12: localizzazione delle due aree di studio: il Département del Puy-de-Dôme in Francia (a sinistra) e la Provincia di Grosseto in Italia (destra).

Figure 12 : localisation des deux cas d'étude : le Département du Puy-de-Dôme en France (gauche) et la Province de Grosseto en Italie (droite).

In entrambi i casi si tratta di due importanti aree agricole con caratteri eterogenei al loro interno. In entrambi i contesti territoriali le pianure sono principalmente destinate a seminativi, le colline a sistemi misti e le montagne alla zootecnia estensiva. Inoltre entrambi presentano un gran numero di aree protette, vulnerabili e sensibili da cui un interesse crescente verso la conservazione delle risorse naturali e tradizionali. Viceversa gli elementi distintivi sono il clima di tipo oceanico - continentale nel caso francese e di tipo mediterraneo nel caso italiano, e i sistemi agricoli che sono complessivamente più orientati verso la zootecnia pascoliva nel caso francese e verso sistemi di tipo cerealicolo - zootecnico nel caso italiano. Nella Tabella 6 sono presentate le principali caratteristiche agricole e strutturali delle aree di studio.

Tabella 6: principali caratteristiche geografiche e agricole delle due aree di studio.

Tableau 6 : principales données géographiques et agricoles des deux cas d'étude.

	Département du Puy-de-Dôme (Francia)	Provincia di Grosseto (Italia)
Superficie totale	8012 km ²	4504 km ²
Densità di popolazione*	76 ab./ km ²	77 ab./ km ²
Uso agricolo del suolo*	54%	48%
Morfologia del territorio	200-1900 m slm	0-1700 m slm
Precipitazioni medie annue	600-1300 mm	600-1100 mm
Temperatura media annua	10 °C	14,5 °C
Numero di aziende agricole*	8560	18015
Superficie media aziendale*	45 ha	11,5 ha
Consistenza media zootecnica*	80.000 vacche da latte 90.000 vacche da ristallo	260.000 pecore 30.000 bovini
Manodopera aziendale*	1,3	2,4

In termini di dinamiche dei sistemi agricoli, la tendenza tra il 1990 e il 2000 vede, in entrambi i casi, un declino dei capi bovini, rispettivamente -37% in Provincia di Grosseto di capi bovini e -30% di vacche da latte in Puy-de-Dôme. Altre tendenze evidenziano invece una maggiore debolezza del sistema grossetano: es. per il numero delle aziende -30% contro (-1,8%), per la concentrazione della SAU nelle aziende professionali +3% contro +11%. Invece in termini di uso del suolo si distinguono per un diverso peso del prato permanente e dei seminativi: infatti se nel *Département* del Puy-de-Dôme il prato permanente rappresenta circa il 30% mentre i seminativi rappresentano il 20% della superficie agricola totale, nella Provincia di Grosseto i seminativi occupano circa il 45% della superficie agricola totale mentre il prato permanente occupa circa il 7%.

4.3.2 Importanza funzioni agro-ambientali nelle due aree di studio

Oltre alle progettualità sopracitate, queste aree di studio sono state selezionate anche per altri motivi. Entrambe le regioni hanno un valore stimato dei servizi eco-sistemici molto simile (Costanza et al., 1997).e presentano lo stesso peso percentuale dei

pagamenti agro-ambientali rispetto al reddito lordo delle aziende, compresa tra il 20% e il 50% (EEA, 2005). Questo indica che in entrambi i casi esiste un interesse non solo a livello di pianificazione pubblica ma anche di singoli imprenditori agricoli beneficiari di tali contributi ad una migliore conoscenza e valutazione delle funzioni ambientali delle attività agricole.

In entrambe le regioni, l'orientamento delle politiche territoriali punta a una valorizzazione delle risorse naturali, delle produzioni agricole sostenibili e del paesaggio agrario come strategia di sviluppo rurale (Provincia di Grosseto, 1999; Région Auvergne, 2005; Diren Auvergne, 2006; Provincia di Grosseto, 2006; Regione Toscana, 2007; Provincia di Grosseto, 2010). Quest'orientamento è dimostrato dalle superfici interessate da aree protette (73% della superficie provinciale a Grosseto, intorno al 50% nel Puy-de-Dôme), dalla presenza di aree sensibili e vulnerabili, dalla importante superficie agricola interessata da misure agro-ambientali.

Nous avons choisi deux territoires pour tester et affiner la mise en œuvre de la méthode dans des contextes européens contrastés du point de vue agricole, environnemental et territorial, connus des personnes et institutions encadrant la thèse. L'objectif de la thèse étant surtout méthodologique, les cas d'étude n'ont pas pour finalité de produire une analyse exhaustive de la réalisation des fonctions agro-environnementales ou de confronter différentes réalisations de ces fonctions. Il s'agit de tester et de montrer la pertinence et la faisabilité de la méthode dans des contextes agricoles, environnementaux et politiques différents.

Les territoires concernés sont des entités administratives de type NUTS 3, correspondant à un département français, le Puy-de-Dôme en région Auvergne (France), et à une province italienne, celle de Grosseto en région Toscane (Italie) (Figure 3). Il s'agit de deux territoires situés en zone respectivement continentale et méditerranéenne ; ils sont caractérisés par une diversité importante de milieux : morphologie (alternance de plaines, collines et montagnes), climat (secteurs plus humides et séchants, gradients de précipitations), pédologie. Pour ces deux territoires, l'occupation de l'espace est à dominante agricole et faiblement urbaine, avec des politiques agricoles et environnementales mettant fortement l'accent sur la préservation des ressources naturelles, la valorisation des productions agricoles de qualité et du paysage pour le développement des espaces ruraux. Du point de vue agricole, le cas français se caractérise par une dominante de prairies permanentes et d'élevages bovins (viande, lait) extensifs, d'une surface moyenne de 45 ha ; le cas italien présente une dominante de cultures avec des exploitations de petite taille (surface moyenne : 11,5 ha) en polyculture et polyculture-élevage.

4.4 L'acquisizione dei dati sui casi studio

4.4.1 Banche dati disponibili

Al fine di poter rispondere alle domande di ricerca, le principali esigenze in termini di dati per entrambe le regioni riguardano i documenti di programmazione e pianificazione agro-ambientale, l'uso del suolo, la morfologia del territorio, la qualità del suolo, l'idrografia, le principali caratteristiche strutturali e produttive delle aziende agricole. Dato che questo studio non è dinamico ma si focalizza sulla caratterizzazione delle funzioni agro-ambientali in un determinato momento, identificate sulla base degli obiettivi agro-ambientali delle politiche 2000-2006, sono state acquisite le banche dati riferite a tale intervallo di tempo o il più possibile vicine (Tabella 7).

Tabella 7: principali banche dati disponibili nelle due aree di studio.
Tableau 7 : bases de données accessibles pour les deux cas d'étude.

	Puy-de-Dome	Provincia di Grosseto
Documenti di programmazione agro-ambientale	SDAGE Loire, Profil Environnemental Régional (PER), Plan de Développement Rural National (PDRN), Orientations Régionales de Gestion et de Conservation de la Faune sauvage et de ses Habitats (ORGFH), Projet d'Action Stratégique de l'État dans la Région Auvergne (PASER), Schéma des Services Collectifs des Espaces Naturels et Ruraux en Auvergne (SSCENRR), PASER Puy de Dôme, Projet départemental d'orientation agricole (PDOA), Chartes de Pays, Chartes paysagères.	Piano Regionale di Azione Ambientale (PRAA), Piano di Indirizzo Territoriale (PIT), Piano di Sviluppo Rurale (PSR), Piano Forestale Regionale (PFR), Piano Agricolo Regionale (PAR), Piano Territoriale di Coordinamento (PTC), Piano Locale di Sviluppo Rurale (PLSR), Piano di Tutela delle Acque (PTA), Piano Locale di Sviluppo Rurale, Piano di Azione Locale (PAL).
Uso del suolo	Corine Land Cover 2000 (EEA, 2000), Enquête Teruti (Agreste, 2007), Censimento dell'agricoltura (INSEE, 1999)	Corine Land Cover 2000 (EEA, 2000), Censimento dell'agricoltura (ISTAT, 2000)
Morfologia	DEM (IGN, 2001), DTM (Cemagref, 1999)	DTM (Regione Toscana, 2004)
Qualità del suolo	Cartografie cartacee o digitalizzate ma limitate a piccole porzioni di territorio	Progetto Carta del Suolo (Regione Toscana, 1999)
Idrografia	Parziale da IGN, 2001	Regione Toscana, 2004
Caratteristiche aziende agricole	Censimento dell'agricoltura (INSEE, 1999), Enquete Teruti (Agreste, 2007) per porzioni di territorio	Censimento dell'agricoltura (ISTAT, 2000), Base Rica (INEA, 2006) per un campione di aziende sul territorio

Come è possibile osservare nella Tabella 7, i database spaziali e le informazioni riguardanti l'uso del suolo sono quelli di più difficile accesso. Questo implica quindi l'acquisizione di dati in modo diverso, ovvero attraverso la messa a punto di protocolli d'intervista in azienda agricola e presso gli attori locali e l'acquisizione di dati sull'uso del suolo tramite immagini derivanti da telerilevamento.

4.4.2 I dati ottenuti tramite interviste

Una parte dei dati che non disponevamo sono stati ottenuti tramite interviste. Tali interviste hanno riguardato sia esperti (soltanto nel caso italiano), sia attori intermedi (in

entrambi i casi di studio), sia agricoltori (in entrambi i casi di studio) con obiettivi e modalità diverse che verranno analizzate nei paragrafi seguenti. Gli intervistati, oltre a fornire le informazioni mancanti, sono stati considerati soggetti potenzialmente interessati ai risultati della nostra ricerca e in grado di contribuire alla validazione dei risultati sulla base delle loro conoscenze esperte e contestuali.

4.4.2.1 Interviste a esperti

Le interviste sono state effettuate soltanto nel caso di studio italiano dato che se ne è presentata l'opportunità in seguito alla partecipazione ad uno studio commissionato alla Scuola Superiore S. Anna dalla Provincia di Grosseto (Bonari et al., 2009). In totale sono state realizzate 14 interviste, di cui 7 ad Amministrazioni Locali (provincia, comunità montane e comuni), 3 ad altri Enti territoriali coinvolti nella messa a punto delle politiche agro-ambientali (ConSORZI di Bonifica, Parco Naturale, ATO), 4 alle principali organizzazioni di categoria e associazioni di produttori. L'obiettivo di tali interviste semi-strutturate è stato duplice. In primo luogo, le interviste hanno permesso di conoscere le principali dinamiche passate e presenti e di costruire gli scenari prospettati dagli attori per i principali sistemi produttivi provinciali, contribuendo ad un affinamento dei principali descrittori utilizzati per la costruzione della tipologia di sistemi agricoli locali. Dall'altro, hanno permesso di completare le informazioni rilevate tramite i documenti di programmazione e pianificazione agro-ambientale, in particolare per quanto riguarda le pratiche e le attività agricole da loro considerate a maggior impatto ambientale.

4.4.2.2 Interviste ad attori intermedi

Le interviste ad attori intermedi sono state effettuate tra l'inverno 2007 e la primavera del 2008. Gli obiettivi di tali interviste sono stati: (a) instaurare un primo rapporto con un soggetto portatore di interessi collettivi sul territorio (rappresentato dal direttore di una cooperativa per il caso italiano, dal sindaco di un comune rurale per il caso francese); (b) validare e/o integrare le aspettative agro-ambientali individuate durante la fase di ricerca precedente, rendendo "partecipe" anche l'attore collettivo; (c) discutere la significatività dell'areale identificato nella precedente fase di ricerca come omogeneo; (d) ottenere informazioni riguardanti le principali tipologie aziendali e i principali itinerari tecnici dell'area; (e) ottenere informazioni per contattare agricoltori da intervistare. Sebbene abbiano riguardato un attore intermedio per caso di studio, si tratta di interviste-chiave in quanto hanno permesso di raccordare le due fasi di ricerca, ovvero

quella a scala regionale con quella a scala interaziendale. In questo caso abbiamo incontrato due difficoltà riguardanti il commento delle informazioni da noi presentate in merito alla natura delle funzioni agro-ambientali e la localizzazione delle *agro-ecozones* selezionate (che ricordiamo essere il livello di scala dove individuare aree omogenee per il soddisfacimento potenziale delle funzioni). Per quanto riguarda le funzioni agro-ambientali, gli attori portatori di interessi collettivi in un primo momento hanno validato solo una parte delle funzioni attribuite all'area, solo dopo un ampio confronto hanno espresso un riconoscimento di attribuzione a tutte le funzioni. Per quanto riguarda invece le *agro-ecozones*, sono stati in grado di validare le caratteristiche delle sottoaree che meglio conoscevano, confermando alcune somiglianze con altre parti della *agro-ecozone* lontane dal loro territorio di competenza.

4.4.2.3 Interviste in azienda

Le interviste in azienda agricola sono state realizzate tra l'inverno 2007 e l'autunno del 2008 e hanno rappresentato la maggior parte del lavoro di campo (rispettivamente 11 interviste nel caso di studio francese e 11 in quello italiano). Tre sono stati gli obiettivi principali di tali interviste: (a) la conoscenza dei sistemi colturali in aziende rappresentative di un determinato territorio agricolo, (b) la localizzazione degli appezzamenti utilizzati dagli intervistati per le attività agricole, (c) un approfondimento sulla percezione da parte degli agricoltori delle principali problematiche agro-ambientali del loro territorio (Allegati 1 e 2). Nelle aree di studio dove sono state effettuate le interviste abbiamo avuto un tasso di adesione alto (92% e 85% rispettivamente nel caso di studio francese e italiano), probabilmente legato sia alle modalità di contatto con gli agricoltori in cui il contatto telefonico ha preceduto l'intervista, sia al fatto che tali aree non erano mai state oggetto di iniziative del genere, per cui ha prevalso una certa curiosità rispetto a questa attività. Le principali difficoltà incontrate durante le interviste hanno riguardato la natura e l'elaborazione delle informazioni ottenute (Flick, 2003). Riguardo alla natura di tali informazioni, ci siamo principalmente affidati a quanto detto dagli intervistati, escluse alcune piccole verifiche come, ad esempio, quelle riguardanti la coerenza tra la rotazione dichiarata e la superficie utilizzata o tra la resa dichiarata delle colture e il livello di fertilizzazione azotata, per verificare l'attendibilità e la completezza. Tuttavia, il nostro ruolo non era quello di giudicare o di verificare quanto fatto dagli agricoltori, ma quello di conoscere il loro punto di vista e come loro rappresentano all'esterno le loro pratiche agricole in relazione alle problematiche agro-ambientali. Per questo, anche a fronte di alcune incongruenze, abbiamo sempre

cercato di utilizzare l'informazione originaria. Nel caso in cui le informazioni fornite fossero incomplete, abbiamo cercato di desumerle dal processo produttivo (ad esempio, spesso le quantità di letame apportato sulle colture o sul prato non sono state fornite, quindi, verificato che fosse tutto impiegato in azienda, abbiamo proceduto a calcolare un dato medio a partire dal numero di animali presenti in azienda) oppure quando questo non fosse possibile abbiamo utilizzato un dato medio rispetto a quello dato da altri agricoltori della zona (ad esempio, nel caso delle rese delle colture o dei prati).

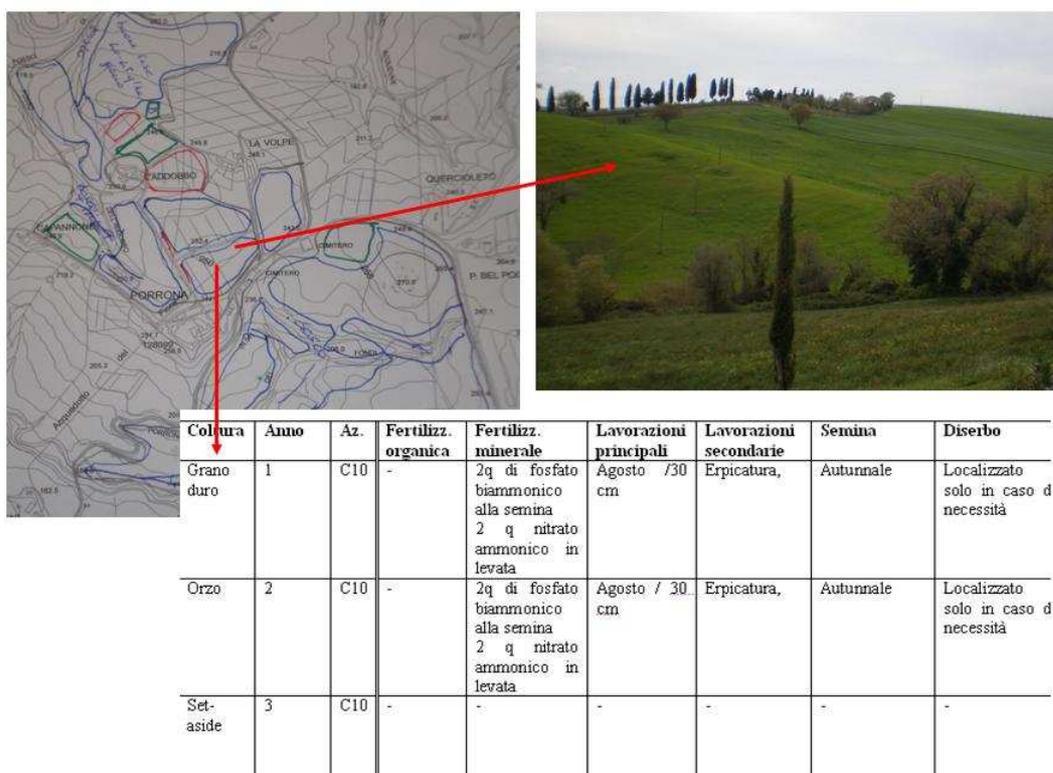


Figura 13: esempio di prodotto ottenuto dall'intervista in azienda: carta degli appezzamenti e degli usi del suolo; foto dell'azienda e del suo intorno da punti panoramici, estratto di elaborazione delle operazioni colturali.

Figure 13 : exemple de produit des enquêtes en exploitations : carte du parcellaire et des usages du sol ; photo de l'exploitation et de son environnement ; extrait du tableau des itinéraires techniques.

L'elaborazione delle informazioni ottenute è stata molto gravosa (Figura 13), sia nella fase di preparazione del dato (elaborazione e stampa delle carte topografiche per una superficie abbastanza ampia da poter comprendere il territorio dell'azienda sul quale, a parte la localizzazione del centro aziendale, non avevamo informazioni) sia nella fase di acquisizione del dato (durata media dell'intervista 2,5 ore a cui deve essere sommato il tempo medio per raggiungere le aree di studio, ovvero 45 minuti nel caso francese e 2,5 ore nel caso italiano) sia in quella di restituzione e trattamento del dato. Infatti a seguito dell'intervista sono stati effettuati: verbalizzazione scritta delle informazioni ottenute;

costruzione di un database spaziale del territorio aziendale; schematizzazione degli itinerari tecnici per ogni sistema colturale presente in azienda; calcolo dei descrittori selezionati per valutare il soddisfacimento delle funzioni agro-ambientale.

4.4.3 I dati ottenuti tramite elaborazioni di dati telerilevati

4.4.3.1 I dati ottenuti tramite foto-interpretazione

La foto-interpretazione è stata impiegata per acquisire dati sull'uso del suolo alla scala inter-aziendale dove le informazioni esistenti, ovvero il database di Corine Land Cover (EEA, op. cit.) non erano di sufficiente dettaglio (unità minima mappabile di 25 ha). E' stata inoltre impiegata per l'estrazione delle siepi e degli alberi isolati di cui non vi era database disponibile. Abbiamo impiegato foto aeree del 1999 sia per il caso di studio francese che per quello italiano, che nel caso italiano sono però state confrontate con le foto del 2007 a colori dato che quelle utilizzate erano in bianco e nero e non permettevano una buona discriminazione delle colture erbacee di pieno campo. A causa della mancanza delle foto originali ma dell'uso di foto orto-rettificate, non è stato possibile utilizzare lo stereovisore che permette una visione in 3D, quindi abbiamo cercato di differenziare soltanto le classi più generali dell'uso del suolo, riprese dalle classi di Corine Land Cover (EEA, op. cit.) e limitate agli elementi poligonali: seminativi, fruttiferi, prato e prato-pascolo, foreste, abbandonato, laghetti e stagni, aree artificiali. Per quanto riguarda le siepi, abbiamo foto-interpretato soltanto le siepi arboree e arbustive dato che quelle erbacee non erano facilmente identificabili tramite la metodologia utilizzata.

Tutta la foto-interpretazione è stata effettuata ad una scala 1:10000. Per ciascuno dei database di uso del suolo realizzati è stata effettuata un'analisi dell'accuratezza tramite visite in campo, da tener conto che tale analisi risulta comunque inficiata a causa dell'intervallo di tempo risultante l'anno in cui è stata scattata la foto (1999) e quello del rilievo in campo (2007/2008) in cui in entrambi i territori si sono verificati importanti cambiamenti dell'uso del suolo (per quanto riguarda il caso di studio italiano si veda Debolini et al., 2010).

4.4.3.2 I dati ottenuti per elaborazione di database spaziali esistenti

Alcuni database spaziali esistenti mancavano di informazioni (es. distribuzione delle siepi) non erano di sufficiente dettaglio per i nostri scopi (localizzazione delle strade nel caso francese erano limitate alle strade nazionali). Per questo motivo abbiamo utilizzato

le carte topografiche (CTR e cartografia tecnica regionale nel caso italiano, SCAN25 nel caso francese) principalemente per estrarre i corsi d'acqua e le strade.

Plusieurs types de données ont été mobilisés. Certaines étaient déjà directement disponibles, d'autres à élaborer, d'autres encore à récolter. Concernant les données déjà disponibles, elles provenaient des recensements agricoles et de modèles numériques de terrain. Concernant les données à élaborer, elles provenaient de bases de données spatiales concernant l'occupation du sol (e.g. Corine Land Cover), l'hydrographie ou la qualité des sols. Les données récoltées portaient sur les activités agricoles (systèmes agraires et systèmes techniques), l'occupation du sol (analyse de photos aériennes), et d'autres éléments spatiaux partiellement disponibles (réseau routier, haies, plans d'eau). Une partie des informations ont été obtenues par entretien auprès d'acteurs locaux de l'agriculture (conseillers agricoles, responsables de coopératives, éleveurs, cultivateurs...). Ces entretiens se sont déclinés selon trois formes correspondant à chaque niveau structurant la thèse. Les entretiens effectués au niveau du NUTS 3 avaient pour objectif de conforter le choix des variables utilisées pour décrire l'organisation des activités agricoles et de valider la sélection d'attentes environnementales effectuée à partir des documents d'orientation et programmation territoriales. Nous avons mis au point la grille d'entretien, mais nous n'avons effectué ces entretiens que pour le territoire italien (tache correspondant à un projet de recherche mené en parallèle de la thèse). Les entretiens au niveau infrarégional avaient pour but d'une part la confrontation des résultats de la caractérisation de la réalisation des fonctions (identification d'agro-écozones) avec les acteurs locaux, d'autre part une aide dans la sélection des secteurs et des agriculteurs à enquêter sur les pratiques agricoles. Ces entretiens ont été effectués pour les deux territoires étudiés ; nous avons sélectionné des acteurs relevant plutôt des collectivités territoriales pour le cas français et des coopératives agricoles pour le cas italien, chacun ayant respectivement une bonne expertise de ce niveau spatial. La dernière série d'entretiens a concerné les exploitations agricoles et visait à identifier et localiser les itinéraires techniques mis en œuvre, afin de permettre le calcul des descripteurs de conditions agronomiques de réalisation des fonctions agro-environnementales.

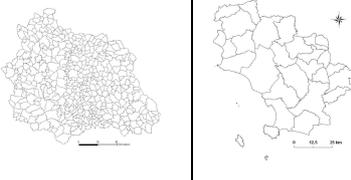
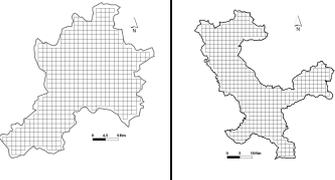
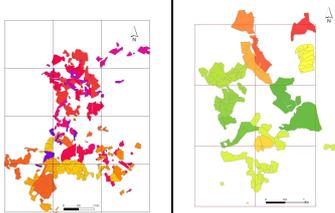
L'approche développée se caractérise par la prise en compte et l'articulation de trois niveaux d'information et d'analyse des fonctions agro-environnementales. Chaque niveau considéré s'intéresse aux fonctions de manière particulière, selon son objectif et ses conditions d'information possibles.

Sintesi

La complessità della domanda di ricerca, ovvero la messa a punto di una metodologia per caratterizzare il grado di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali attraverso l'identificazione di indicatori spaziali, genera la necessità di combinare diversi metodi, strumenti, scale spaziali di analisi e protocolli di acquisizione dei dati. Nella Tabella 8 sono sintetizzate tutte queste informazioni.

Tabella 8: scale spaziali, concetti mobilizzati e metodi sviluppati nella terza parte.

Tableau 8: niveaux spatiaux, concepts mobilisés et méthodes développées dans la troisième partie.

Scala spaziale di analisi	Livello MACRO (NUTS 3)		Livello MESO (agro-ecozone)		Livello MICRO (interaziendale)	
						
Obiettivo	Identificazione delle funzioni agro-ambientali		Valutazione del soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali		Valutazione del soddisfacimento effettivo delle funzioni agro-ambientali e identificazione di un indicatore spaziale di tale soddisfacimento	
Unità di base utilizzata per l'analisi	Comuni/cantoni		Pixel 250 ha		Unità d'uso del suolo	
	52 cantoni	27 comuni	470 pixel / 6 cantoni	353 pixel / 5 comuni	575 ha (interviste) / 12 pixel	479 ha (interviste) / 6 pixel
Concetti mobilizzati	Aspettative agro-ambientali, sistemi agricoli locali		Soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali, uso del suolo		Soddisfacimento effettivo delle funzioni agro-ambientali, configurazioni spaziali dell'uso del suolo, sistemi colturali	
Attori coinvolti	Attori istituzionali - Provincia, amministrazioni e enti locali, es. Comunità Montana, Parchi, Consorzi di Bonifica.		Attori intermedi -cooperative agricole, associazioni di agricoltori, comuni		Agricoltori	
Fonti di dati	Bibliografia, Piani e programmi agro-ambientali locali (2000-2006), interviste semi-strutturate, censimenti generali dell'agricoltura (2000), cartografia relativa a: limiti amministrativi		Bibliografia, cartografia relativa a: uso del suolo, qualità del suolo, reticolo idrografico, morfologia del territorio, interviste semi-strutturate		Bibliografia, interviste strutturate, foto aeree, carte topografiche, cartografia tematica relativa a: reticolo idrografico, pendenza, strade	
Analisi effettuate	Analisi testuale e del discorso, analisi spaziale (zonizzazione), analisi statistica (Cluster Analysis)		Analisi spaziale e statistica		Foto-interpretazione, analisi dei sistemi colturali, analisi spaziali, rappresentazioni grafiche, analisi statistiche	

Terza parte - Risultati

Capitolo 5 - Identificazione di aree omogenee per le funzioni agro-ambientali

Introduzione

Questa parte della tesi riguarda l'identificazione e la localizzazione delle funzioni agro-ambientali all'interno delle aree di pianificazione e programmazione agro-ambientale, ovvero le NUTS 3 che in Italia e Francia sono designate rispettivamente come Province e *Départements* (Figura 14). Come abbiamo visto nella seconda parte, l'identificazione e la localizzazione delle funzioni agro-ambientali risulta una domanda di ricerca molto diffusa e per cui sono presenti in letteratura approcci molto diversi, ad esempio quelli di Hall et al. (2004) basato su le preferenze espresse da attori locali o quello di Willemen et al. (2008) basato su un'analisi degli obiettivi della pianificazione spaziale e sull'uso tecniche di analisi spaziali.

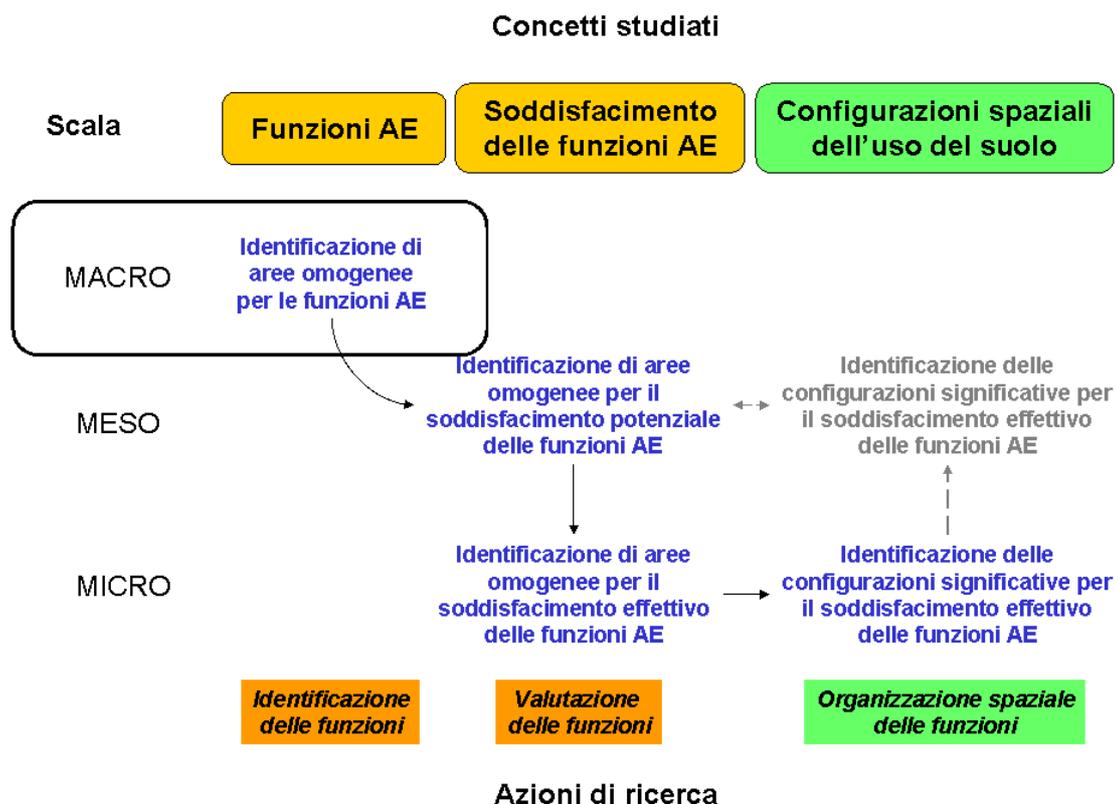


Figura 14: posizionamento dell'analisi nell'ambito della struttura generale della ricerca.
 Figure 14 : positionnement de l'analyse de ce chapitre au regard de l'ensemble de la démarche.

Nel nostro caso, il primo passo della metodologia parte dalla definizione di funzione agro-ambientale adottata, ovvero come la relazione tra le aspettative ambientali e

l'entità spaziale agricola a cui esse si riferiscono. L'obiettivo dell'identificazione delle funzioni agro-ambientali richiede quindi:

- in una prima fase, di identificare e localizzare le principali aspettative agro-ambientali attribuite ad un territorio sulla base degli obiettivi agro-ambientali espressi nei documenti di programmazione e pianificazione territoriale;
- in una seconda fase, di caratterizzare l'organizzazione dei sistemi agricoli in grado di influenzare tali aspettative agro-ambientali.
- infine, nella terza fase, di identificare le aree omogenee per le aspettative agro-ambientali e i sistemi agricoli, in modo da identificare e localizzare le diverse funzioni agro-ambientali di cui le attività agricole di tale territorio sono portatrici.

Le domande a cui risponderemo in questo capitolo sono le seguenti: quali sono le aspettative agro-ambientali portate su un determinato territorio? Come si distribuiscono e come sono relazionate con le attività agricole? Quali funzioni agro-ambientali supportano i territori di programmazione e pianificazione? Come sono distribuite?

I casi di studio analizzati sono localizzati rispettivamente il Département du Puy-de-Dôme nella regione Auvergne (Francia) e la Provincia di Grosseto nella regione Toscana (Italia) (Figura 15), di cui alcuni dettagli sono stati forniti nella seconda parte.

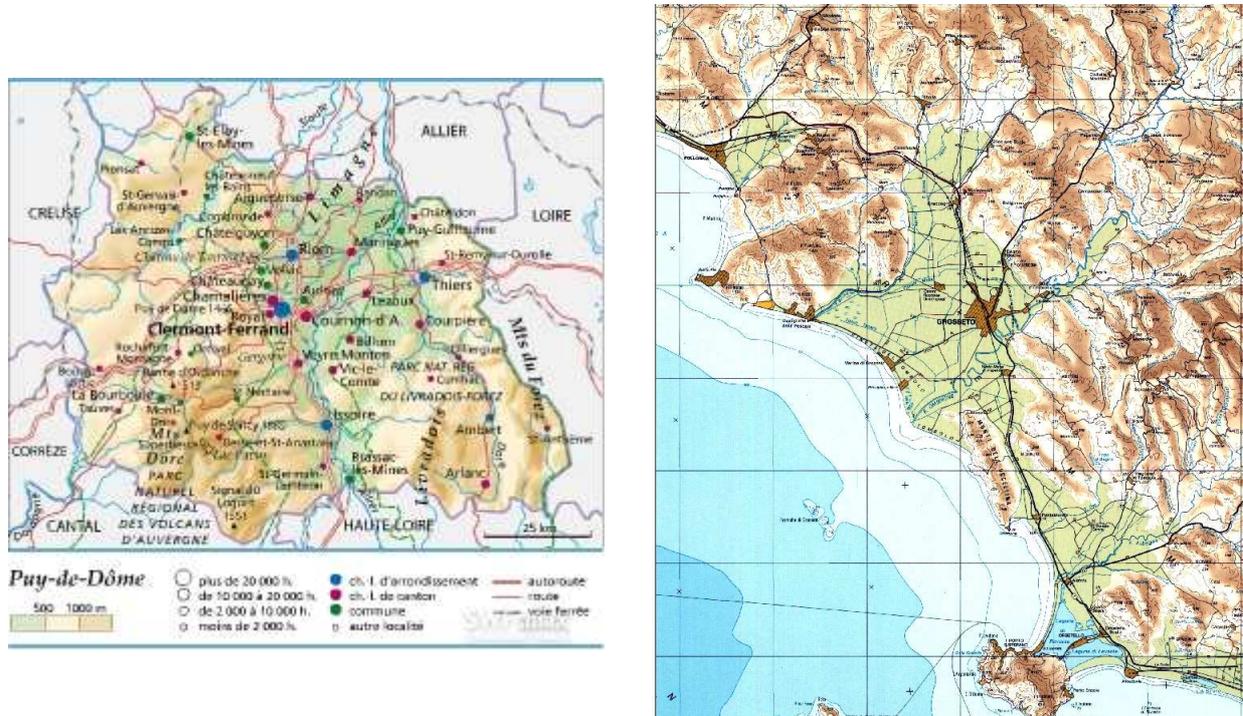


Figura 15: illustrazione delle due aree di studio considerate. A sinistra, Département du Puy-de-Dôme; a destra, Provincia di Grosseto.

Figure 15 : cartographie générale des deux cas d'étude. A gauche, Département du Puy-de-Dôme (France) ; à droite, Provincia di Grosseto (Italie).

Nella trattazione successiva daremo tutti gli elementi di metodologia e di risultati riguardanti il caso di studio italiano mentre il caso di studio francese sarà impostato in forma sintetica.

5.1 Materiali e metodi

In questa parte presenteremo le varie tappe di identificazione e localizzazione delle funzioni agro-ambientali in un territorio di tipo NUTS 3. In particolare, in una prima fase identificheremo e localizzeremo le aspettative agro-ambientali a partire dai documenti prodotti dalle politiche territoriali (documenti di programmazione e pianificazione territoriale). In una seconda fase, attraverso gli elementi ottenuti nella parte precedente, studieremo l'organizzazione delle attività agricole sul territorio e, infine, in una terza parte analizzeremo e localizzeremo le relazioni tra aspettative agro-ambientali e organizzazione delle attività agricole per definire le aree che supportano le medesime funzioni agro-ambientali.

5.1.1 Identificazione e localizzazione delle aspettative ambientali

L'identificazione e la localizzazione delle aspettative agro-ambientali è stata effettuata in tre tappe principali:

- la scelta dei documenti di pianificazione e programmazione agro-ambientale come fonte di dati per ottenere informazioni sulle aspettative agro-ambientali;
- la selezione dei documenti da analizzare;
- l'identificazione e la localizzazione delle attese agro-ambientali attraverso una *content analysis* dei documenti selezionati.

5.1.1.1 Identificazione delle aspettative ambientali attraverso gli obiettivi delle politiche locali

All'interno di questa ricerca, l'identificazione delle aspettative attribuite all'ambiente agricolo è una tappa preliminare per l'identificazione delle funzioni agro-ambientali. Tra le due opzioni prevalenti in bibliografia, ovvero l'identificazione delle aspettative agro-ambientali tramite interviste rivolte all'insieme dei portatori di interesse su un territorio (Bills e Gross, 2005; Hall et al., 2004) o tramite interviste rivolte soltanto a una tipologia di portatori di interesse (Mc Henry, 1996; Penker, 2005), l'attività di ricerca si rivolge ad un solo gruppo di portatori di interesse, ovvero gli amministratori locali, in quanto sono gli attori chiave nella concezione e implementazione delle politiche agro-ambientali nell'ambito della programmazione e della pianificazione territoriale. La

programmazione e la pianificazione territoriale sono spesso complesse e determinano un'interazione tra diversi livelli programmatori. In particolare nel caso italiano, per quanto riguarda l'agro-ambiente, spesso la programmazione e la pianificazione territoriale derivano sia da interventi di politica territoriale sia settoriale (Figura 16). Infatti non esiste una vera e propria programmazione agro-ambientale, ma all'interno dei diversi piani e programmi sono inclusi gli obiettivi riguardanti l'agricoltura e l'ambiente. Per quanto riguarda invece il caso francese, pur esistendo ugualmente una differenziazione in politiche territoriali e settoriali, per quanto riguarda la gestione dell'ambiente esistono delle importanti differenze: da un lato, non si evidenzia un'organizzazione propriamente gerarchica dei diversi livelli programmatori, in quanto esistono alcuni indirizzi di programmazione e pianificazione agro-ambientale che vanno direttamente dal livello nazionale agli utilizzatori finali (es. gli agricoltori per le misure agro-ambientali), dall'altro, esistono indirizzi propriamente agro-ambientali, in particolare a livello dei parchi naturali regionali (Planchat e Chambon, comunicazione personale).

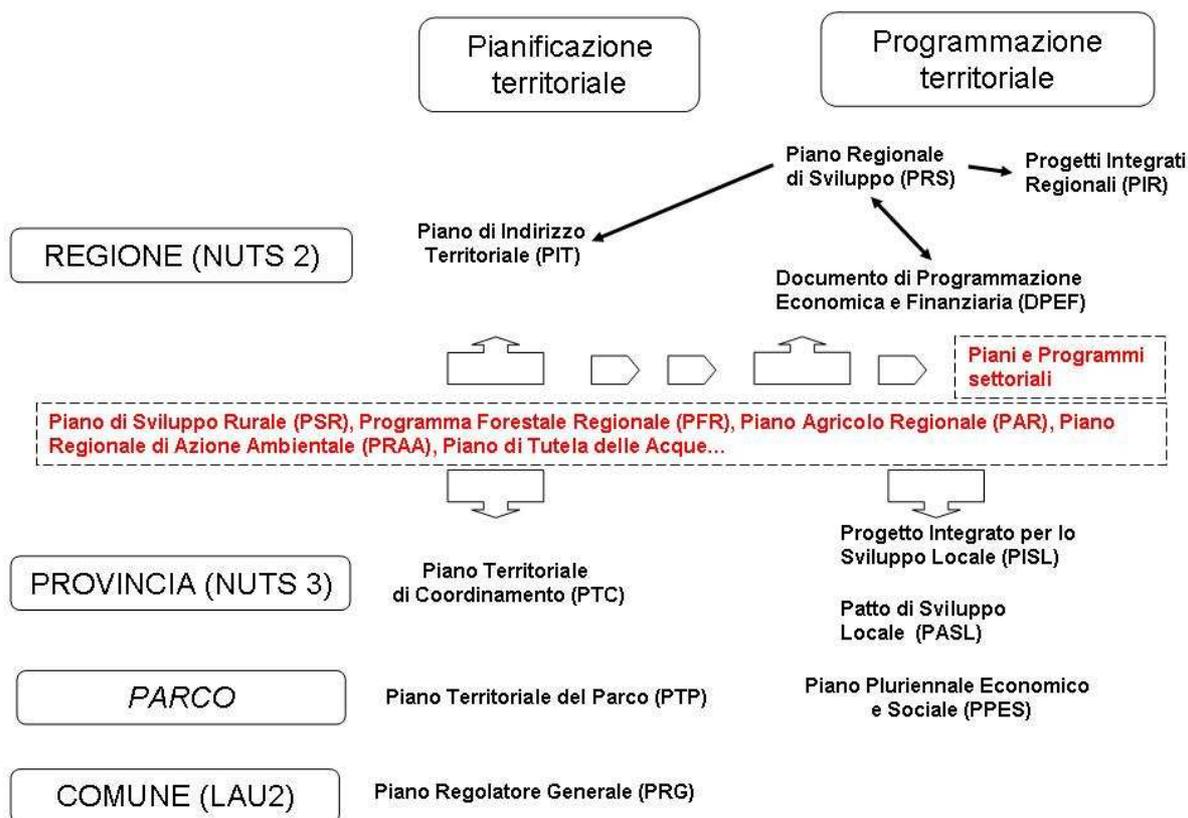


Figura 16: struttura della pianificazione e programmazione territoriale riferita alla Regione Toscana e relativa all'anno 2007. In rosso i principali piani e programmi settoriali che interessano l'agricoltura e l'ambiente.

Figure 16 : structuration de la programmation territoriale en Région Toscane en 2007. En rouge les principaux plans et programmes relatifs à l'agriculture et l'environnement.

Questo ci ha portato ad identificare le aspettative agro-ambientali attraverso gli obiettivi che riguardassero l'agricoltura e l'ambiente (o l'agro-ambiente nel caso francese) espressi all'interno dei documenti di pianificazione e programmazione territoriale per entrambi i casi di studio.

5.1.1.2 Selezione dei documenti di pianificazione e programmazione agro-ambientale

Tra tutti i diversi piani e programmi inizialmente identificati, la selezione è stata fatta sulla base di 2 criteri, ovvero che derivassero da politiche agricole o ambientali europee o nazionali e che esprimessero degli obiettivi riguardanti le risorse ambientali (aria, acqua, suolo, paesaggio, habitat).

Nella Tabella 9 è riportata una prima lista dei documenti identificati attraverso tali criteri per il caso di studio italiano. Come si può osservare, in questa fase non è stato considerato il livello comunale dato che l'analisi si svolge a livello provinciale. Alcuni piani che si riferiscono ad un territorio sub-provinciale ma con un'estensione territoriale importante come i Piani di Tutela delle Acque derivanti dalle Autorità di Bacino o i Piani di Azione Locale derivanti dall'implementazione del programma europeo LEADER + sono stati invece considerati.

Tabella 9: caratteristiche principali dei documenti di programmazione e pianificazione di interesse agro-ambientale selezionati per la Provincia di Grosseto⁹.

Tableau 9 : principales caractéristiques des documents d'orientation et de planification en matière d'agriculture et d'environnement pour la Provincia di Grosseto.

Documento	Tipologia di amministrazione coinvolta	Origine del documento	Periodo di applicazione
PRAA	Regione	Comunitaria - EU (implementazione delle direttive europee sull'ambiente)	2004-2006
PIT	Regione	Nazionale	2000-2005
PSR	Regione	Comunitaria - EU (implementazione Reg. 1257/99)	2000-2006
PAR	Regione	Regionale	Previsto dal 2003, in vigore dal 2009
PFR	Regione	Nazionale	2001-2005
PLSR	Provincia	Nazionale	2000-2006
PTC	Provincia e Comunità Montana	Comunitaria - EU (implementazione Reg. 1257/99)	2000-2006
PTA	Autorità di Bacino	Comunitaria - EU (implementazione Direttiva 2000/60) e Nazionale (Dl. 152/99)	2005
PAL	GAL, Provincia, Comunità Montane	Comunitaria - EU (Programma Leader +)	1999

⁹ PRAA – Piano regionale di Azione Ambientale; PIT – Piano di Indirizzo Territoriale; PSR – Piano di Sviluppo Rurale Regionale; PAR – Piano Agricolo Regionale; PFR – Programma Forestale Regionale; PLSR – Piano Locale di Sviluppo Rurale; PTC – Piano Territoriale di Coordinamento; PTA – Piano di Tutela delle Acque; PAL – Piano di Azione Locale. AA indica agro-ambientale.

A partire da tali documenti è stata effettuata un'ulteriore selezione che permettesse di reperire due o tre piani di riferimento per l'analisi degli obiettivi agro-ambientali considerando prioritariamente i documenti che trattano le attività agricole, che si interessano a più obiettivi ambientali e che presentano zonazioni del territorio. Come si può osservare nella Tabella 9, la programmazione territoriale è fatta per periodi di programmazione. Tuttavia non per tutte le politiche esiste una coincidenza di tali periodi. L'aver scelto documenti che si riferissero ad uno stesso periodo di programmazione, se da un lato permette di avere una panoramica di tutti gli obiettivi attribuiti all'agro-ambiente, dall'altro presenta anche l'evidente limite di poter presentare semplificazioni e legami tra i documenti che non permettano di approfondire la natura delle aspettative agro-ambientali che vi sono contenute.

5.1.1.3 Analisi dei documenti

L'analisi dei documenti è stata effettuata attraverso un'analisi del loro contenuto detta anche *content* o *textual analysis* (Flick, 1998; Stemler, 2001). Tale analisi ha avuto in primo luogo lo scopo di identificare i principali obiettivi ambientali o agro-ambientali quando essi fossero espressi per l'area di studio in modo da identificare le aspettative ambientali, di localizzare nell'area di studio tali aspettative e, infine, di metterle in relazione con gli elementi a loro correlati delle attività agricole (Tabella 10).

Tabella 10: esempio di analisi del contenuto dei documenti analizzati riguardante il paesaggio a partire dalle risorse naturali trattate all'interno dei piani e programmi agro-ambientali.

Tableau 10 : exemple d'analyse des documents d'orientation et programmation agro-environnementale concernant le paysage.

1) Risorse ambientali considerate	2) Obiettivo ambientale corrispondente	3) Attività agricola o spazio agricolo correlato	4) Altri spazi correlati (non agricoli)
Paesaggio	Conservazione della varietà dei paesaggi	Attività pastorali Alpeggi	Aree declivi

5.1.1.3.1 L'identificazione delle aspettative ambientali

L'identificazione delle aspettative agro-ambientali all'interno di tali documenti è stata in un primo tempo cercata nelle sezioni di enunciazione degli obiettivi dei documenti selezionati, tuttavia è risultata di difficile attuazione. Infatti talvolta ci siamo trovati davanti a un'enunciazione degli obiettivi molto generica (ad esempio "conservare la biodiversità") che non apporta elementi qualitativi per identificare né il tipo di biodiversità (animale, vegetale), né gli elementi di attività agricole ad essa collegati, né la localizzazione di tale obiettivo. Talvolta invece gli obiettivi erano più specifici, ma espressi in forma di azioni o di misure e contenuti (ad esempio "supportare la gestione degli alpeggi"). Quindi abbiamo pensato ad una identificazione a cascata invece che

diretta. Ci siamo allora focalizzati in primo luogo sull'identificazione delle risorse naturali e paesaggistiche (aria, acqua, suolo, biodiversità, paesaggio) a cui erano attribuibili obiettivi agro-ambientali, approccio che permetteva di lavorare su tutti i documenti per entrambi i casi di studio. Abbiamo quindi effettuato una ricerca per parole chiave delle frasi in cui tali parole erano contenute utilizzando la funzione "cerca" di Word o Pdf a seconda del formato dei documenti analizzati. Abbiamo quindi identificato i principali obiettivi ambientali per i territori interessati dai documenti di programmazione.

5.1.1.3.2 Localizzazione delle aspettative ambientali

Una volta identificate le aspettative ambientali nei due casi di studio, abbiamo cercato di mapparle per verificare che ci fosse effettivamente una diversità di aspettative rispetto ai territori in esame e definire quindi le principali funzioni agro-ambientali espresse in tali territori. La localizzazione delle aspettative ambientali è stata effettuata in due fasi, in primo luogo attraverso la localizzazione di ogni singola attesa per ciascun caso di studio e in secondo luogo attraverso l'associazione delle aree ottenute. Si sono quindi aree portatrici di molteplici aspettative agro-ambientali. All'interno dei documenti analizzati abbiamo reperito due tipi di informazioni riguardo alla localizzazione delle aspettative: enunciazione di usi del suolo o elementi tipici di alcuni paesaggi legati al tipo di aspettativa (es. corsi d'acqua o zone umide per la protezione della qualità delle acque superficiali), oppure identificazione di aree obiettivo specifiche.

5.1.1.3.2 Relazioni tra aspettative ambientali e sistemi agricoli

Tuttavia, per completare l'analisi delle aspettative che spesso nell'enunciazione non mettevano esplicitamente il relazione un obiettivo ambientale con le attività agricole, per identificare le aspettative agro-ambientali, abbiamo dovuto effettuare una selezione ulteriore. Sono state considerate solo le aspettative ambientali che fossero messe in relazione all'interno dei documenti a sistemi produttivi agricoli specifici, a sistemi colturali, alle pratiche agricole, degli usi del suolo, ai territori o ai paesaggi agrari (Figura 6).

5.1.2 Organizzazione delle attività agricole

Sulla base dei risultati dei risultati precedenti, si è proceduto ad un'analisi dell'organizzazione delle attività agricole nelle due aree di studio, in quanto tale organizzazione completa l'analisi delle aspettative agro-ambientali permettendo una zonazione del territorio in base sia alle aspettative agro-ambientali sia ai principali

sistemi agricoli presenti. L'obiettivo è stato quindi quello di identificare delle aree omogenee rispetto ai sistemi agricoli, dove per aree omogenee intendiamo "una porzione di territorio dove le entità spaziali che lo compongono presentano delle caratteristiche simili in termini di utilizzazione del territorio e sono adiacenti" (Triboulet, 2001) mentre per sistemi agricoli adottiamo la definizione già citata di Osty (1994). Dato che vogliamo studiare l'organizzazione delle attività agricole all'interno di una provincia, le entità agricole elementari saranno costituite dai Comuni, che rappresentano la più piccola maglia a cui vengono rese disponibili le informazioni censuarie. Il Censimento dell'Agricoltura è stato utilizzato come fonte di dati in quanto costituisce la fonte più completa, affidabile e comparabile di dati riguardo alle aziende agricole in un territorio. In particolare abbiamo utilizzato i dati del Censimento del 2000 in quanto risultano gli ultimi disponibili. L'identificazione dell'organizzazione delle attività agricole è stata quindi effettuata in quattro tappe principali:

- l'identificazione dei descrittori dei sistemi agricoli caratterizzanti il territorio;
- la selezione dei descrittori;
- l'identificazione dei sistemi agricoli;
- la loro distribuzione nel territorio.

5.1.2.1 L'identificazione dei descrittori dei sistemi agricoli

L'obiettivo di questa fase è quello di identificare i descrittori che possano mostrare la differenza dei sistemi agricoli nelle aree di studio. Sulla base dell'analisi effettuata nel paragrafo precedente, tali differenze saranno in termini di: elementi spaziali delle attività agricole, sistemi produttivi, pratiche agricole. Per questo motivo ci siamo interessati principalmente all'uso del suolo e alla frammentazione dell'uso del suolo che corrispondono agli elementi spaziali delle attività agricole, alle tipologie di imprenditori agricoli e ai loro mezzi tecnici corrispondenti ai sistemi produttivi, e all'intensità di uso del suolo che ci permetterà di ottenere informazioni sulle pratiche agricole. Non abbiamo invece utilizzato descrittori di tipo economico (e.g. OTE) dato che non sono raccolti all'interno dei dati censuari e che si basano soltanto su un campione di aziende e non sul totale delle aziende agricole come da censimento. In una prima fase abbiamo quindi ottenuto un totale di 25 descrittori. I descrittori sono calcolati come rapporti in modo da essere maggiormente comparabili, quindi ad esempio un descrittore potrà essere il rapporto tra la Superficie Agricola Utilizzata (SAU) e la superficie totale di un comune, invece che la sola SAU che dipende anche dalle dimensioni dei comuni.

5.1.2.2 Selezione dei descrittori

Dato che ci proponiamo di distinguere diversi sistemi agricoli sul territorio, abbiamo selezionato i descrittori che mettono in evidenza una maggiore variabilità spaziale, che non risultano fortemente correlati con altri descrittori e che si presentano in una combinazione tale da rappresentare la diversità delle diverse osservazioni nel territorio analizzato. Nel primo caso, la selezione è stata fatta attraverso un'analisi dei coefficienti di variazione, selezionando soltanto i descrittori che presentano coefficienti di variazione superiori al primo quartile, nel secondo caso, tra due descrittori altamente correlati, ovvero con un coefficiente di correlazione maggiore del terzo quartile della distribuzione dei coefficienti di variazione, abbiamo selezionato il descrittore appartenente alla categoria meno rappresentata tra quelle identificate, infine, nell'ultimo caso abbiamo selezionato le combinazioni di descrittori più significative tramite un'Analisi in Componenti Principali (ACP) non gerarchica che risulta la tecnica di riferimento per un'analisi esplorativa dei dati, ovvero quando non si abbiano informazioni circa le tendenze e l'organizzazione dei dati stessi. Questa selezione ha portato ad una lista finale di 13 descrittori per la caratterizzazione dei sistemi agricoli nell'area di studio.

5.1.2.3 Identificazione dei sistemi agricoli

A partire dai descrittori selezionati è stata effettuata una Cluster Analysis (CA) con il metodo di Ward e tramite il calcolo della distanza euclidea, che ci ha permesso di identificare i differenti sistemi agricoli presenti sul territorio e i descrittori distintivi di ciascuno di questi sistemi. A tale proposito, per identificare il contributo di ciascun descrittore, abbiamo verificato la sua posizione nella distribuzione della popolazione di ciascun descrittore. Sono quindi stati considerati altamente distintivi i descrittori con valori per sistema maggiori del terzo quartile, intermedi quelli tra il primo e il terzo quartile e poco distintivi quelli inferiori al primo quartile. Le differenze statisticamente significative tra i diversi sistemi sono state messe in evidenza tramite una comparazione delle medie di ciascun descrittore per sistema attraverso un test di Fisher.

5.1.2.4 Localizzazione dei sistemi agricoli

Ciascun comune è stato quindi rappresentato secondo la sua appartenenza a un sistema agricolo in un Sistema Informativo Geografico attraverso l'ausilio del programma ArcMap 9.2 (ESRI, 2007). Tale mappatura ci ha permesso di studiare la distribuzione dei sistemi, la loro frammentazione e di compararli con alcune zonazioni

agricole del territorio esistenti, come ad esempio la distribuzione delle Regioni Agrarie (DRAAF, 2000; Provincia di Grosseto, 2006) oppure dei Sistemi Economici Locali (IRPET, 2006).

5.1.3 Identificazione e localizzazione delle funzioni agro-ambientali

L'ultima tappa del nostro metodo consiste di una semplice analisi spaziale (comando intersect di ArcMap 9.2 dei database prodotti in 1.1 e 1.3). Infatti nelle tappe precedenti abbiamo potuto differenziare da un lato, le aspettative ambientali portate sui territori agricoli della Provincia di Grosseto, dall'altro, i suoi principali sistemi agricoli relazionati a tali aspettative. La sovrapposizione dei risultati di tali analisi, per la definizione stessa che abbiamo dato di funzione agro-ambientale come la relazione esistente tra un'aspettativa ambientale portata su un'entità spaziale luogo di interazione tra pratiche agricole e l'ambiente, dovrebbe quindi permetterci di riferire e localizzare le aspettative ambientali ad un determinato sistema agricolo per delle entità spaziali comunali e quindi in definitiva, di identificare le diverse combinazioni di funzioni agro-ambientali del territorio della Provincia di Grosseto. Abbiamo quindi ricostruito le caratteristiche principali di ciascuna area in termini di funzioni agro-ambientali supportate e di sistemi agricoli presenti.

L'identification des fonctions agro-environnementales comprend trois phases et produit trois types de résultats relatifs à : l'identification des attentes environnementales concernant l'agriculture des territoires, l'analyse des systèmes agraires dans ces territoires, l'identification des fonctions agro-environnementales et de zones homogènes du point de vue des fonctions.

Pour identifier et localiser les attentes environnementales concernant l'agriculture dans les deux territoires étudiés, nous avons d'abord analysé les principaux documents de politiques, d'orientations et programmations concernant l'environnement et agriculture. Nous avons ensuite sélectionné les documents issus de politiques à la fois européennes, nationales et régionales qui énonçaient des enjeux relatifs aux ressources naturelles (eau, paysage, sol, air, habitat, notamment). Enfin, nous avons réalisé une analyse de contenu de ces documents (analyse textuelle en cascade) concernant les enjeux environnementaux exprimés, leur localisation et leur mise en lien avec les activités agricoles (références à des éléments spatiaux supports d'activités agricoles, à des systèmes de production ou à des pratiques agricoles).

Nous avons identifié et localisé les principaux systèmes agraires dans le territoire sur la base de caractéristiques répondant aux attentes environnementales. Pour cela, à partir des éléments relevés sur les activités agricoles dans les documents utilisés pour identifier les attentes, nous avons sélectionné quelques descripteurs de systèmes agraires liés à ces attentes (occupation du sol, intensité d'occupation du sol, fragmentation de l'occupation du sol, types d'exploitants agricoles, facteurs de production employés). Nous les avons ensuite quantifiés au niveau des entités administratives de base informées par les recensements agricoles. Parmi ces descripteurs, nous avons réalisé une deuxième sélection afin de retenir uniquement ceux qui mettaient en évidence la variabilité spatiale des systèmes agraires dans le territoire (fort coefficient de variation, faible corrélation vis-à-vis des autres descripteurs). Nous avons ensuite effectué une Classification Ascendante Hiérarchique des communes (pour la province de Grosseto) ou des cantons (pour le département du Puy-de-Dôme) sur la base de ces descripteurs, considérant qu'ils discriminaient les systèmes agraires du territoire. Chaque classe produite a été spatialisée. Nous avons enfin superposé les deux zonages produits (attentes environnementales et systèmes agraires) afin d'identifier des zones homogènes pour les fonctions agro-environnementales.

5.2. Risultati

5.2.1 I risultati del caso di studio italiano

5.2.1.1 Identificazione e localizzazione delle aspettative agro-ambientali

5.2.1.1.1 Selezione dei documenti di pianificazione e programmazione agro-ambientale

L'analisi dei nove documenti inizialmente selezionati ha portato a meglio definirne i contenuti rispetto agli obiettivi agro-ambientali (Tabella 11) e ad effettuarne una ulteriore scrematura. In particolare, abbiamo potuto verificare come nella maggior parte dei casi, siano oggetto di tali documenti molteplici risorse ambientali sulle quali vengono portati diversi obiettivi, andando a confermare un interesse crescente per la presa in considerazione di molteplici funzioni ambientali.

Tabella 11: analisi delle principali caratteristiche dei documenti di pianificazione e programmazione agricola e ambientale selezionati per la Provincia di Grosseto.

Tableau 11 : caractéristiques des documents de programmation agricole et environnementale pour la Province di Grosseto.

Fonte	Tipologia di amministrazione coinvolta	Contenuto	Attività antropiche considerate	/ 1 risorsa > molteplici obiettivi	/ più risorse > molteplici obiettivi	Cartografia aree obiettivo
PRAA	Regione	Studio preliminare Obiettivi Azioni	Tutte le attività antropiche		X	X
PIT	Regione	Studio preliminare Obiettivi Azioni	Tutte le attività antropiche		X	
PSRR	Regione	Studio preliminare Obiettivi Azioni Misure	Agricole		X	
PAR	Regione	-	Agricole	-	-	
PFR	Regione	Studio preliminare Obiettivi Azioni Misure	Forestali		X	
PTC	Provincia	Studio preliminare Obiettivi Azioni	Tutte le attività antropiche		X	
PLSR	Provincia e Comunità Montana	Studio preliminare Obiettivi Azioni Misure	Agricole		X	X
PTA	Autorità di Bacino	Studio preliminare Obiettivi Azioni	Tutte le attività antropiche	X		
PAL	GAL, Provincia, Comunità Montane	Studio preliminare Obiettivi Azioni	Tutte le attività antropiche		X	

Sono quindi stati esclusi i principali piani settoriali, ad esempio il Piano di Bacino che riguarda soltanto la risorsa idrica, il Piano Agricolo Regionale (PAR) che non risultava all'epoca ancora operativo e il Piano di Azione Locale (PAL) che conteneva scarsi

riferimenti alle attività agricole e all'ambiente ma era più costruito in una prospettiva di sviluppo rurale. Tuttavia, negli altri documenti spesso da un lato vengono prese in considerazione l'insieme delle attività antropiche che utilizzano le risorse naturali, dall'altro la cartografia delle aree obiettivo risulta scarsamente diffusa. Per questo motivo abbiamo considerato soltanto due documenti: il Piano Regionale di Azione Ambientale (PRAA) 2004-2006 e il Piano Locale di Sviluppo Rurale della Provincia di Grosseto 2000-2006. Infatti tali documenti, oltreché essere gli unici che hanno una cartografia delle aree obiettivo, rappresentano i due documenti di riferimento rispettivamente per quanto riguarda la pianificazione ambientale e agricola (Tabella 11).

5.2.1.1.2 L'identificazione delle aspettative ambientali

All'interno del PRAA e del PLSR della Provincia di Grosseto e delle Comunità Montane delle Colline Amiatine, delle Colline Metallifere e dell'Amiata grossetano, due risorse ambientali risultano comuni, l'acqua e la biodiversità, mentre il suolo e il paesaggio risultano trattate soltanto nel PLSR. Sono state identificati sei obiettivi nel PRAA e cinque obiettivi nel PLSR (Tabella 12).

Come si può osservare nella Tabella 12, tuttavia, gli obiettivi ambientali comuni espressi in tali documenti sono molto generici e coincidenti solo in parte. Infatti, se ad esempio rispetto alla biodiversità, in entrambi i casi è espresso un obiettivo riguardante la conservazione, all'interno del PRAA sono espressi anche altri due obiettivi che riguardano più in particolare gli usi e la tutela del territorio (estendere le aree protette e ridurre le aree artificiali).

Tabella 12: le aspettative ambientali identificate tramite *content analysis* del PRAA 2004-2006 e del PLSR 2000-2006 della Provincia di Grosseto.

Tableau 12 : les attentes environnementales identifiées au travers de l'analyse du contenu de documents sélectionnés pour la Provincia de Grosseto.

Documento analizzato	Provincia di Grosseto
PRAA	Biodiversità: estendere le aree protette, conservare la biodiversità, ridurre le aree artificiali Acqua: proteggere la qualità delle acque, promuovere un uso sostenibile delle risorse idriche, prevenire il rischio idrogeologico
PLSR	Biodiversità: conservare gli habitat e la biodiversità Acqua: ridurre l'inquinamento delle acque superficiali e sotterranee Paesaggio: conservare i paesaggi Sol: prevenire il degrado dei suoli, ridurre l'erosione

Sono quindi identificabili due gruppi di obiettivi, quelli che hanno una componente spaziale esplicita (aree protette, habitat) e quelli che invece riguardano soltanto la risorsa (biodiversità). Per l'acqua e per il suolo invece ci si riferisce soltanto alla risorsa,

anche se implicitamente alcuni elementi spaziali possono emergere (falde, corsi d'acqua). Infine per quanto riguarda il paesaggio, soltanto nel PLSR viene espresso un obiettivo finalizzato genericamente alla conservazione della diversità dei paesaggi, sebbene siano considerati generalmente ben preservati anche se subiscono localmente dei processi di degradazione.

5.2.1.1.3 Localizzazione delle aspettative ambientali

Attraverso la consultazione della cartografia presente nei documenti analizzati e l'analisi dei testi, si sono potuti localizzare nel territorio provinciale gli obiettivi identificati precedentemente (Tabella 13). Per quanto riguarda la biodiversità e il paesaggio, gli obiettivi interessano l'intera provincia. Invece per quanto riguarda il suolo, se azioni di contrasto della degradazione dei suoli vengono riferite all'intera Provincia, invece la protezione contro l'erosione viene principalmente riferita alle aree settentrionali e all'area amiatina della Provincia.

Tabella 13: risorse ambientali, obiettivi ambientali e loro localizzazione per la Provincia di Grosseto a partire dal PRAA 2004-2006 e dal PLSR 2000-2006.

Tableau 13 : ressources environnementales, enjeux environnementaux portés sur ces ressources et leur localisation dans la Provincia di Grosseto à partir des documents analysés.

Risorsa	Obiettivo	Localizzazione	Fonte
Biodiversità	Aumento delle aree protette	Intera Provincia	PRAA
Biodiversità	Conservazione della biodiversità	Intera Provincia	PRAA e PLSR
Biodiversità	Conservazione degli habitat	Intera Provincia	PRAA
Acqua	Protezione della qualità delle risorse idriche	Zone umide	Per la tipologia dell'obiettivo
		Laguna di Orbetello, Laguna di Burano	PRAA e PLSR
Acqua	Protezione della qualità delle risorse idriche	Acquiferi sotterranei	Per la tipologia dell'obiettivo
		Amiata grossetano	PRAA
Paesaggio	Conservazione della diversità dei paesaggi	Intera Provincia	PLSR
Suolo	Contrastare la degradazione dei suoli	Intera Provincia	PLSR
Suolo	Protezione contro l'erosione	Colline Metallifere, Amiata grossetano, Piana di Scarlino	PLSR

Invece per quanto riguarda l'acqua, si può notare un maggior dettaglio e un riferimento a specifici ecosistemi (zone umide) ed elementi spaziali (acquiferi sotterranei).

Da quanto emerso, è possibile notare che alcune aree sono ripetute (Colline metallifere, Amiata grossetano) e altre sono comunque ben identificabili. Quindi abbiamo potuto raggruppare gli obiettivi ambientali a seconda delle aree a cui si riferiscono (Tabella 14) e abbiamo identificato sei aree portatrici di una combinazione di diversi obiettivi ambientali. Alcune di queste aree hanno una maggiore estensione (Colline metallifere, Amiata grossetano) mentre altre sono molto localizzate (Laguna di Burano, Laguna di Orbetello).

Tabella 14: principali obiettivi ambientali e loro localizzazione rilevati nella Provincia di Grosseto nel PRAA 2004-2006 e nel PLSR 2000-2006.

Tableau 14 : principaux enjeux environnementaux identifiés à partir des documents analysés et leur localisation dans la Provincia de Grosseto.

Provincia di Grosseto	
Colline Metallifere	<u>Paesaggio</u> (conservazione della diversità dei paesaggi) <u>Biodiversità</u> (conservazione della biodiversità e degli habitat naturali) <u>Suolo</u> (protezione dall'erosione)
Laguna di Orbetello	<u>Acqua</u> (protezione della qualità delle acque – salinizzazione delle acque superficiali-) <u>Biodiversità</u> (conservazione della biodiversità e degli habitat naturali)
Laguna di Burano	<u>Acqua</u> (protezione della qualità delle acque – salinizzazione delle acque sotterranee - eutrofizzazione delle acque superficiali) <u>Biodiversità</u> (conservazione della biodiversità e degli habitat naturali)
Amiata grossetano	<u>Acqua</u> (protezione della qualità e quantità delle acque) <u>Suolo</u> (protezione dall'erosione) <u>Paesaggio</u> (conservazione della diversità dei paesaggi) <u>Biodiversità</u> (conservazione della biodiversità e degli habitat naturali)
Piana di Scarlino	<u>Acqua</u> (salinizzazione delle acque superficiali, inquinamento delle falde) <u>Suolo</u> (protezione dall'erosione) <u>Biodiversità</u> (conservazione della biodiversità e degli habitat) <u>Paesaggio</u> (conservazione della diversità dei paesaggi)
Area grossetana	<u>Paesaggio</u> (conservazione della diversità dei paesaggi) <u>Biodiversità</u> (conservazione della biodiversità e degli habitat)

Nella Figura 17 si può osservare la localizzazione delle diverse aree identificate che risultano spazialmente continue nella maggior parte dei casi. Le Colline Metallifere raggruppano tutta la parte montana settentrionale mentre la Piana di Scarlino rappresenta la pianura costiera che chiude il Golfo di Follonica. Le due aree si differenziano principalmente per gli obiettivi riguardanti le risorse idriche che riguardano l'area costiera. L'area grossetana interessa la pianura costiera di Grosseto e l'area dell'Ombrone, mentre l'Amiata grossetano riguarda tutta l'area amiatina e delle colline amiatine, che si differenziano dall'area costiera per gli obiettivi riguardanti l'acqua e il suolo.

Infine, le lagune di Burano e di Orbetello si trovano a sud della provincia e si differenziano per gli obiettivi diversi che vengono attribuiti alla stessa risorsa, ovvero l'acqua.

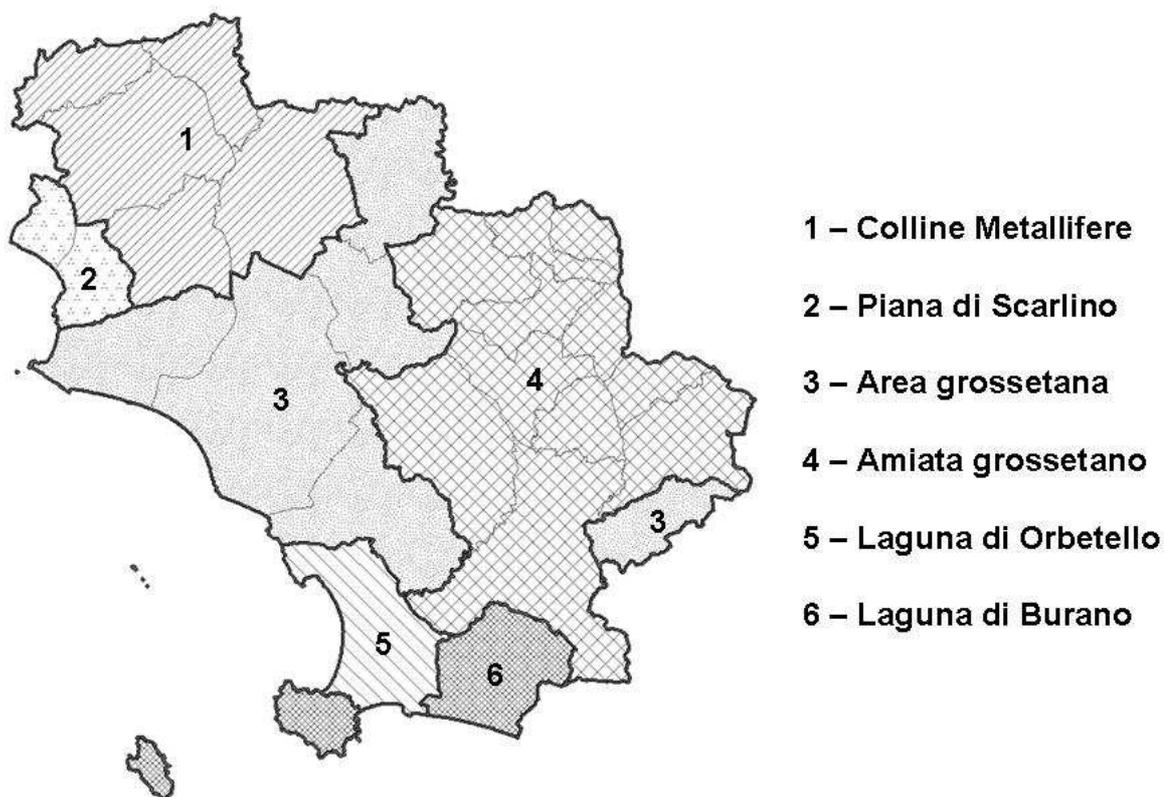


Figura 17: localizzazione delle aspettative ambientali in Provincia di Grosseto a partire dagli elementi forniti nel PRAA 2004-2006 e nel PLSR 2000-2006. Le aspettative corrispondenti ad ogni area sono indicate nella Tabella 3.

Figure 17 : localisation des attentes environnementales en Provincia di Grosseto à partir des documents analysés (les attentes correspondant à chaque secteur identifié sont indiquées dans le Tableau 3).

5.2.1.1.4 Relazioni tra aspettative ambientali e sistemi agricoli

Come si può osservare nella Tabella 14, le aspettative ambientali sono molto generiche e in sé e per sé non sono riferibili ad aspettative attribuite direttamente alle attività agricole, ma possono essere genericamente attribuite al territorio. Per questo motivo abbiamo identificato gli elementi spaziali di attività agricola (uso del suolo), i sistemi produttivi e le pratiche agricole che all'interno di tali documenti sono messi in relazione con le aspettative ambientali. Nella Tabella 15 mostriamo per tipologia di aspettative e per area-obiettivo, gli elementi di attività agricole identificati. Al pari delle considerazioni che erano state fatte per gli obiettivi ambientali, si può notare come gli elementi di attività agricole messi in relazione con gli obiettivi ambientali siano molto simili tra di loro e standard, come nel caso del riferimento ai sistemi produttivi a basso input o alle attività agricole in generale. Se i riferimenti agli elementi spaziali sono minimi, più informazioni riguardano le pratiche agricole, anche per la presenza della sezione delle misure agro-ambientali all'interno del PLSR 2000-2006. Tra le pratiche agricole, i maggiori riferimenti sono fatti all'irrigazione e alla introduzione all'interno delle

rotazioni di colture a finalità ambientale, oltrech  all'aumento della biodiversit  aziendale (sia vegetale che animale) e alla scelta varietale che dovrebbe privilegiare le variet  locali. Un'altra osservazione riguarda le relazioni tra aspettative ambientali e il riferimento ad attivit  agricole a loro specificatamente legate. Se si escludono le aspettative portate sulla biodiversit  e sull'acqua, per le quali sono espresse delle relazioni specifiche con le attivit  agricole, negli altri casi gli elementi di attivit  agricole identificate risultano assolutamente generici.

Queste considerazioni permettono quindi di selezionare tra le aspettative agro-ambientali, quelle che verranno scelte per l'analisi successiva. Tra le diverse aspettative agro-ambientali, e ai fini dell'analisi che sar  effettuata nei capitoli successivi, abbiamo escluso le aspettative che riguardavano la biodiversit  dato che all'interno dei documenti analizzati non erano presenti elementi di dettaglio in grado di riferire questo obiettivo a specie o habitat particolari. Inoltre anche quando l'obiettivo era presente, come ad esempio nel caso della conservazione della diversit  animale e vegetale all'interno delle aziende, non sono stati identificati elementi che potessero far collegare tali aspettative con processi agro-ambientali, per cui tutti gli obiettivi riguardanti la biodiversit  sono stati esclusi. Invece, sebbene le altre aspettative agro-ambientali associate a acqua, paesaggio e suolo siano risultate molto generiche, soprattutto per gli elementi di relazione con le attivit  agricole,   possibile esplicitare gli elementi che riguardano i sistemi e le pratiche agricole a loro collegate attraverso un'analisi dei sistemi agricoli nell'area di studio.

Tabella 15: aspettative ambientali e relazioni con le attività agricole all'interno del PRAA 2004-2006 e del PLSR 2000-2006 (Provincia di Grosseto).

Tableau 15 : attentes environnementales et leurs relations avec les activités agricoles dans les documents analysés (Provincia di Grosseto).

Aspettative ambientali		Relazioni con le attività agricole		
		Elementi spaziali	Sistemi agricoli	Pratiche agricole
	<u>Paesaggio</u> (conservazione della diversità del paesaggio)		-Diffusione dell'agricoltura biologica e integrata	-Mantenimento delle razze autoctone -Uso di varietà locali -Introduzione di colture di interesse paesaggistico, faunistico e ambientale
	<u>Biodiversità</u> (protezione della biodiversità e conservazione degli habitat)			
	<u>Suolo</u> (protezione contro l'erosione)			
	<u>Acqua</u> (protezione della qualità delle acque – salinizzazione delle acque superficiali-)			-Diminuzione/controllo dell'irrigazione
	<u>Biodiversità</u> (conservazione della biodiversità e protezione degli habitat)			
	<u>Acqua</u> (Protezione della qualità delle acque – salinizzazione delle falde, eutrofizzazione delle acque superficiali-)		-Diffusione dell'agricoltura biologica e integrata	-Diminuzione/controllo dell'irrigazione
	<u>Biodiversità</u> (conservazione della biodiversità e protezione degli habitat)			
	<u>Acqua</u> (protezione della quantità e qualità delle acque –controllo del déficit idrico-)	-Controllo dell'inquinamento delle acque nei sottobacini a monte		-Diminuzione/controllo dell'irrigazione
	<u>Suolo</u> (protezione contro l'erosione)			
	<u>Paesaggio</u> (conservazione della diversità dei paesaggi)			
	<u>Biodiversità</u> (conservazione della biodiversità e protezione degli habitat)			
	<u>Acqua</u> (protezione contro la salinizzazione delle acque superficiali, inquinamento delle falde)			-Diminuzione/controllo dell'irrigazione
	<u>Suolo</u> (protezione contro l'erosione)			
	<u>Biodiversità</u> (conservazione della biodiversità e protezione degli habitat)			
	<u>Paesaggio</u> (conservazione della diversità dei paesaggi)			
	<u>Paesaggio</u> (conservazione della diversità dei paesaggi)		-Attività agricole in generale -Allevamento	
	<u>Biodiversità</u> (conservazione della biodiversità e protezione degli habitat)			

Dans ce paragraphe nous avons présenté les résultats de l'identification des attentes agro-environnementales dans la Provincia di Grosseto au travers d'une analyse de deux documents issus de politiques : le PRAA (Piano Regionale di Azione Ambientale) 2004-2006 et le PLSR (Piano Locale di Sviluppo Rurale 2000-2006). Les attentes environnementales identifiées portent sur les ressources de type eau, sol et paysage (e.g. préservation des eaux de surface, conservation des sols) ; ces attentes se différencient dans le territoire plus par la nature de leurs combinaisons que par leur contenu (Marraccini et al., 2009). Ceci provient en partie de l'adoption par les institutions définissant les politiques d'une grille de caractérisation des attentes très conditionnée par la grille européenne des enjeux environnementaux ; de ce fait, la caractérisation régionale reste très générique et relève peu les spécificités locales, sauf pour la ressource hydrique. Dans le cas particulier de l'eau pour le territoire italien étudié, des précisions sont en effet données sur les processus environnementaux concernés (salinisation des eaux de surface, lixiviation). On aboutit à un découpage en six types de zones supportant des combinaisons spécifiques d'attentes. L'ensemble du territoire étudié comprend au total six zones : dans trois cas, il s'agit d'espaces correspondant à une ou deux communes ; dans trois autres cas, il s'agit d'ensemble plus vastes de plus de deux communes voisines formant un ensemble homogène assez étendu et continu. Dans les documents étudiés, les éléments relatifs aux activités agricoles sont très généraux. Leur contenu est souvent relatif aux pratiques agricoles (fertilisation et irrigation), plus rarement aux systèmes de production (types d'agriculture intégrée ou biologique). La référence à la dimension spatiale des activités agricoles est très rare (un cas concernant la localisation des activités pastorales). L'analyse des attentes met donc en évidence la diversité des espaces concernés au sein du territoire ; cependant leur définition et leur précision géographique restent très générales. La mise en parallèle de cette analyse avec une caractérisation des systèmes agraires du territoire apporte des précisions nécessaires pour dégager ultérieurement les fonctions agro-environnementales.

5.2.1.2 Organizzazione delle attività agricole

5.2.1.2.1 Identificazione delle principali caratteristiche dei sistemi agricoli interagenti con le funzioni agro-ambientali

Nella Tabella 16 sono riportati i descrittori selezionati per illustrare l'organizzazione delle attività agricole in Provincia di Grosseto. Delle cinque categorie di descrittori usati (uso del suolo e frammentazione dell'uso del suolo, tipologia di imprenditore agricolo e di mezzi tecnici, intensità di uso del suolo), quelli di uso del suolo risultano preponderanti seguiti dai descrittori dei mezzi tecnici.

Tabella 16: descrittori identificati per lo studio dell'organizzazione delle attività agricole in Provincia di Grosseto. Tra parentesi sono indicati i coefficienti di variazione di ciascun descrittore.

Tableau 16 : sélection initiale des descripteurs d'organisation des activités agricoles en Provincia di Grosseto (entre parenthèse les coefficients de variation de chaque descripteur).

Descrittore	Contenuto	Informazione apportata riguardo ai sistemi agricoli	Valore medio provinciale (cv)
Nca/Ea	Numero medio di corpi aziendali per azienda agricola	Frammentazione	2,75 (0,37)
SAU/Ea	SAU media per azienda agricola	Frammentazione	19,45 (0,43)
Eam/Ea	Età media del conduttore	Imprenditori agricoli	59 (0,04)
Eapt/Ea	Parte di aziende agricole part-time	Imprenditori agricoli	0,13 (0,34)
60 kW/Ea	Presenza di macchine di potenza superiore a 60 kW in azienda	Intensità di uso del suolo/Mezzi tecnici	0,02 (0,43)
SAUsa/SAU	Parte di SAU a set-aside	Intensità d'uso del suolo	0,09 (0,46)
UGBT/SFP	UBA per ha di superficie foraggera	Intensità d'uso del suolo	1,22 (0,58)
SAUbio/SAU	Parte di SAU coltivata in biologico	Intensità d'uso del suolo	0,10 (1,24)
SAUj/SAU	Parte di SAU irrigua	Intensità d'uso del suolo	0,04 (1,25)
SAU/UTA	SAU media per unità di lavoro aziendale	Mezzi tecnici	141,72 (0,37)
UBAoc/UBA	Parte di UBA ovi-caprine nelle UBA totali	Mezzi tecnici	0,25 (0,45)
UBAb/UBA	Parte di Unità Bovine Adulte (UBA) nelle UBA totali	Mezzi tecnici	0,16 (0,53)
SAU/SC	Rapporto tra la superficie agricola utilizzata (SAU) e la superficie totale	Uso del suolo	0,42 (0,40)
Sb/SC	Rapporto tra la superficie boscata e la superficie totale	Uso del suolo	0,40 (0,43)
SAUc/SAU	Parte di SAU a cereali	Uso del suolo	0,30 (0,45)
SFT/SAU	Parte di SAU a foraggiere	Uso del suolo	0,35 (0,46)
SAUfa/SAU	Parte di SAU a foraggiere avvicendate	Uso del suolo	0,17 (0,50)
SAUin/SAU	Parte di SAU a colture industriali	Uso del suolo	0,08 (0,66)
SAUo/SAU	Parte di SAU a oliveto	Uso del suolo	0,10 (0,83)
SAUv/SAU	Parte di SAU a vigneto	Uso del suolo	0,03 (0,98)
SAUal/SAU	Parte di SAU per arboricoltura da legno	Uso del suolo	0,01 (1,25)
SAUfr-c/SAU	Parte di SAU a frutteto escluso il castagno	Uso del suolo	0,01 (1,39)
SAUofv/SAU	Parte di SAU a colture orto-floro-vivaistiche	Uso del suolo	0,01 (1,43)
SAUor/SAU	Parte di SAU a colture ortive	Uso del suolo	0,01 (1,61)

Questo risultato non deriva dalla selezione quanto dal fatto che all'interno del Censimento dell'agricoltura queste informazioni sono le più complete, mentre le informazioni sull'intensità di uso del suolo e sulla frammentazione aziendale sono scarsamente presenti e spesso in forma qualitativa che prevede risposte di tipo si/no oppure espressi con valori percentuali della superficie aziendale gestita in un certo

modo. Per questo motivo risultano poco significativi. Se si esclude l'uso di fertilizzanti e pesticidi per quanto riguarda l'intensità di uso del suolo, l'insieme dei descrittori raccolti risulta rappresentativo della tipologia dei sistemi agricoli grossetani. Infatti per quanto riguarda l'uso del suolo, sono rappresentate tutte le classi principali di SAU tipiche delle aree costiere mediterranee (seminativi, foraggere, ortive e florovivaistiche, legnose agrarie e arboricoltura da legno). Per quanto riguarda la frammentazione dell'uso del suolo gli unici dati disponibili sono stati il numero di corpi aziendali per azienda e la SAU media per azienda agricola. Per quanto riguarda i mezzi tecnici, sono rappresentate le principali classi esclusi fitofarmaci e fertilizzanti, ovvero l'allevamento, la manodopera, la meccanizzazione. Per quanto riguarda le tipologie di imprenditore agricolo abbiamo messo in evidenza l'età media del conduttore e l'impiego a tempo pieno/parziale. Infine, per quanto riguarda l'intensità di uso del suolo, abbiamo considerato la parte di SAU a set-aside o a biologico, la SAU irrigua, il carico bovino e l'impiego in azienda di macchine agricole con potenza superiore a 60 kW.

Il quadro a livello provinciale di questi indicatori, come si può osservare dalla Tabella 16, mostra aziende agricole di dimensioni contenute (SAU media aziendale inferiore a 20 ha) e abbastanza frammentate (il numero di corpi aziendali è vicino a 3). Gli imprenditori agricoli sono principalmente imprenditori professionali e full-time, anche se è presente un 13% di imprenditori part-time e un'età media del conduttore molto elevata, intorno ai 60 anni. Gli usi del suolo sono principalmente i cereali (30% della SAU), le foraggere sia avvicendate che permanenti (35% della SAU), l'olivo (10% della SAU) e le colture industriali (8% della SAU), che vanno a designare il tipico sistema misto delle aziende agricole delle aree mediterranee, poco orientato verso le colture irrigue (SAU irrigua 4%). L'allevamento degli ovi-caprini risulta diffuso (25% degli UBA) e il carico bovino per ettaro medio provinciale risulta intorno agli 1,2 UBA per ha di superficie foraggera. Infine, la SAU coltivata ad agricoltura biologica risulta intorno al 10%.

5.2.1.2.2 Selezione dei descrittori

Tuttavia questi dati medi provinciali designano un sistema che si differenzia sul territorio, anche per la diversità geo-morfologica dell'area provinciale che presenta un gradiente che va dalle pianure costiere, alle colline interne e alla montagna amiatina.

Per questo motivo, abbiamo cercato in un primo tempo di capire quali fossero i descrittori che caratterizzassero l'intero sistema provinciale (più omogenei) e quelli che invece fossero più tipici di alcune aree (meno omogenei). A tale scopo ci siamo serviti

dei coefficienti di variazione (Tabella 16). Si può notare come i descrittori che si riferiscono alla tipologia di imprenditore agricolo presentino entrambi un basso coefficiente di variazione, che indica una sostanziale omogeneità di tali descrittori a livello provinciale. Stessa situazione si ha per uno dei due descrittori di frammentazione dell'uso del suolo, ovvero il numero medio di corpi aziendali che risulta sostanzialmente omogeneo nella provincia. Invece le maggiori differenze si rilevano nell'uso del suolo. Ad esempio, tutti la SAU ad industriali, ad ortive e a colture orto-floro-vivaistiche risulta molto eterogenea sul territorio oltreché in piccola proporzione. Unica eccezione a quanto appena detto risultano i cereali che invece sono uno dei caratteri distintivi della provincia stessa e sono abbastanza omogenei sul territorio, Questa analisi ci può portare ad ipotizzare che sistemi basati principalmente su colture irrigue siano localizzati nelle aree più pianeggianti della provincia. Ad ogni modo, sulla base dell'analisi dei coefficienti di variazione, abbiamo potuto escludere alcuni descrittori che non contribuiscono alla differenziazione dei sistemi agricoli (Tabella 17).

Tabella 17: descrittori esclusi dall'analisi dell'organizzazione delle attività agricole in Provincia di Grosseto in basa al valore del coefficiente di variazione (inferiore al primo quartile).

Tableau 17 : descripteurs éliminés de l'analyse de l'organisation des activités agricoles en Provincia di Grosseto sur la base du coefficient de variation (inférieur au premier quartile)

Classe di descrittori	Descrittori ¹⁰ esclusi dall'analisi
Uso del suolo	-
Frammentazione dell'uso del suolo	X (Nca/Ea)
Tipologie di imprenditori agricoli	X (Eapt/Ea, Eam/Ea)
Mezzi tecnici	X (SAU/UTA)
Intensità di uso del suolo	-

Le uniche classi di descrittori non modificate risultano l'uso del suolo e l'intensità di uso del suolo, mentre la classe sulla tipologia di imprenditori agricoli risulta eliminata da questa analisi, in quanto entrambi i descrittori risultano omogenei sul territorio provinciale.

In un secondo tempo ci siamo interessati alle correlazioni tra descrittori più eterogenei (Tabella 18). In Provincia di Grosseto, le maggiori correlazioni risultano: (a) tra descrittori di uso del suolo, (b) tra descrittori di uso del suolo e di mezzi tecnici, (c) tra descrittori di mezzi tecnici, (d) tra descrittori di uso del suolo e d'intensità di uso del suolo. Per quanto riguarda le correlazioni tra descrittori di uso del suolo (a), mostrano una correlazione positiva tra la superficie a legnose agrarie escluso il castagno (SAUfr-c/SAU) e quella a oliveto (SAUo/SAU), che risulta spiegabile con il fatto che presentino

necessità pedo-climatiche simili quindi che in alcune aree della Provincia si ritrovino in simili proporzioni. Invece, si ha una correlazione negativa tra la superficie a colture industriali (SAU_{in}/SAU) e la superficie foraggera totale (SFP/SAU), spiegata al contrario con il fatto che le colture foraggere siano più diffuse in aree che non sono vocate per le colture industriali, come le aree collinari e montane. Per quanto i descrittori di uso del suolo e di mezzi tecnici (b), mostrano una correlazione positiva tra la superficie foraggera totale (SFP/SAU) e la parte di UBA ovine e caprine (UBA_{oc}/UBA), suggerendo che le foraggere siano sempre associate all'allevamento ovino e caprino piuttosto che per esempio al bovino. Tra le correlazioni tra descrittori di mezzi tecnici (c), da sottolineare una correlazione negativa tra le UBA ovi-caprine e le UBA bovine, che può far pensare ad una diversa specializzazione territoriale di tali forme di allevamento. La correlazione tra i descrittori di mezzi tecnici e di frammentazione di uso del suolo (d) riguardano la correlazione positiva tra il carico bovino per ha (SFP/SAU) e la superficie a colture industriali (SAU_{in}/SAU), suggerendo che nelle aree più vocate a colture industriali, come le aree pianeggianti e irrigue, ci sia anche una maggiore intensità di uso del suolo.

¹⁰ Nca/Ea indica il numero di corpi aziendali dell'azienda agricola, Eapt/Ea il numero di aziende agricole part-time sul totale delle aziende, Eam/Ea l'età media del conduttore, SAU/UTA la superficie agricola gestita da ciascuna unità di lavoro.

Tabella 18: matrice di correlazione di Pearson dei descrittori selezionati per l'analisi dell'organizzazione delle attività agricole in Provincia di Grosseto. Lo sfondo grigio si riferisce alle correlazioni che presentano una probabilità inferiore a 0,05, le correlazioni in grassetto sono quelle significative in quanto superiori al terzo quartile (ovvero oltre 0,59).

Tableau 18 : matrice des corrélations de Pearson pour les descripteurs sélectionnés afin d'analyser l'organisation des activités agricoles en Provincia di Grosseto. En gris, les corrélations présentant une probabilité inférieure à 0,05, en gras les corrélations les plus significatives (allant au delà du troisième quartile 0,59).

	SAUi/SAU	Sb/SC	SAT/Ea	SAUv/SAU	SAUo/SAU	SAUfr-c/SAU	SAUal/SAU	SAUofv/SAU	SFP/SAU	UBA/SFP	SAUbio/SAU	UBAb/UBA	UBAoc/UBA	SAUin/SAU	SAUor/SAU	SAUfa/SAU	
SAUi/SAU	1	-0,10	0,16	0,17	0,02	0,45	-0,16	0,92	-0,44	0,31	-0,20	0,46	-0,39	0,60	0,90	-0,10	
Sb/SC		1	-0,12	0,22	0,38	0,46	-0,16	-0,00	0,12	-0,31	0,27	-0,12	-0,19	-0,10	0,01	-0,26	
SAT/Ea			1	-0,40	-0,50	-0,42	-0,20	-0,04	0,22	0,02	0,03	0,11	0,31	0,23	0,01	0,58	
SAUv/SAU				1	0,57	0,58	-0,24	0,33	-0,36	-0,10	0,07	-0,06	-0,27	0,03	0,18	-0,18	
SAUo/SAU					1	0,64	-0,18	0,13	-0,45	-0,07	-0,17	0,01	-0,56	-0,13	0,06	-0,51	
SAUfr-c/SAU						1	-0,13	0,65	-0,51	0,05	-0,17	0,05	-0,57	0,26	0,62	-0,54	
SAUal/SAU							1	-0,16	0,16	0,11	-0,21	-0,12	0,07	-0,03	-0,14	-0,14	
SAUofv/SAU								1	-0,46	0,19	-0,26	0,33	-0,37	0,53	0,98	-0,25	
SFP/SAU									1	-0,52	0,34	-0,50	0,76	-0,62	-0,43	0,47	
UBA/SFP										1	-0,08	0,20	-0,42	0,65	0,18	-0,04	
SAUbio/SAU											1	-0,07	0,25	-0,17	-0,28	0,28	
UBAb/UBA												1	-0,61	0,40	0,35	-0,23	
UBAoc/UBA													1	-0,38	-0,32	0,60	
SAUin/SAU														1	0,55	-0,06	
SAUor/SAU																-0,24	
SAUfa/SAU																	1

A partire da tali elementi, tra i descrittori altamente correlati, abbiamo selezionato quelli facenti parte delle classi più rappresentate, in modo da non eliminare troppe classi di descrittori e quelli che presentassero correlazioni multiple.

Tuttavia, prima di decidere quale descrittore eliminare abbiamo verificato le loro correlazioni all'interno di una combinazione di descrittori (Analisi in Componenti Principali, ACP) invece che a coppie. Questa tappa ci ha permesso oltretutto di selezionare altre variabili, di verificare alcune ipotesi fatte durante l'analisi delle correlazioni tra i diversi descrittori che ci possano portare a distinguere i diversi sistemi agricoli nel territorio provinciale. L'uso di 5 ACP consecutive ci ha quindi permesso di selezionare le variabili che spiegassero la maggiore variabilità dei dati all'interno dei comuni che costituiscono l'area di studio, di cui i risultati sono forniti nella Figura 18 e nella Tabella 19.

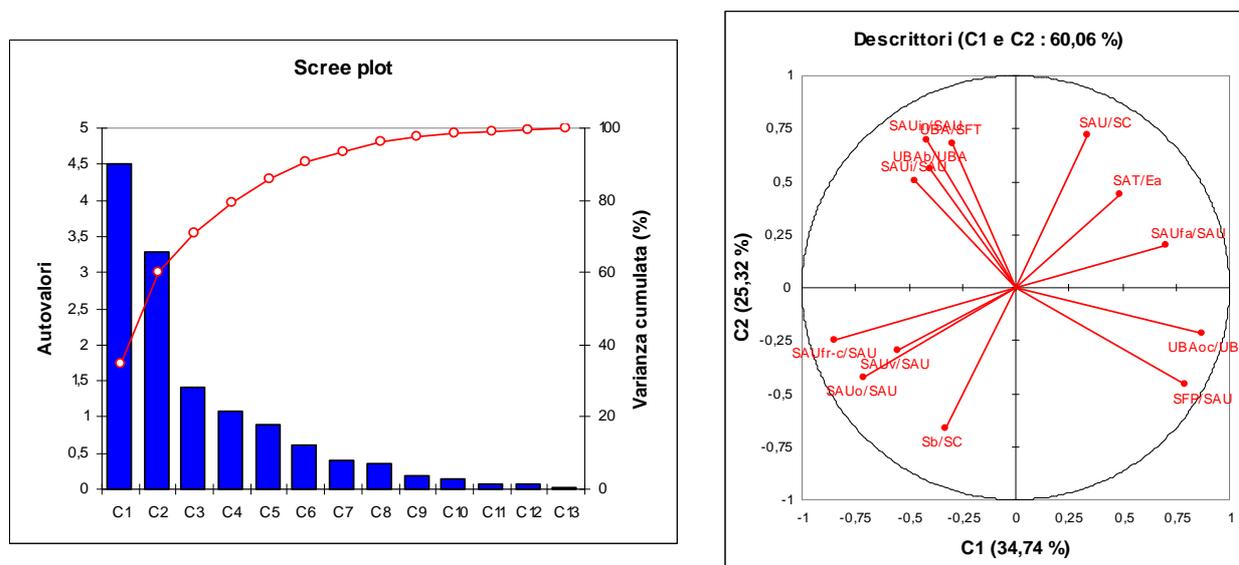


Figura 18: risultati dell'ultima Analisi in Componenti Principali dopo una sequenza iterativa di cinque. A sinistra, distribuzione degli auto valori; a destra, biplot rappresentante la distribuzione dei descrittori rispetto alle prime due componenti principali.

Figure 18 : résultats de la dernière Analyse en Composantes Principales après cinq sélections progressives de descripteurs. A gauche, distribution des valeurs propres ; à droite, biplot illustrant la distribution des descripteurs aux deux premières composantes.

Come si può osservare nella Figura 18, la variabilità spiegata da questa combinazione di descrittori è pari al 79% che rappresenta un risultato molto soddisfacente per la tipologia di analisi. I descrittori eliminati in tale fase risultano quattro, tre riguardanti l'uso del suolo (SAUor/SAU, SAUofv/SAU, SAUal/SAU) e uno riguardante l'intensità di uso del suolo (SAUbio/SAU). Per questo motivo i descrittori selezionati riguardano principalmente l'uso del suolo, ma anche la sua intensità d'uso e i mezzi tecnici impiegati, oltre che la frammentazione d'uso (Tabella 19).

Tabella 19: risultati dell'Analisi in Componenti Principali: correlazioni tra i descrittori e le componenti.

Tableau 19 : résultats de l'Analyse en Composantes Principales : corrélations entre les descripteurs et les composantes.

Descrittore	Tipologia di descrittore	Componenti			
		C1	C2	C3	C4
SAT/Ea	Frammentazione dell'uso del suolo	0,490	0,443	0,550	0,008
UBA/SFT	Intensità d'uso del suolo	-0,293	0,680	-0,081	0,077
SAUi/SAU	Intensità di uso del suolo	-0,474	0,507	0,434	0,204
UBAb/UBA	Mezzi tecnici	-0,397	0,557	0,059	-0,477
UBAoc/UBA	Mezzi tecnici	0,868	-0,214	0,064	0,287
SAU/SC	Uso del suolo	0,336	0,721	-0,495	0,136
Sb/SC	Uso del suolo	-0,331	-0,661	0,557	-0,216
SAUv/SAU	Uso del suolo	-0,554	-0,298	-0,095	0,627
SAUo/SAU	Uso del suolo	-0,714	-0,426	-0,232	0,099
SAUfr-c/SAU	Uso del suolo	-0,846	-0,251	0,204	0,227
SFP/SAU	Uso del suolo	0,794	-0,457	0,191	-0,077
SAUin/SAU	Uso del suolo	-0,416	0,694	0,370	0,140
SAUfa/SAU	Uso del suolo	0,705	0,196	0,267	0,409

Da quest'analisi emergono quattro grandi dinamiche:

- dei sistemi (C1) in cui all'aumento delle foraggere totali (SFP/SAU) e le foraggere avvicendate (SAUfa/SAU) accompagnate da un allevamento ovi-caprino (UBAoc/UBA) corrisponde una diminuzione delle legnose agrarie (SAUIa/SAU) e degli oliveti (SAUo/SAU). Possono essere approssimati a sistemi collinari e montani più ricchi di seminativi e orientati all'allevamento ovino in contrasto con i sistemi collinari o pianeggianti in cui prevale l'oliveto e in generale le legnose agrarie (cf. analisi correlazioni).
- dei sistemi (C2) in cui all'aumento della superficie agricola (SAU/SC), delle colture industriali (SAUin/SAU) e del carico animale (UBA/SAU) corrisponde una diminuzione della superficie boscata (Sb/SC). Tali sistemi potrebbero corrispondere a sistemi di pianura in cui sono presenti le colture industriali e sono generalmente più intensivi (allevamenti senza pascolo e presenza di colture irrigue).
- dei sistemi (C3) in cui all'aumento della superficie boscata (Sb/SC) e delle dimensioni aziendali (SAT/Ea) corrisponde una diminuzione della superficie agricola (SAU/SC). Tali sistemi potrebbero corrispondere ai sistemi montani in cui prevale il pascolo e quindi le dimensioni aziendali sono maggiori.
- dei sistemi (C4) in cui all'aumento della superficie vitata (SAUv/SAU) corrisponde una diminuzione dell'allevamento bovino (UBAb/UBA). Anche in questo caso ci si potrebbe riferire a dei sistemi di collina in aree vocate per la vitivinicoltura e in cui l'allevamento è principalmente ovi-caprino o a sistemi di pianura in aree poco vocate alle coltivazioni erbacee per le condizioni agro-pedologiche.

5.2.1.2.3 Messa a punto di una tipologia di comuni in grado di differenziare i sistemi agricoli

Sulla base di tali risultati e partendo dal set di descrittori selezionati, attraverso una Cluster Analysis (CA) abbiamo cercato di definire i contorni dei sistemi ipotizzati sopra (Figura 19).

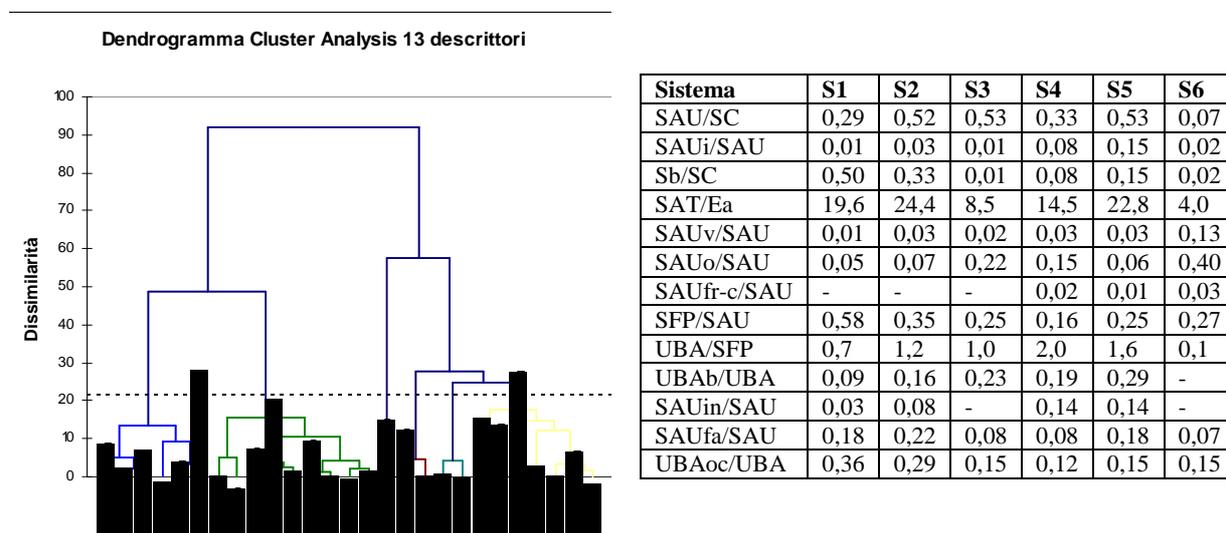


Figura 19: risultati della Cluster Analysis applicata ai comuni della Provincia di Grosseto con 13 descrittori di sistemi agricoli. A sinistra, dendrogramma dei diversi cluster e dei comuni di appartenenza; a destra, valori medi risultanti per ciascun tipo di sistema.

Figure 19 : résultats de la Classification Ascendante Hiérarchique appliquée aux communes de la Provincia di Grosseto à partir de 13 descripteurs de systèmes agraires. A gauche, dendrogramme des classes et des communes y appartenant ; à droite, valeurs moyennes des descripteurs pour chaque classe.

Sono risultati sei diversi sistemi agricoli, ciascuno diverso dall'altro per quanto riguarda la parte di uso agricolo del suolo nel Comune, le dimensioni delle aziende agricole, le combinazioni principali di usi agricoli del suolo, la consistenza, tipologia e intensità dell'allevamento (Figura 6). Escluso il Sistema 6 (S6) che è costituito soltanto da un comune, tutti gli altri sistemi sono costituiti da gruppi di Comuni. Tuttavia non abbiamo considerato il comune di cui fa parte S6 come un *outlier* in quanto abbiamo voluto rappresentare tutte le tipologie di sistemi presenti.

Il Sistema 1 (S1) interessa sei Comuni per una superficie di circa 500 km², ed è caratterizzato da comuni molto boscati, orientati verso le colture foraggere e un allevamento estensivo. Infatti presenta una SAU del 30% (SAU/SC) a fronte di una superficie boscata del 50% (Sb/SC), sono presenti principalmente colture foraggere (SFP/SAU al 58%) e in minima parte anche vite, olivo e colture industriali, un uso del suolo che caratterizza i sistemi policolturali della collina e montagna toscana. L'allevamento è principalmente ovi-caprino e il carico medio è di 0,7 UBA/ha di superficie foraggera.

Il Sistema 2 (S2) interessa 11 Comuni per una superficie di 4500 km², ed è caratterizzato da comuni con un forte uso agricolo del suolo, con grandi aziende diversificate e un allevamento estensivo. Infatti presentano una SAU intorno al 52%, superfici aziendali medie intorno ai 25 ha, e un uso del suolo che comprende circa un 10% di superficie olivata e vitata, un 8% di colture industriali e un 30% di superficie foraggera. L'allevamento è anch'esso diversificato, seppur con una maggiore prevalenza delle UBA ovi-caprine, presenta un interessante percentuale di UBA bovine (16%) e il carico animale è pari ad 1,2 UBA/ha di superficie foraggera.

Il Sistema 3 (S3) interessa 2 Comuni per una superficie di circa 117 km², ed è caratterizzato da comuni molto agricoli, con piccole aziende molto diversificate ed un allevamento estensivo. Anche in questo caso, come in S2 e forse anche in modo più marcato, sia l'uso del suolo che le tipologie di allevamento sono molto diversificati. Per quanto riguarda l'uso del suolo, infatti, circa il 25% sono foraggere e per la maggior parte costituite da prati permanenti e pascoli, il 22% sono olivi, mentre per quanto riguarda l'allevamento, si ha una lieve predominanza di quello bovino sull'ovi-caprino. Il carico bovino è leggermente più basso che nel sistema S2, intorno ad 1 UBA/ha di superficie foraggera.

Il Sistema 4 (S4) interessa 5 Comuni per una superficie di 1278 km², ed è caratterizzato da comuni mediamente agricoli, con aziende diversificate e un allevamento intensivo. Infatti a differenza di S2 e S3, sebbene sia l'uso del suolo che l'allevamento siano allo stesso modo diversificati, in questo caso il carico bovino è mediamente pari a 2 UBA/ha di superficie foraggera, indicando comunque una simile consistenza dell'allevamento a fronte di una superficie foraggera più ridotta (16%). Tale sistema indica quindi, pur in una simile diversità, una maggior specializzazione delle attività agricole.

Il Sistema 5 (S5) interessa 2 Comuni per una superficie di circa 700 km², ed è caratterizzato da comuni fortemente agricoli, con grandi aziende orientate verso i seminativi e le colture industriali irrigue e in cui l'allevamento è intensivo e orientato verso i bovini. Infatti le aziende hanno mediamente una superficie di 23 ha, in cui le superfici a colture industriali e irrigue sono pari al 15%, altrettanto le foraggere avvicendate. Il carico bovino è pari a 1,6 UBA/ha di superficie foraggera e la parte di bovini è preponderante rispetto agli ovi-caprini. Si tratta di tipici sistemi delle pianure litoranee, in cui le condizioni agro-pedo-climatiche sono favorevoli alle colture di pieno campo.

Infine, il Sistema 6 (S6) è quello che maggiormente si differenzia dagli altri. Interessa solo due Comuni per una superficie di 85 km², ed è caratterizzato da un uso del suolo orientato verso la viticoltura e l'olivicoltura, in aziende di piccolissime dimensioni. Infatti la superficie agricola rappresenta soltanto il 7% a fronte di una superficie boscata del 70%, le aziende hanno una superficie media di circa 4 ha e l'olivicoltura arriva ad occupare circa il 40% della SAU.

5.2.1.2.4 Localizzazione dei principali sistemi agricoli

Nella Figura 20 è illustrata la localizzazione dei diversi sistemi agricoli identificati. Come si può osservare, si tratta di sistemi poco frammentati nello spazio, che al massimo si suddividono in due unità distinte (Tabella 20).

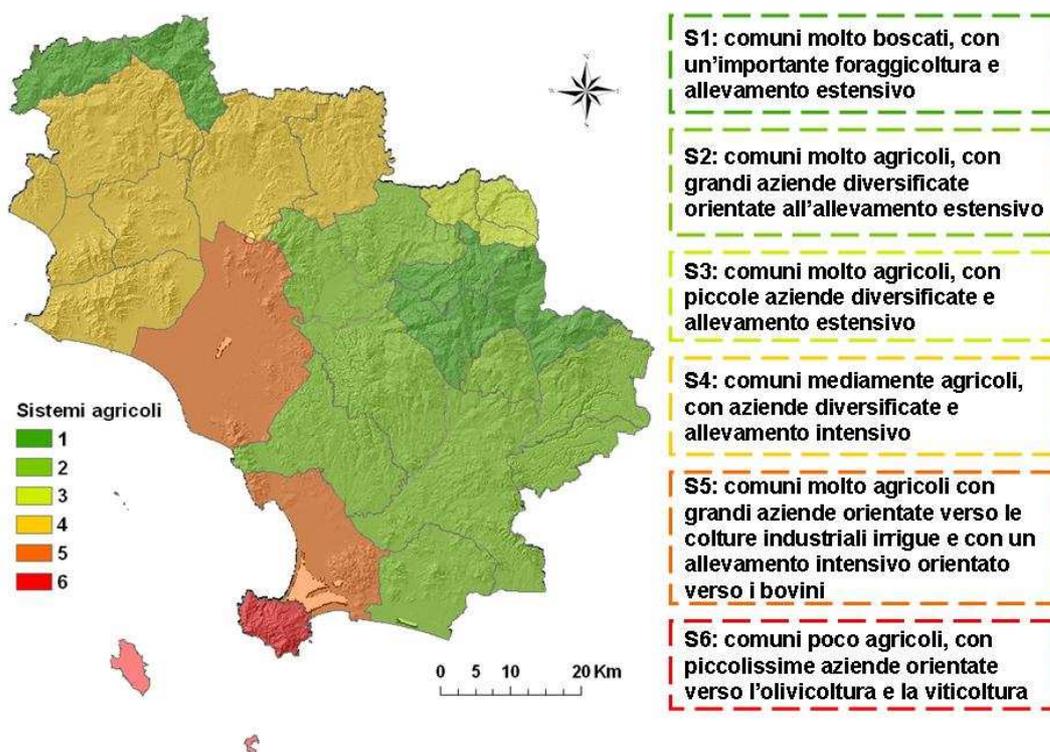


Figura 20: mappatura dei principali sistemi agricoli della Provincia di Grosseto a partire da dati del Censimento dell'Agricoltura 2000. Sullo sfondo è visibile la morfologia.

Figure 20 : localisation des systèmes agraires identifiés à partir des données du Recensement de l'Agriculture 2000, avec le fond la carte du relief.

Il territorio provinciale presenta una zona settentrionale prevalentemente occupata dal sistema S4 e una zona meridionale principalmente occupata dal sistema S2. Entrambe le aree risultano localizzate all'interno e interessano aree collinari come si evince dall'altitudine media che risulta intorno ai 200 m s.l.m e dalla pendenza media che in entrambi i casi risulta del 10%. Le aree periferiche risultano invece più diversificate. Questa diversificazione interessa le aree pianeggianti e costiere (S5) e le aree montane (S1 e S3). Infine, il sistema S6 rappresenta due Comuni siti in un promontorio costiero e

in un'isola, con caratteristiche molto marcate in termini di morfologia (pendenza media 19%) e pedologia (prevalenza di substrato roccioso).

Tuttavia le caratteristiche geo-fisiche non sono sufficienti a spiegare questa differenziazione. Infatti, ad esempio, i sistemi S1 e S3, pur presentando simili caratteristiche geomorfologiche hanno sistemi molto diversi, nel primo caso molto boscati e improntati al pascolo e alla zootecnia, nel secondo caso prevalentemente agricoli e con un sistema prevalentemente misto. Possiamo quindi ipotizzare che altri fattori che qui non sono stati presi in considerazione, come ad esempio fattori socio-economici possano aver determinato questa differenza, che comunque appare dalla nostra analisi.

Tabella 20: principali caratteristiche dei sistemi agricoli identificati in Provincia di Grosseto: numero di comuni interessati, numero di unità spaziali omogenee di cui sono costituiti e loro superfici (tra parentesi le aree meno estese).

Tableau 20 : principales caractéristiques des systèmes agricoles identifiés en Province di Grosseto: communes concernées, nombre et étendue des zones homogènes (entre parenthèses les moins étendues).

Sistemi agricoli identificati a scala comunale	Numero di Comuni interessati	Altitudine media	Pendenza media	Unità omogenee	Superficie delle unità (km ²)
S1: Comuni molto boscati, con un'importante foraggicoltura e allevamento estensivo	6	560 m s.l.m	13%	2	345 (211)
S2: Comuni molto agricoli, con grandi aziende diversificate orientate all'allevamento estensivo	11	229 m s.l.m	10%	1	4505
S3: Comuni molto agricoli, con piccole aziende diversificate e allevamento estensivo	2	507 m s.l.m	12%	1	117
S4: Comuni mediamente agricoli, con aziende diversificate e allevamento intensivo	5	193 m s.l.m	10%	1	1278
S5: Comuni molto agricoli con grandi aziende orientate verso le colture industriali irrigue e con un allevamenti intensivo orientato verso i bovini	2	40 m s.l.m	4%	2	474 (227)
S6: Comuni poco agricoli, con piccolissime aziende orientate verso l'olivicoltura e la viticoltura	1	181 m s.l.m	19%	1	85

La caractérisation des activités agricoles dans la province de Grosseto met en évidence que les systèmes agraires se différencient surtout par leur pourcentage de surfaces agricoles, la nature des usages agricoles du sol (cultures fourragères / industrielles / permanentes entretenues), la taille des exploitations, le type et l'intensité de l'élevage (bovin ou ovin/caprin). La diversité des types de systèmes est plus marquée à proximité des zones littorales et de montagne que dans les zones intermédiaires de collines. Dans le cas du littoral, malgré de fortes potentialités agricoles, la situation de plaine côtière à forte pression touristique réduit la part des surfaces agricoles et entraîne un mitage de ces surfaces. Dans le cas des secteurs de montagnes les moins accessibles, la part des surfaces agricoles est faible et s'explique par une forte déprise ayant conduit à une forte présence des forêts, alors que les secteurs de montagne accessibles conservent une forte part de surface agricole. Les secteurs de collines présentent des entités d'espaces agricoles de grande dimension ; ils sont de trois types : les Colline Metallifere, moyennement agricole avec des exploitations diversifiées et de l'élevage intensif, la Collina interna grossetana, très agricole avec des grandes exploitations diversifiées et de l'élevage extensif, la Collina amiatina, avec des communes très boisées et des activités agricoles orientées vers les cultures fourragères et l'élevage extensif. On distingue donc, dans la province de Grosseto, des systèmes agraires qui marquent différemment l'espace en lien avec la morphologie du territoire (plaine, colline, montagne) et les dynamiques socio-économiques locales (cf. tourisme en zone littorale, enclavement en montagne). Ceci se traduit dans le territoire par des différences de spécialisation, d'intensification et de poids de l'agriculture sur l'espace.

5.2.1.3 Identificazione e localizzazione delle funzioni agro-ambientali

La sovrapposizione dei risultati prodotti in termini di zonazione delle aspettative agro-ambientali e dei sistemi agricoli ha portato all'identificazione di 12 diverse aree portatrici di combinazioni di funzioni agro-ambientali (Figura 21).

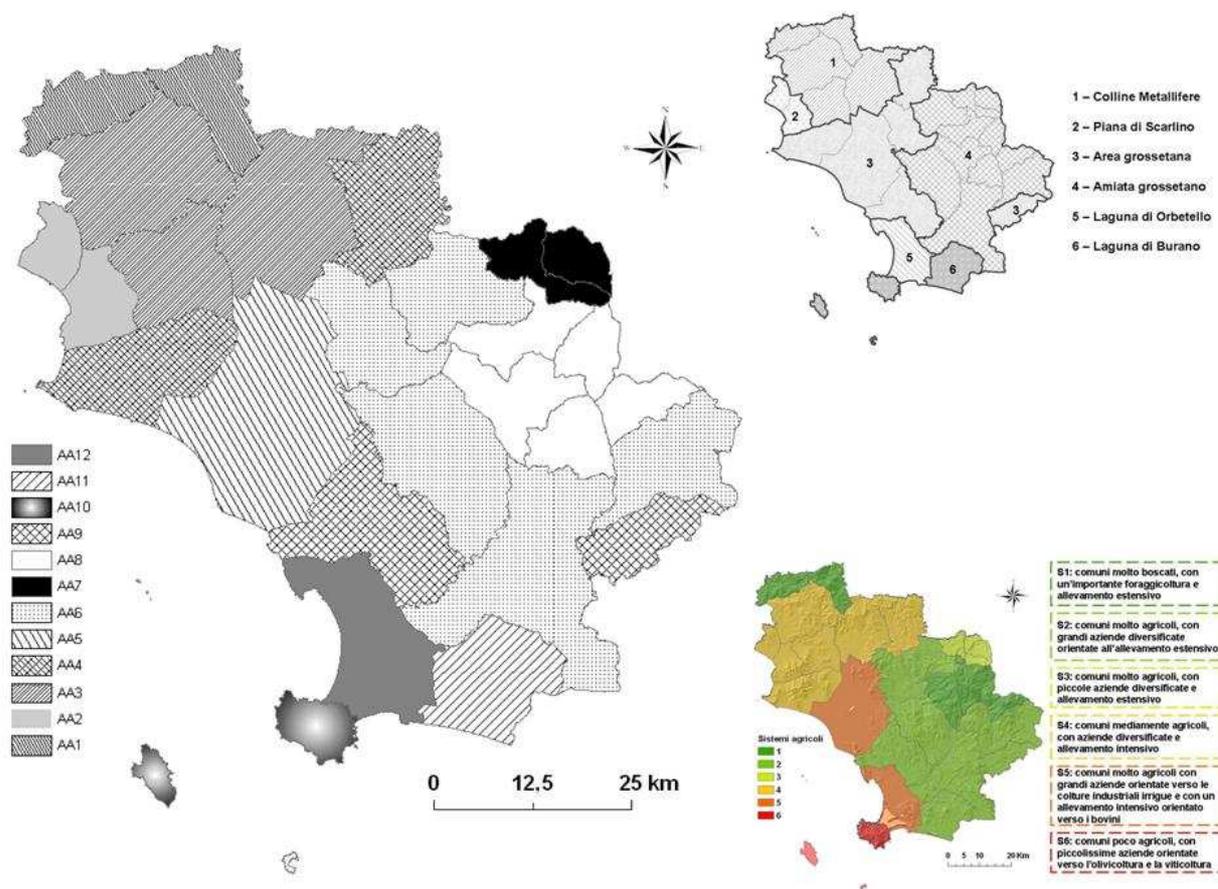


Figura 21: mappatura delle diverse combinazioni di funzioni agro-ambientali in Provincia di Grosseto. Ad ogni area di colore diverso corrisponde una diversa combinazione di aspettative ambientali (Figura 4) e di sistemi agricoli (Figura 7).

Figure 21 : localisation des combinaisons différentes de fonctions agro-environnementales en Provincia di Grosseto. A chaque couleur différente correspondent différentes attentes environnementales (Figure 4) et des systèmes agraires spécifiques (Figure 7).

Tali aree corrispondono nella maggior parte dei casi al territorio di un solo Comune, in particolare per quanto riguarda le aree periferiche della Provincia. In due casi risultano composte di due Comuni non contigui (AA4 e AA9) Tuttavia, tre aree risultano maggiormente estese, in corrispondenza delle aree più interne (Tabella 21). La prima area (AA3) corrisponde al territorio interno delle Colline Metallifere, caratterizzato da Comuni mediamente agricoli, con aziende diversificate e allevamento intensivo e in cui le principali aspettative agro-ambientali vertono sulla conservazione del suolo e la gestione della diversità dei paesaggi.

Tabella 21: aree omogenee per le funzioni agro-ambientali in Provincia di Grosseto e principali caratteristiche.

Tableau 21 : secteurs homogènes pour les fonctions agro-environnementales en Provincia di Grosseto et leurs caractéristiques.

Area AA	Comuni	Superficie	Sistema agricolo	Funzioni agro-ambientali
	Monterotondo, Montieri	211 km ²	Comuni molto boscati, con un'importante foraggi coltura e allevamento estensivo	Conservazione del suolo e della diversità dei paesaggi
	Scarlino, Follonica	145 km ²	Comuni mediamente agricoli con aziende diversificate e un allevamento intensivo	Protezione della quantità e qualità delle acque dalla salinizzazione, conservazione del suolo e della diversità dei paesaggi
	Massa Marittima, Gavorrano, Roccalbegna	731 km ²	Comuni mediamente agricoli con aziende diversificate e un allevamento intensivo	Conservazione del suolo e della diversità dei paesaggi
	Paganico, Castiglion della Pescaia	412 km ²	Comuni mediamente agricoli con aziende diversificate e un allevamento intensivo	Conservazione della diversità dei paesaggi
	Grosseto	474 km ²	Comuni molto agricoli con grandi aziende orientate verso le colture industriali irrigue e con un allevamento intensivo orientato verso i bovini	Conservazione della diversità dei paesaggi
	Cinigiano, Campagnatico, Scansano, Manciano, Sorano	1144 km ²	Comuni molto agricoli, con grandi aziende diversificate orientate all'allevamento estensivo	Protezione della qualità delle acque superficiali, conservazione del suolo e della diversità dei paesaggi
	Arcidosso, Castel del Piano, Roccastrada, Castell' Azzara	427 km ²	Comuni molto boscati, con un'importante foraggicoltura e allevamento estensivo	Protezione della qualità delle acque superficiali, conservazione del suolo e della diversità dei paesaggi
	Magliano in Toscana, Pitigliano	353 km ²	Comuni molto agricoli, con grandi aziende diversificate orientate all'allevamento estensivo	Conservazione della diversità dei paesaggi
	Monte Argentario, Isola del Giglio	82 km ²	Comuni poco agricoli, con piccolissime aziende orientate verso l'olivicoltura e la viticoltura	Protezione della qualità delle acque sotterranee dalla salinizzazione e delle acque superficiali dall'eutrofizzazione
	Capalbio	187 km ²	Comuni molto agricoli, con grandi aziende diversificate orientate all'allevamento estensivo	Protezione della qualità delle acque sotterranee dalla salinizzazione e delle acque superficiali dall'eutrofizzazione
	Orbetello	227 km ²	Comuni molto agricoli con grandi aziende orientate verso le colture industriali irrigue e con un allevamento intensivo orientato verso i bovini	Protezione della qualità delle acque superficiali dalla salinizzazione

La seconda area (AA7) corrisponde al territorio della collina interna grossetana, caratterizzato da comuni fortemente agricoli, con grandi aziende diversificate e orientati all'allevamento estensivo in cui le principali aspettative agro-ambientali riguardano la protezione delle acque superficiali, la conservazione del suolo e la gestione della diversità dei paesaggi. Infine, la terza area (AA9), corrisponde al territorio della montagna amiatina, caratterizzato da comuni molto boscati, con un'importante foraggicoltura e allevamento estensivo.

Dans chacun des territoires étudiés, les limites des deux zonages produits précédemment, concernant les attentes et concernant les systèmes agraires, ne se superposent pas. Ceci signifie qu'un secteur porteur d'une même combinaison d'attentes environnementales contient une diversité de systèmes agraires concernés, et qu'ils existent donc des infra-zones homogènes du point de vue des attentes et des systèmes agraires. Ceci nous amène à délimiter ces secteurs homogènes du point de vue des attentes et des systèmes agraires, correspondant à des secteurs homogènes en termes de fonctions agro-environnementales. Ceci aboutit à 12 zones différentes dans la province de Grosseto. La plupart d'entre elles ne sont formées que d'une ou deux communes. Cependant, on distingue deux cas de vastes zones continues. Il s'agit des Colline Metallifere, dans le nord de la province, caractérisées par des systèmes peu agricoles avec des exploitations diversifiées et de l'élevage extensif, et présentant des attentes concernant le sol et le paysage. Il s'agit aussi de la Collina interna grossetana, dans le centre-sud de la province, avec des systèmes fortement agricoles, de grandes exploitations avec des cultures diversifiées et de l'élevage extensif, et des attentes portant sur le sol, le paysage et les eaux de surface.

5.2.2 Sintesi dei risultati del caso di studio francese

In questo paragrafo è presentata una sintesi dei risultati più significativi ottenuti nel caso di studio francese che permettono una comparazione dei risultati ottenuti nei due casi di studio. In termini metodologici c'è da segnalare soltanto un adattamento specifico della metodologia a questo caso di studio. Infatti come unità spaziale di analisi è stato usato il cantone¹¹ (raggruppamento di Comuni) invece che il singolo Comune come nella Provincia di Grosseto. Questa scelta è stata determinata dal fatto che esistono delle importanti differenze di superfici tra Comuni italiani e francesi, dato che i primi sono in media dieci volte più grandi dei secondi. Inoltre le aziende agricole sono in media due volte più grandi in Francia che in Italia. Per questi motivi, abbiamo deciso di utilizzare una maglia spaziale differente nei due casi di studio che permette di trattare entità spaziali di dimensioni simili e corrispondenti ad ambiti amministrativi significativi per le due aree di studio.

5.2.2.1 Identificazione e localizzazione delle aspettative agro-ambientali

Nel Département du Puy-de-Dôme, la selezione dei documenti di programmazione e di pianificazione ha portato a selezionare il *Profil Environnemental Regional* (PER) 2000-2006 e il *Plan Durable de Développement Local* (PDRN) 2000-2006.

Tabella 22: le aspettative ambientali identificate tramite *content analysis* del PER 2000-2006 e del PDRN 2000-2006 del Département du Puy-de-Dôme.

Tableau 22 : les attentes environnementales identifiées au travers de l'analyse du contenu des documents sélectionnés (PER 2000-2006 et PDRN 2000-2006) pour le Département du Puy-de-Dôme.

Documento analizzato	Département du Puy de Dôme
PER	Biodiversità : gestione sostenibile delle aree Natura 2000 , protezione delle aree a forte densità di zone umide Acqua: proteggere la qualità dell'acqua e gli ambienti acquatici, sostenere le amenità legate all'acqua Paesaggio : gestione della diversità dei paesaggi
PDRN	Biodiversità: proteggere i biotopi sensibili e le specie naturali Acqua: reintrodurre gli stagni, proteggere le risorse idriche, gestire gli argini e i corsi d'acqua Paesaggio: proteggere e reintrodurre le siepi, lottare contro l'abbandono e il suo effetto sul paesaggio, riconquistare lo spazio agricolo Suolo: proteggere i suoli

¹¹ Per cantone si intende un raggruppamento di Comuni a cui corrisponde un collegio elettorale nelle elezioni regionali. Nelle aree rurali, i servizi amministrativi sono spesso concentrati nel capoluogo del cantone.

Come nel caso della Provincia di Grosseto, le aspettative ambientali identificate sono risultate diversificate più nella loro combinazione che nel contenuto che spesso è risultato in linea con i principali obiettivi agro-ambientali europei ma generico nell'applicazione (Tabella 22). Le risorse ambientali a cui corrispondono diverse aspettative agro-ambientali e di natura più precisa sono l'acqua (per cui sono indicati gli elementi spaziali da proteggere come gli argini, gli stagni e gli ecosistemi acquatici in generale) e il paesaggio (per cui si hanno due obiettivi precisi, la gestione della diversità dei paesaggi e la conservazione del paesaggio detto di *bocage*).

Abbiamo potuto identificare cinque diverse aree presentanti le medesime aspettative ambientali (Figura 22).

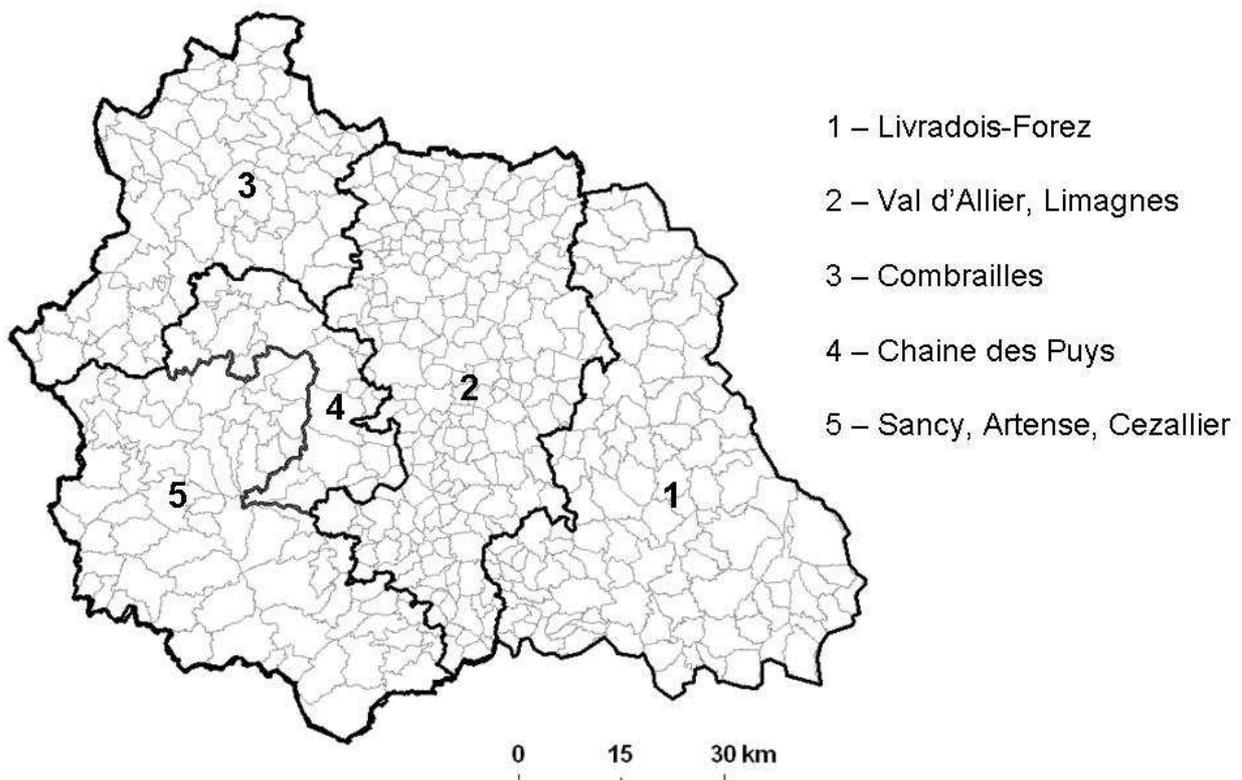


Figura 22: localizzazione delle aspettative ambientali nel Département du Puy-de-Dôme a partire dagli elementi forniti nel PER 2000-2006 e nel PDRN 2000-2006. Le aspettative corrispondenti ad ogni area sono indicate nella Tabella 15.

Figure 22 : localisation des attentes environnementales dans le Département du Puy-de-Dôme à partir des documents analysés. Les attentes correspondant à chaque secteur identifié sont indiquées dans le Tableau 15.

A differenza del caso di studio italiano, dove abbiamo rilevato una certa frammentazione delle aree, nel Département du Puy-de-Dôme le aree presentanti le stesse aspettative ambientali risultano raggruppate e distribuite secondo delle aree geografiche ben definite. Infatti, ad esempio, l'area 4 corrisponde al territorio della Chaîne des Puys, ovvero un'area montana di origine vulcanica, l'area 2 corrisponde alla

Limagne, un'area pianeggiante posta tra i due contrafforti montuosi del Puy-de Dôme e del Livradois-Forez. Come nel caso di studio italiano, gli elementi di attività agricole adrelazionati con le aspettative ambientali all'interno dei documenti analizzati sono risultati nella stragrande maggioranza delle pratiche agricole (Tabella 23), mentre il riferimento a sistemi produttivi ha riguardato sempre i sistemi produttivi di allevamento (pastorizia, attività zootecniche) e le dinamiche di tali sistemi (abbandono). A differenza invece del caso italiano, abbiamo avuto diversi riferimenti spaziali, sia in termini di localizzazione (aree periurbane, aree declivi abbandonate, alpeggi), che in termini di struttura dell'uso del suolo (frammentazione delle aziende agricole, boschi a macchia di leopardo). Tutti questi elementi permettono di precisare maggiormente la natura e il contenuto delle aspettative agro-ambientali del Département du Puy-de-Dôme e aprono la strada all'identificazione di aree omogenee per le funzioni agro-ambientali. Infatti, oltre che una localizzazione ben definita delle diverse aspettative agro-ambientali, gli elementi di attività agricole relazionati con tali aspettative sono ben definiti e permettono una buona definizione dei descrittori dei sistemi agricoli presenti nel Département du Puy-de-Dôme.

Tabella 23: principali aspettative ambientali e relazioni con le attività agricole all'interno del PER 2000-2006 e del PDRN 2000-2006 del Département du Puy-de-Dôme.

Tableau 23 : principales attentes agro-environnementales et leurs relations avec les activités agricoles dans les documents analysés pour le Département du Puy-de-Dôme.

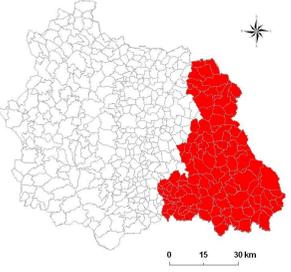
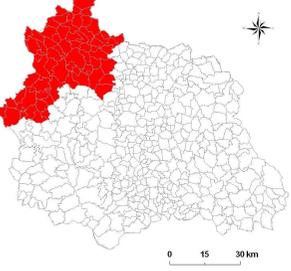
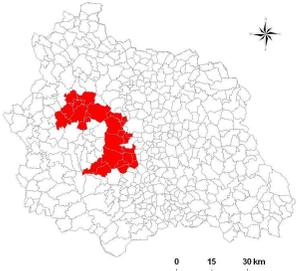
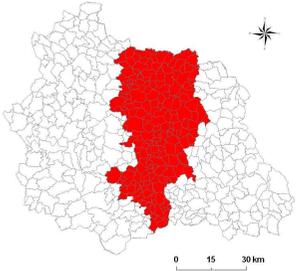
Aspettative ambientali		Relazioni con le attività agricole		
		Elementi spaziali	Pratiche agricole	Sistemi agricoli
	<u>Biodiversità</u> (gestione sostenibile delle aree ad alta densità di siti NATURA 2000, protezione dei territori a forte densità di zone umide)			Abbandono; attività pastorali, piantagioni di resinose
	<u>Acqua</u> (qualità delle acque e degli ambienti acquatici)		Gestione della rete scolante (>100 m); sostituzione della fertilizzazione minerale con quella organica, utilizzo dei concimi aziendali	
	<u>Paesaggio</u> (gestione della diversità dei paesaggi)	Frammentazione delle aziende; boschi a macchia di leopardo; alpeggi	Gestione degli elementi fissi del paesaggio (siepi, muretti, sentieri); decespugliamento appezzamenti abbandonati (> 30% di copertura e > 35% di pendenza)	Abbandono
	<u>Suolo</u> (prevenire la degradazione dei suoli)		Sostituzione della fertilizzazione minerale con quella organica	
	<u>Biodiversità</u> (gestione sostenibile delle aree ad alta densità di siti NATURA 2000, protezione dei territori a forte densità di zone umide)	Flora montana; alpeggi	Drenaggio	Abbandono, attività pastorali
	<u>Acqua</u> (qualità delle acque e degli ambienti acquatici)		Uso dei residui della caseificazione, uso di concimi aziendali	
	<u>Paesaggio</u> (gestione della diversità dei paesaggi)		Impianto e gestione di elementi fissi del paesaggio (siepi, muretti, sentieri); recupero degli argini	Abbandono (Artense); produzioni zootecniche (latte, carne)
	<u>Biodiversità</u> (gestione sostenibile delle aree ad alta densità di siti NATURA 2000, protezione dei territori a forte densità di zone umide)			Abbandono
	<u>Acqua</u> (qualità delle acque e degli ambienti acquatici)		Riduzione del 20% della fertilizzazione azotata nei seminativi e prati; sostituzione della fertilizzazione minerale con la fertilizzazione organica; uso di concimi aziendali	
	<u>Paesaggio</u> (gestione della diversità dei paesaggi; contrastare la chiusura del paesaggio)		Impianto e gestione di elementi fissi del paesaggio (siepi, muretti, sentieri); decespugliamento appezzamenti abbandonati (> 30% di copertura e > 35% di pendenza)	

Tabella 23: segue.
Tableau 23 : suite.

Aspettative ambientali	Relazioni con le attività agricole			
	Elementi spaziali	Pratiche agricole	Sistemi agricoli	
	<u>Biodiversità</u> (gestione sostenibile delle aree ad alta densità di siti NATURA 2000)		Abbandono	
	<u>Acqua</u> (protezione della qualità dell'acqua e degli ambienti acquatici, valorizzazione delle amenità legate all'acqua)		Riduzione del 20% della fertilizzazione azotata nei seminativi e prati	
	<u>Paesaggio</u> (gestione della diversità dei paesaggi)	Aree periurbane	Gestione degli elementi fissi del paesaggio (siepi); recupero degli argini; decespugliamento appezzamenti abbandonati (> 30% di copertura e > 35% di pendenza)	Abbandono
	<u>Acqua</u> (qualità dell'acqua e degli ambienti acquatici)		Trasformazione dei seminativi in prati; diversificazione delle colture in rotazione; impianto di bande inerbite, lotta integrata; riduzione del 20% della fertilizzazione azotata sui seminativi e i prati; sostituzione della fertilizzazione minerale con quella organica	Attività agricole intensive
	<u>Paesaggio</u> (gestione della diversità dei paesaggi)	Aree declivi secche e rinaturalizzate vocate nel passato per l'ovinicoltura o la viticoltura	Impianto e gestione di elementi fissi del paesaggio (siepi, muretti, sentieri); decespugliamento appezzamenti abbandonati (> 30% di copertura e > 35% di pendenza); conservazione degli usi del suolo di interesse ecologico (torbiere, aree tampone); ridurre le dimensioni degli appezzamenti a seminativo; mantenere l'apertura delle specie a gestione estensiva; gestione estensiva dei pascoli	Abbandono
	<u>Suoli</u> (prevenire la degradazione dei suoli)		Impianto di cover-crops su suolo nudo durante l'inverno; lavorazioni ridotte	
	<u>Biodiversità</u> (protezione dei biotopi sensibili e delle specie)		Impianto di colture a interesse faunistico; sfalcio tardivo dei prati-pascoli; conservare gli appezzamenti a set-aside	

5.2.2.2 Organizzazione delle attività agricole

L'identificazione dei principali sistemi agricoli del Département del Puy-de-Dôme è stata fatta a partire dai dati del Censimento dell'Agricoltura del 2000 e su una selezione di dieci variabili risultate significative sia per le principali caratteristiche delle attività agricole che nei documenti di pianificazione e programmazione agro-ambientale sono risultati legati alle aspettative agro-ambientali, sia sulla base della loro eterogeneità sul territorio (Tabella 24). Attraverso una *cluster analysis*, abbiamo mostrato che all'interno di un'entità amministrativa, il Département, esistono cinque diversi sistemi agricoli (Figura 23) che nel caso del Puy-de-Dôme si differenziano per il peso delle aree agricole, l'uso del suolo (orientato verso i cereali, le foraggere i pascoli permanenti) e l'intensità del suo uso (aree sottoposte a drenaggio), per la tipologia degli agricoltori, la tipologia dell'allevamento (bovino da latte o ovino). I sistemi agricoli identificati risultano più eterogenei in prossimità della città di Clermont-Ferrand e dell'area pianeggiante al centro del Département, dove l'agricoltura si differenzia maggiormente e sono presenti alcune dinamiche in grado di influenzare i sistemi agricoli come le dinamiche di espansione urbana (Figura 24). Invece le aree collinari e montane risultano più omogenee e per questo motivo sono maggiormente interessanti ai fini del nostro studio.

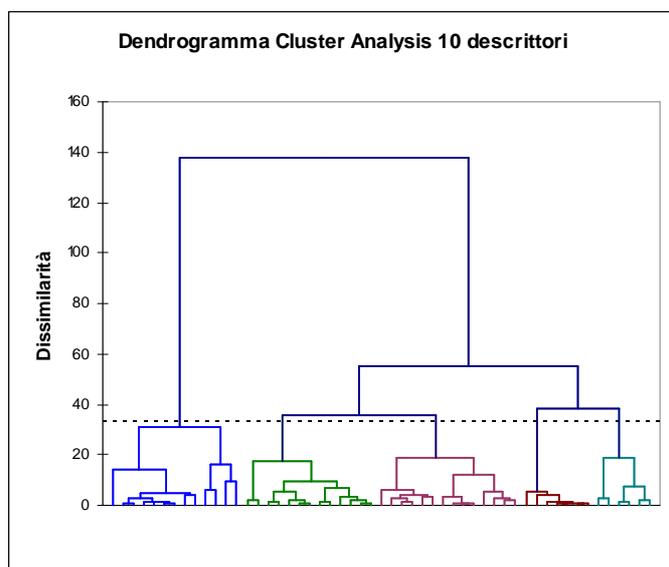
Tabella 24: risultati dell'Analisi in Componenti Principali: correlazioni tra i descrittori e le componenti calcolati per ciascun cantone.

Tableau 24 : résultats de l'Analyse en Composantes Principales : corrélations entre les descripteurs et les composantes calculés pour chaque canton.

Descrittore	Significato	Tipologia di descrittore	Componenti			
			C1	C2	C3	C4
SAT/SC	Parte di superficie agricola	Frammentazione uso del suolo	0,510	-0,561	-0,128	0,322
SAUc/SAU	Parte di SAU a cereali sulla SAU	Uso del suolo	0,915	0,252	0,082	0,024
SAUens/SAU	Parte di SAU a insilati sulla SAU	Uso del suolo	-0,511	0,086	0,684	0,219
SAUf/SAU	Parte di SAU a foraggere avvicendate sulla SAU	Uso del suolo	-0,446	-0,091	0,692	0,380
STH/SAU	Parte di SAU a prato permanente sulla SAU	Uso del suolo	-0,834	-0,281	-0,299	-0,159
SNP/SAT	Parte di superficie abbandonata sulla superficie totale	Uso del suolo	-0,141	0,536	-0,392	0,583
SAUd/SAU	Parte di SAU drenata sulla SAU	Intensità uso del suolo	0,780	-0,251	0,043	-0,050
Eap/EA	Quota di aziende agricole professionali	Tipologia imprenditore agricolo	-0,021	-0,582	-0,353	0,587
UBAo/UBA	UBA ovine sul totale delle UBA	Mezzi tecnici	-0,071	0,766	-0,322	0,167
UBAvl/UBA	UBA vacche da latte sul totale delle UBA	Mezzi tecnici	-0,659	-0,209	-0,426	-0,165

Tali aree si distinguono tre sistemi: quello delle Combrailles, che risulta molto agricolo, con uso del suolo diversificato orientato verso i seminativi e allevamento diversificato, quello del sistema montano Sancy-Cezallier, anch'esso molto agricolo con aziende professionali orientate all'allevamento di vacche da latte e ad un uso del suolo a

pascolo prevalente, e infine quello del Livradois-Forez che invece è poco agricolo, con aziende part-time orientate verso un uso del suolo e un allevamento diversificati.



Tipo di sistema	S1	S2	S3	S4	S5
SAT/SC	0,57	0,28	0,53	0,57	0,61
SAUc/SAU	0,62	0,12	0,20	0,02	0,18
SAUens/SAU	-	0,03	0,01	-	0,02
SAUf/SAU	0,02	0,16	0,08	0,04	0,18
STH/SAU	0,14	0,69	0,65	0,93	0,60
SNP/SAT	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01
SAUd/SAU	0,13	0,02	0,02	0,05	0,05
Eap/EA	0,45	0,36	0,54	0,69	0,52
UBAo/UBA	0,11	0,10	0,14	0,05	0,06
UBAvl/UBA	0,06	0,24	0,25	0,35	0,13

Figura 23: risultati della Cluster Analysis applicata ai cantoni del Département du Puy-de-Dome con 10 descrittori di sistemi agricoli. A sinistra, dendrogramma dei diversi cluster a cui non è stato possibile per ragioni di leggibilità attribuire i cantoni di appartenenza; a destra, valori medi risultanti per ciascun tipo di sistema.

Figure 23 : résultats de la Classification Ascendante Hiérarchique appliquée aux cantons du Département du Puy-de-Dôme à partir de 10 descripteurs de systèmes agraires. A gauche, dendrogramme des clusters (pour des raisons de lisibilité nous n'avons pas reproduit les cantons y appartenant) ; à gauche, valeurs moyennes des descripteurs pour chaque cluster.

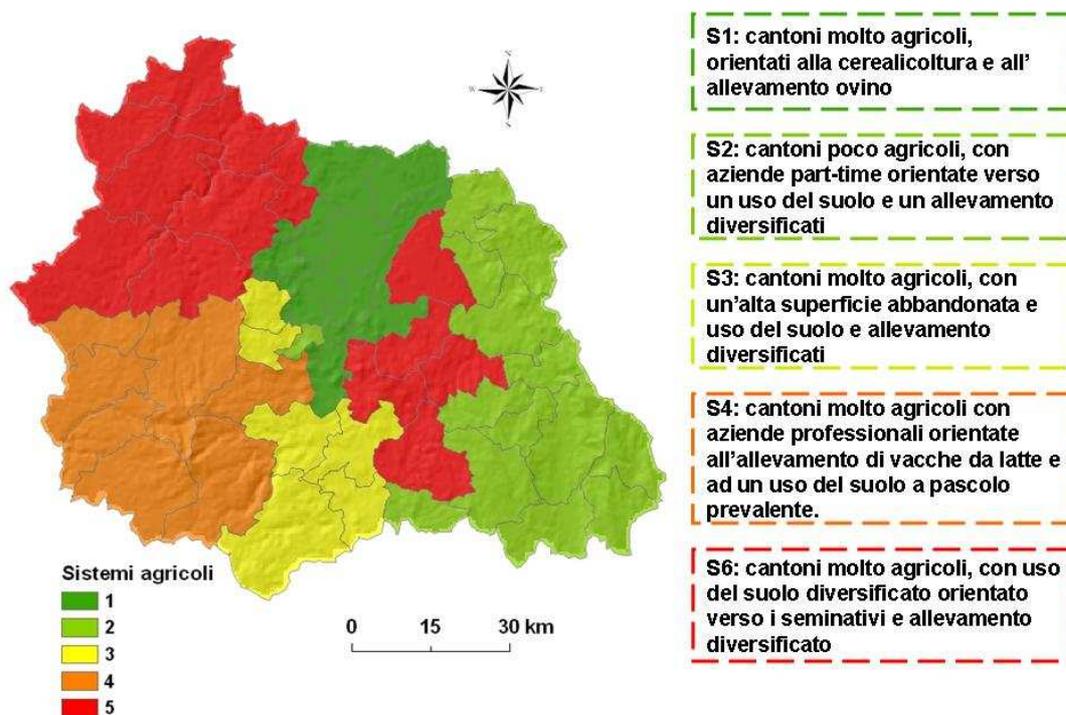


Figura 24: mappatura dei principali sistemi agricoli del Département du Puy-de-Dome a partire da dati del Censimento dell'Agricoltura francese del 2000. Sullo sfondo è visibile la morfologia.

Figure 24 : localisation des systèmes agraires identifiés à partir des données du Recensement Agricole 2000, avec le fond la carte du relief.

5.2.2.3 Identificazione e localizzazione delle funzioni agro-ambientali

Sovrapponendo i risultati dell'analisi delle principali aspettative ambientali e dell'organizzazione delle attività agricole sul territorio, abbiamo identificato 12 diverse aree portatrici di funzioni agro-ambientali (Tabella 25). Di queste, quelle più remote e poste nelle aree collinari e montane risultano più estese (tra i 900 e i 1800 km²), mentre quelle poste nelle aree pianeggianti e in prossimità del centro urbano di Clermont - Ferrand risultano più diversificate e frammentate.

Tabella 25: aree omogenee per le funzioni agro-ambientali nel Département du Puy-de-Dome e principali caratteristiche.

Tableau 25 : secteurs homogènes pour les fonctions agro-environnementales en Provincia di Grosseto et leurs caractéristiques.

Area AA	Numero cantoni	Superficie	Sistema agricolo	Funzioni agro-ambientali
	6	1402 km ²	Cantoni molto agricoli, con uso del suolo diversificato orientato verso i seminativi e allevamento diversificato	Qualità delle acque e degli ambienti acquatici; Gestione della diversità dei paesaggi; contrasto della chiusura del paesaggio
	1	256 km ²	Cantoni molto agricoli, con uso del suolo diversificato orientato verso i seminativi e allevamento diversificato	Protezione della qualità dell'acqua e degli ambienti acquatici, valorizzazione delle amenità legate all'acqua; gestione della diversità dei paesaggi
	6	1483 km ²	Cantoni molto agricoli con aziende professionali orientate all'allevamento di vacche da latte e ad un uso del suolo a pascolo prevalente.	Protezione della qualità delle acque e degli ambienti acquatici; gestione della diversità dei paesaggi
	1	172 km ²	Cantoni molto agricoli con aziende professionali orientate all'allevamento di vacche da latte e ad un uso del suolo a pascolo prevalente.	Protezione della qualità dell'acqua e degli ambienti acquatici, valorizzazione delle amenità legate all'acqua; gestione della diversità dei paesaggi
	4	859 km ²	Cantoni molto agricoli, con un'alta superficie abbandonata e uso del suolo e allevamento diversificati	Protezione della qualità delle acque e degli ambienti acquatici; gestione della diversità dei paesaggi
	1	172 km ²	Cantoni molto agricoli con aziende professionali orientate all'allevamento di vacche da latte e ad un uso del suolo a pascolo prevalente.	Protezione della qualità dell'acqua e degli ambienti acquatici, valorizzazione delle amenità legate all'acqua; gestione della diversità dei paesaggi
	2	137 km ²	Cantoni molto agricoli, con un'alta superficie abbandonata e uso del suolo e allevamento diversificati	Protezione della qualità dell'acqua e degli ambienti acquatici, valorizzazione delle amenità legate all'acqua; gestione della diversità dei paesaggi
	2	48 km ²	Cantoni poco agricoli, con aziende part-time orientate verso un uso del suolo e un allevamento diversificati	Protezione della qualità dell'acqua e degli ambienti acquatici, valorizzazione delle amenità legate all'acqua; gestione della diversità dei paesaggi
	12	969 km ²	Cantoni molto agricoli, orientati alla cerealicoltura e all'allevamento ovino	Qualità delle acque e degli ambienti acquatici; gestione della diversità dei paesaggi; prevenzione della degradazione dei suoli

	4	538 km ²	Cantoni molto agricoli, con uso del suolo diversificato orientato verso i seminativi e allevamento diversificato	Qualità delle acque e degli ambienti acquatici; gestione della diversità dei paesaggi; prevenzione della degradazione dei suoli
	2	338 km ²	Cantoni molto agricoli, con uso del suolo diversificato orientato verso i seminativi e allevamento diversificato	Qualità delle acque e degli ambienti acquatici; gestione della diversità dei paesaggi; prevenzione della degradazione dei suoli
	13	1884 km ²	Cantoni poco agricoli, con aziende part-time orientate verso un uso del suolo e un allevamento diversificati	Qualità delle acque e degli ambienti acquatici; gestione della diversità dei paesaggi; prevenzione della degradazione dei suoli

Dans ce paragraphe, nous avons présenté une synthèse des résultats de l'identification de secteurs homogènes pour les fonctions agro-environnementales au niveau d'un département. Concernant l'identification des attentes environnementales, nous confirmons le résultat déjà trouvé pour le cas italien, c'est-à-dire un énoncé générique de ces attentes, et concernant surtout les ressources telles que l'eau, le sol, le paysage et l'habitat. L'analyse des principaux documents d'orientation et de programmation agro-environnementales dans le Puy-de-Dôme nous a permis d'abord d'identifier cinq zones porteuses de combinaisons spécifiques d'attentes environnementales. Contrairement au cas italien, où les liens entre les attentes et les caractéristiques des activités agricoles étaient faibles dans les documents analysés, nous avons relevé dans le cas français des liens souvent forts entre attentes et activités agricoles. Du fait de fréquentes références à des pratiques et éléments spatiaux de l'agriculture dans les documents, nous avons pu cibler plus facilement et précisément les descripteurs pertinents pour appréhender les différences d'organisation des activités agricoles dans le département. Chacun des six principaux systèmes agraires, dégagés à partir de ces descripteurs, a une localisation bien spécifique, et recouvre respectivement chacune des petites régions agricoles (PRA) du département. Chacun de ces systèmes se distingue par sa part en surface agricole, et celle en prairies permanentes, son pourcentage d'exploitations agricoles double-actives, ses pourcentages d'élevages bovin-lait, ovins ou diversifiés. En superposant les contours des zones porteuses d'une même combinaison d'attentes et de celles ayant un même type de système agraires, on dégage 12 zones spécifiques, chacune d'elle étant homogène en terme de fonctions agro-environnementales. Comme dans le cas italien, la plupart de ces zones sont formées d'un ou deux cantons ; de plus, les zones les plus larges ont une orientation agricole plus marquée, et s'inscrivent dans une petite région agricole.

Sintesi

In seguito all'analisi delle funzioni agro-ambientali presenti in due aree NUTS 3 europee, vogliamo segnalare quattro elementi di conclusione validi per entrambi i casi di studio.

- Le aspettative agro-ambientali identificate sono variabili e diversamente distribuite nelle due aree di studio. Inoltre le principali caratteristiche delle attività agricole legate alle aspettative sono poco differenziate anche se riconoscibili in diverse categorie (elementi spaziali, sistemi agricoli, pratiche agricole).
- L'analisi delle aspettative agro-ambientali attraverso i documenti di programmazione e pianificazione è pertinente per l'identificazione di combinazioni di funzioni agro-ambientali. Abbiamo messo in evidenza come tale combinazione non appaia esplicitamente all'interno dei documenti ma implicitamente attraverso: (a) di riferimenti ripetuti di combinazioni di risorse ambientali (ad esempio acqua/suolo o biodiversità/paesaggio); b) di aspettative alla cui base ci sono processi agro-ambientali che agiscono su diverse risorse (acqua/suolo per quanto riguarda il runoff); c) la presenza di attività agricole comuni legate ad aspettative diverse (agricoltura biologica e integrata per quanto riguarda qualità delle acque, del suolo e conservazione della biodiversità) e d) l'identificazione delle stesse aspettative per quanto riguarda risorse diverse (protezione degli habitat per acqua e biodiversità).
- I diversi sistemi agricoli locali sono differenziati principalmente sulla base dell'uso del suolo e dell'intensità di uso del suolo in entrambe le aree di studio e risultano coerenti con le caratteristiche bio-geo-fisiche ed economiche di tali aree
- Le aree a supporto di funzioni agro-ambientali (aspettative x sistemi agricoli) sono: spazialmente definite e fortemente sovrapposte alle piccole regioni agricole nelle aree rurali; differenziate e frammentate nelle aree periurbane (caso del Puy-de-Dome) o turistiche (caso della Provincia di Grosseto).

Nel prossimo capitolo mostreremo come all'interno di aree estese ed omogenee per le funzioni agro-ambientali, tali funzioni siano più o meno soddisfatte. L'obiettivo non sarà tuttavia quello di comparare il diverso soddisfacimento di stesse combinazioni di funzioni per aree che presentino sistemi agricoli diversi, quanto quello di studiare la variabilità spaziale del soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali all'interno di un'area omogenea.

La caractérisation des fonctions agro-environnementales au niveau des territoires de programmation met en évidence l'hétérogénéité des attentes environnementales concernant l'agriculture, en termes de combinaisons d'attentes et de localisation. Les liens exprimés vis-à-vis des activités agricoles restent très généraux tout en ciblant quelques éléments très précis tels que des éléments spatiaux, des systèmes ou des pratiques agricoles.

Les types et la répartition des activités agricoles varient aussi fortement dans ces territoires de programmation, et sont très liés à la morphologie et à la dynamique socio-économique du lieu ; les usages du sol et l'intensité de ces usages suffisent bien souvent à distinguer les zones agricoles dans le territoire.

Différentes combinaisons de fonctions agro-environnementales ressortent de l'analyse des deux territoires, soit parce qu'une même ressource, ou une même activité agricole, concerne plusieurs attentes, soit parce que plusieurs ressources, ou plusieurs systèmes agricoles, concernent une même attente. Malgré cette variabilité, les combinaisons de fonctions sont apparues spatialement bien définies et avec une plus forte homogénéité dans les secteurs les plus ruraux comparativement aux aires périurbaines - plus différenciées et fragmentées -.

Capitolo 6 – Identificazione di aree omogenee per il soddisfacimento potenziale di funzioni agro-ambientali

Introduzione

Questa parte della tesi riguarda la valutazione del soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali all'interno di aree presentanti delle funzioni agro-ambientali omogenee, ossia alla meso-scala (Figura 25). Mentre molte ricerche sono focalizzate sull'identificazione delle funzioni agro-ambientali e sulla loro distribuzione spaziale, la valutazione del loro soddisfacimento rimane una domanda aperta. Nella maggior parte dei casi, infatti, gli approcci presenti in letteratura riguardano o la valutazione del soddisfacimento di una sola funzione (ad esempio Giupponi et al. (1999) per quanto riguarda la qualità delle acque o Weinstoerffer e Girardin (2000) per quanto riguarda il paesaggio) oppure la valutazione del soddisfacimento di molteplici funzioni di cui le funzioni ambientali o agro-ambientali sono soltanto alcune di quelle valutate come, ad esempio, nel caso di Bastian et al. (2007) nell'ambito di ricerche più globali sulla multifunzionalità dell'agricoltura.

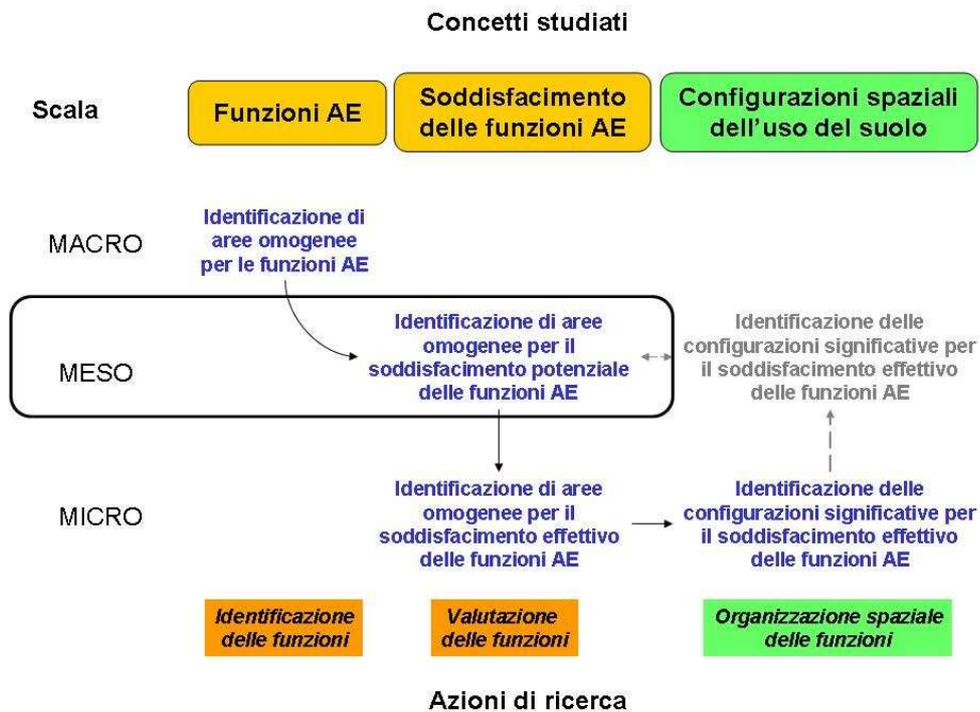


Figura 25: posizionamento dell'analisi nell'ambito della struttura generale della ricerca.

Figure 25 : positionnement de l'analyse présentée dans le schéma global de la méthode de recherche.

Se, come già detto, con il termine funzione intendiamo la relazione esistente tra un'entità spaziale agricola luogo di interazione tra pratiche agricole e ambiente e le aspettative ambientali attribuite ad un determinato territorio, uno dei modi per valutare il soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali è quello di valutare se le interazioni tra pratiche agricole e ambiente in un'entità spaziale soddisfano o no le aspettative agro-ambientali. In questo caso parliamo di soddisfacimento potenziale in quanto queste interazioni sono ipotizzate oppure determinate dalla bibliografia, a causa della mancanza di dati più precisi riguardo alle pratiche agricole a questa scala. Quindi, l'obiettivo della valutazione del soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali richiede:

- in una prima fase, di identificare le principali condizioni e dei descrittori di tali condizioni agronomiche - gestionali e di ambiente geofisico che contribuiscano al soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali di un territorio;
- In una seconda fase, identificare delle combinazioni di descrittori di condizioni che discriminino le differenze di soddisfacimento su un territorio;
- infine, in una terza fase di identificare e localizzare il diverso grado di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali.

Le domande a cui risponderemo in tali fasi sono le seguenti: come valutare il soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali, attraverso quali descrittori? Come si distribuiscono tali descrittori nel territorio? Qual è la variabilità del soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali?

I casi di studio analizzati sono stati scelti tra le aree omogenee più importanti sia nel Département du Puy-de-Dome che nella Provincia di Grosseto. Nel primo caso, tre aree sono risultate interessanti: l'area delle Combrailles, l'area del Livradois-Forez e l'area del Sancy-Cezallier (Tabella 25), mentre nel secondo caso le aree più importanti sono risultate quella delle Colline Metallifere, quella della montagna amiatina e quella della collina interna grossetana (Tabella 21). Tra queste aree, abbiamo in una prima fase escluso le aree meno agricole (Livradois-Forez e montagna amiatina, rispettivamente). Tra quelle rimaste, la selezione è stata fatta sulla base della maggiore varietà di funzioni presenti e sulla maggiore diversificazione dei sistemi agricoli. Infatti tali elementi ci possono far supporre una minore omogeneità delle condizioni di soddisfacimento delle funzioni e quindi garantire una maggiore diversità nel loro soddisfacimento. Su questa base, i casi di studio selezionati sono stati l'area delle Combrailles e l'area della collina interna grossetana (Figura 26).

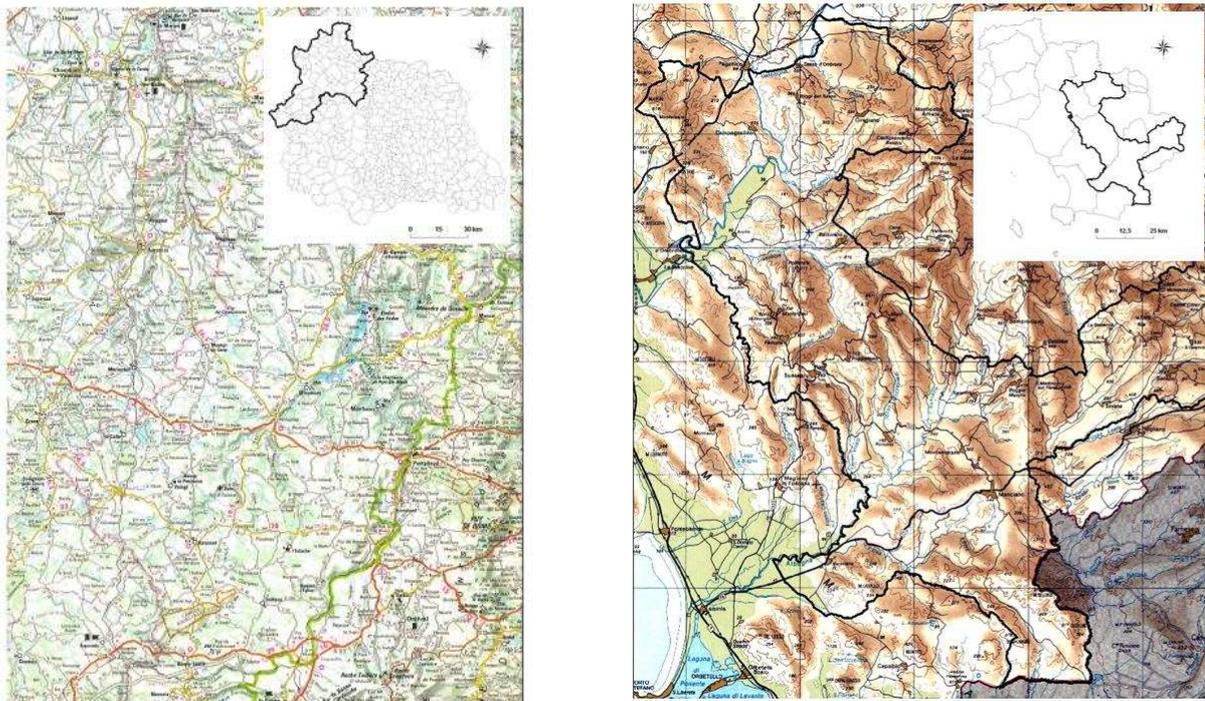


Figura 26: illustrazione delle due aree di studio considerate. A sinistra, les Combrailles (Francia); a destra la collina interna grossetana (Italia).

Figure 26 : localisation des deux cas d'étude. A gauche, les Combrailles (France) dans le Département du Puy-de-Dôme ; à droite, la Collina interna grossetana (Italie) en Provincia di Grosseto.

Nelle Combrailles le funzioni agro-ambientali sono risultate tre: una attribuita alla risorsa acqua in termini di protezione delle acque superficiali da nitrati, e due al paesaggio, ossia la conservazione della diversità del paesaggio e la protezione dalla rinaturalizzazione. Il sistema agricolo che caratterizza quest'area presenta un uso del suolo e un allevamento diversificati. Dal punto di vista dell'uso del suolo, tale area si differenzia dalle altre per non essere completamente orientata verso i prati e pascoli permanenti (Sancy, Artense, Cezallier o Livradois-Forez) o verso i seminativi e le colture industriali (Limagne), ma per presentare una maggiore diversificazione in termini di seminativi (40% della SAU) all'interno di un'area che è comunque vocata per il prato e il pascolo permanente (Tabella 26). Invece, dal punto di vista zootecnico, se è preponderante l'allevamento di vitelli da carne con linea vacca-vitello (SMADC, 2002), è comunque presente una certa diversificazione verso l'allevamento di vacche da latte (maggiormente nell'area meridionale che confina con il Sancy) e l'allevamento ovino da carne (maggiormente nell'area prossima alla catena montuosa del Puy de Dome o come residuo di sistemi di allevamento misti).

Anche nella Collina interna grossetana le funzioni agro-ambientali sono risultate tre, di cui due sono le medesime che nelle Combrailles (protezione della qualità delle acque

superficiali dai nitrati e conservazione della diversità del paesaggio), mentre una risulta attribuita alla risorsa suolo e riguarda la protezione della qualità del suolo dall'erosione. Il sistema agricolo della Collina interna grossetana, a differenza di quello delle Combrailles, risulta invece incentrato sui seminativi, che risultano pari all'80% della SAU (Tabella 26) e sull'allevamento, che risulta anch'esso diversificato: maggiormente incentrato sulla produzione di bovini da carne con linea vacca-vitello nella parte settentrionale, maggiormente incentrato sull'allevamento ovino da latte nella parte meridionale.

Tabella 26: principali caratteristiche dei due casi di studio, Combrailles (Francia) e Collina interna grossetana (Italia)

Tableau 26 : caractéristiques générales des deux cas d'étude, les Combrailles (France) et la Collina interna grossetana (Italie)

	Combrailles (Francia)	Collina interna grossetana (Italia)
Superficie	1736 km ²	1144 km ²
Densità di popolazione*	22 ab./ km ²	18 ab./ km ²
% Superficie Agricola Utilizzata*	69%	67%
Morfologia	Plateau (400-900 m slm)	Collinare (200-1000 m slm)
Precipitazioni medie annuali	1000 mm	800 mm
Temperatura media annuale	10 °C	14 °C
Numero di aziende agricole*	2666	4831
Dimensioni medie aziendali*	45 ha	16 ha
Parte di seminativi sulla SAU	40%	80%
Numero medio di capi per azienda*	40 vacche, 29 vacche da latte	21 pecore, 2 vacche
Manodopera per azienda*	1,3	2,4

* Fonte: Censimento Generale dell'Agricoltura (Istat, 2000; INSEE, 1999)

Nella trattazione successiva daremo tutti gli elementi di metodologia e di risultati riguardanti il caso di studio italiano mentre il caso di studio francese sarà impostato in forma sintetica.

6.1. Materiali e metodi

6.1.1 Identificazione delle condizioni di soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali e dei loro descrittori

A partire dalla descrizione dei principali processi agro-ambientali, delle pratiche agricole e delle configurazioni spaziali dell'uso del suolo (Figura 9) è possibile selezionare quelle che nelle due aree di studio sono le principali condizioni di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali considerate. Tuttavia a questo livello di analisi, i dati sulle pratiche agricole sono difficilmente accessibili, infatti si ha un'aggregazione al livello comunale per il segreto statistico. Per questo motivo, in questa parte della tesi saranno soltanto utilizzati i dati di uso del suolo come *proxies* delle pratiche agricole sulla base sia di una serie di assunzioni che di conoscenza esperta. Per lo stesso motivo, più che

di configurazioni spaziali di uso del suolo, ci interesseremo alla percentuale dei diversi usi del suolo, per cui lo schema di valutazione delle funzioni agro-ambientali riportato nella metodologia (Figura 9) sarà adattato e limitato a due elementi: i processi agro-ambientali e l'uso del suolo, che comprende sia le pratiche agricole che le configurazioni spaziali d'uso del suolo contenute nello schema originale. Per quanto riguarda la protezione delle qualità delle acque superficiali da nitrati (Figura 27), che interessa sia il caso di studio italiano che quello francese, i principali processi agro-ambientali connessi sono la mineralizzazione dell'azoto e il runoff delle acque superficiali (Bonari, 1993; USDA-NRCS, 1993; Wendland et al. 1998). Per questo motivo, quale che sia il caso di studio, devono essere considerate la morfologia del territorio, il clima, le condizioni pedologiche ed idrologiche. D'altro canto, invece, per quanto riguarda le attività agricole, queste saranno connesse alle specificità dei due casi di studio e alla scala di analisi. Nel caso di studio italiano dipenderanno in particolare dalla tipologia di sistemi agricoli in termini di maggiore o minore orientamento verso un uso agricolo del suolo o di presenza dei seminativi che nell'area di studio sono principalmente rappresentati dai cereali autunno-vernini, mentre nel caso francese dalla presenza o assenza di prato permanente.



Figura 27: condizioni di soddisfacimento potenziale della funzione "protezione della qualità delle acque superficiali dai nitrati" nel framework dell'agronomia territoriale per i casi di studio ¹².

Figure 27 : principales conditions de réalisation potentielle de la fonction "préservation de la qualité des eaux de surface quant aux nitrates" dans une approche d'agronomie des territoires pour les cas d'étude italien et français.

Per quanto riguarda la protezione della fertilità del suolo dall'erosione (Figura 28), funzione che interessa soltanto il caso di studio italiano, i principali processi agro-

¹² In rosso, gli elementi contestuali (pixel, scala spaziale; sistema agricoli per descrivere le attività agricole a scala territoriali e insieme degli agricoltori perché si considerano le funzioni esercitate da una pluralità di soggetti), in blu gli elementi costitutivi dello schema generale utilizzati in questa parte e in nero le condizioni di soddisfacimento potenziale delle funzioni adattate ai casi di studio. Tale chiave di lettura sarà utilizzata anche per le figure successive.

ambientali coinvolti sono la mineralizzazione della sostanza organica e l'erosione del suolo (Wischmeyer and Smith, 1978; Bonari, 1993; Bazzoffi, 2009). Anche in questo caso, quindi, devono essere considerate la morfologia del territorio, la tipologia di clima e le condizioni pedologiche ed idrologiche. Allo stesso modo, le pratiche agricole in grado di influenzarli dipenderanno in particolare dall'orientamento a seminativo (lunghezza della rotazione, parte di colture poliannuali).



Figura 28: principali condizioni di soddisfacimento potenziale della funzioni “protezione della fertilità del suolo dall’erosione” secondo il framework dell’agronomia territoriale per il caso di studio italiano.

Figure 28 : principales conditions de réalisation potentielle de la fonction “protection de la qualité du sol quant à l’érosion” dans une approche d’agronomie des territoires pour le cas d’étude italien.

Per quanto riguarda la protezione dalla rinaturalizzazione delle aree agricole (Figura 29), che interessa soltanto il caso di studio francese, i principali processi agro-ambientali da considerare sono l'estensificazione dei sistemi produttivi e i flussi di geni di specie invasive (Friedberg et al., 2000). Quindi le principali condizioni bio-fisiche da considerare sono quelle che rendono i terreni agricoli poco atti alla coltivazione, ovvero la morfologia e l'altitudine, la pedologia e l'umidità del suolo. Alle stesso modo, le pratiche e i sistemi agricoli connessi sono quelli che indicano il grado di estensificazione delle attività agricole, quindi l'orientamento verso il pascolo permanente (mancanza di lavorazioni del terreno).



Figura 29: principali condizioni di soddisfacimento della funzioni “protezione dalla rinaturalizzazione” secondo il framework dell’agronomia territoriale per il caso di studio francese.
Figure 29 : principales conditions de réalisation de la fonction “préservation de la fermeture du paysage” dans une approche d’agronomie des territoires pour le cas d’étude français.

La conservazione della diversità del paesaggio (Figura 30) interessa sia il caso di studio francese che quello italiano. I principali processi agro-ambientali da considerare sono l’estensificazione, l’intensificazione e l’abbandono dei sistemi produttivi. Quindi le principali condizioni bio-fisiche da considerare sono quelle che rendono i terreni agricoli più o meno adatti alla coltivazione, ovvero la morfologia e l’altitudine, la pedologia e l’umidità del suolo. Alle stesso modo, le pratiche e i sistemi agricoli connessi sono quelli che indicano il grado di estensificazione/intensificazione delle attività agricole, quindi l’orientamento ai seminativi connessa con la diversificazione degli usi del suolo (Weinstoerffer e Girardin, 2000). Molto importante è anche la struttura del territorio, in quanto la diversità del paesaggio risulta connessa con la sua visibilità, quindi influenzata dalla prossimità di strutture che la favoriscono o impediscono come siepi, boschetti o vegetazione naturale.



Figura 30: principali condizioni di soddisfacimento potenziale della funzione “conservazione della diversità del paesaggio” secondo il framework dell’agronomia territoriale per i casi di studio francese ed italiano.

Figure 30 : principales conditions de réalisation de la fonction “conservation de la diversité du paysage” dans une approche d’agronomie des territoires pour les cas d’étude français et italien.

Quindi, a partire dalle condizioni precedentemente descritte, è stato possibile individuare un insieme di descrittori sia bio-fisici/strutturali, che di gestione agronomica del territorio in grado di stimare il soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali nei due casi di studio (Tabella 27 e Figura 31 per quanto riguarda il caso di studio italiano). Tra tali condizioni, le uniche non considerate sono state quelle climatiche, in quanto non discriminanti di un’area così piccola per entrambi i casi di studio. Sono stati identificati rispettivamente per i due casi di studio 4 e 6 descrittori di tali condizioni. Nel caso di studio italiano, 3 descrittori sono rappresentativi delle condizioni di gestione agronomica degli appezzamenti (Figura 31), mentre nel caso di studio francese sono limitati ad uno.

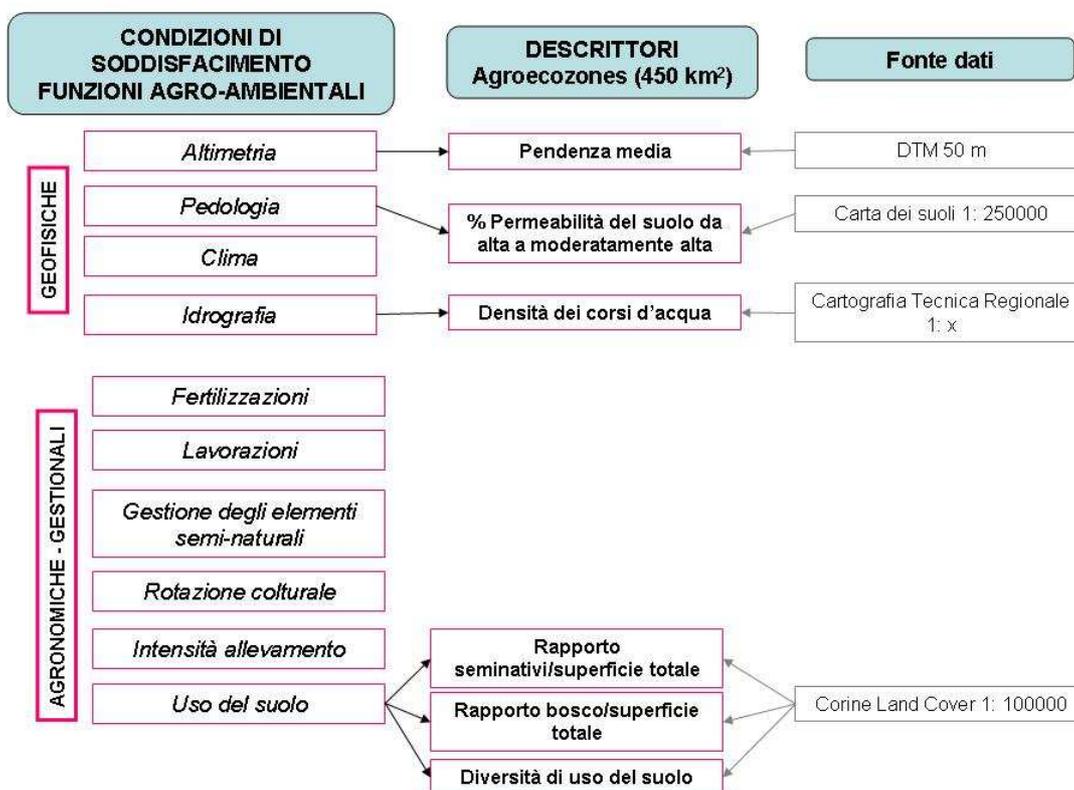


Figura 31: principali condizioni di soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali, descrittori identificati e fonti di dati per l’area della Collina interna grossetana.

Figure 31 : principales conditions de réalisation des fonctions agro-environnementales, leurs descripteurs et sources de données pour le secteur de la Collina interna grossetana.

La diversità di descrittori di gestione agronomica tra il caso di studio francese e italiano è motivata dalla maggiore omogeneità interna delle condizioni, che da un punto di vista dell’uso del suolo si distinguono principalmente per la maggiore o minore parte di prato permanente nella nell’area considerata. Invece per quanto riguarda il caso di studio italiano, i descrittori e la loro modalità di calcolo sono illustrati nella Tabella 27.

Tabella 27: descrittori delle condizioni di soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali nella Collina interna grossetana e contributo più o meno favorevole al soddisfacimento delle funzioni da un valore crescente del descrittore.

Tableau 27 : descripteurs des conditions de réalisation des fonctions agro-environnementales dans la Collina interna grossetana, et contribution à la réalisation des fonctions pour une valeur croissante du descripteur.

Descrittore	Acronimo	Definizione	Contributo al soddisfacimento	Riferimenti/assunzioni
Pendenza media	AVESLO	Valore medio della pendenza all'interno di un pixel (%)	↓ Qualità dell'acqua	USDA-NRCS (1993)
			↓ Diversità del paesaggio	L'aumento della pendenza riduce la possibilità di meccanizzazione e quindi la scelta delle colture
			↓ Qualità del suolo	Wischmeyer and Smith (1978)
Densità della rete scolante	DENHYDRO	Rapporto tra la lunghezza media dei corsi d'acqua e la superficie di ciascun pixel (m/ha)	↓ Qualità dell'acqua	Wendland et al. (1998)
			↑ Diversità del paesaggio	Un'alta densità di fossi e corsi d'acqua non influenza le potenzialità tecniche e costituisce un elemento fondante del mosaico del paesaggio
			↑ Qualità del suolo	Younkai et al. (2009)
Permeabilità del suolo	HPERM	Rapporto tra la superficie presentante una permeabilità del suolo da alta a moderatamente alta e la superficie del pixel	↑ Qualità dell'acqua	USDA-NRCS (1993)
			→ Diversità del paesaggio	Un'alta permeabilità del suolo può influenzare la scelta delle colture, ma l'effetto sulla diversità del paesaggio non è direttamente assumibile
			↑ Qualità del suolo	Wischmeyer and Smith (1978)
Seminativi	ARABLELC	Rapporto tra la superficie a seminativi e l'area del pixel	↓ Qualità dell'acqua	I seminativi sono costituiti al 90% da cereali autunno-vernini, quindi per suolo nudo invernale, fertilizzazioni, lavorazioni, si può ipotizzare un contributo negativo sulle acque superficiali
			→ Diversità del paesaggio	Se da un lato i seminativi sono in larga parte costituiti da cereali autunno-vernini, l'effetto delle altre colture in rotazione non è conosciuto, quindi l'effetto sulla diversità del paesaggio non è assumibile.
			↓ Qualità del suolo	I seminativi sono costituiti al 90% da cereali autunno-vernini, quindi per suolo nudo invernale, fertilizzazioni, lavorazioni, si può ipotizzare un contributo negativo sulle acque superficiali
Bosco	WOODLC	Rapporto tra la superficie boscata e l'area del pixel	↑ Qualità dell'acqua	Un'alta parte di bosco permette una maggiore ritenzione idrica e filtrazione delle acque per la presenza di vegetazione naturale.
			↑ Diversità del paesaggio	Un'alta parte di bosco in un paesaggio agricolo ne può aumentare la diversità, a condizione che il bosco sia frammentato e non costituisca larghi fronti omogenei.
			↑ Qualità del suolo	Un'alta parte di bosco permette una maggiore ritenzione idrica e copertura del suolo per la presenza di vegetazione naturale.
Diversità di uso del suolo	DIVLC	Numero di usi del suolo diversi non adiacenti all'interno di un pixel	↑ Qualità dell'acqua	Un'alta diversità di uso del suolo fa supporre una copertura del suolo diversificata e quindi in grado di fermare lo scorrimento superficiale e aumentare localmente la ritenzione idrica
			↑ Diversità del paesaggio	Weinstoerffer and Girardin (2000)
			↑ Qualità del suolo	Un'alta diversità di uso del suolo fa supporre una copertura del suolo diversificata e quindi in grado di controllare lo scorrimento superficiale.

6.1.2 Identificazione delle principali combinazioni di descrittori contribuenti al soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali

6.1.2.1 Combinazione di descrittori tramite Cluster Analysis

La combinazione tra i diversi descrittori è stata effettuata tramite una *cluster analysis*. Infatti le tecniche di statistica multivariata come la *cluster analysis* permettono di combinare diversi descrittori al fine di poter analizzare le tendenze della distribuzione dei dati (Hargrove e Hoffmann, 2005; Lesschen et al., 2005; Castrignanó et al., 2010). Questo ha però necessitato una fase di elaborazione preliminare riguardante il calcolo dei descrittori e le relazioni tra questi. Dopo la selezione dei descrittori e l'acquisizione dei dati, ciascun descrittore è stato calcolato per un pixel di 250 ha prodotto tramite l'estensione Repeating Shapes per ArcMap (Jenness Enterprises, 2006). Abbiamo suddiviso la Collina interna grossetana in pixel di 250 ha dato che questa superficie ha permesso di minimizzare l'errore derivante dai database spaziali utilizzati (che variavano da un massimo di 1:250000 per la carta dei suoli a 1:10000 per la carta idrologica) e di massimizzare la variabilità interna dell'area di studio. Dopo aver eliminato i pixel incompleti perché posti al limite dell'area di studio, abbiamo ottenuto un totale di 353 pixel usati per calcolare i valori dei descrittori di funzioni agro-ambientali. Abbiamo costruito un geodatabase tramite ArcMap 9.2, tutti i descrittori sono stati utilizzati in formato vettoriale, che ha permesso una maggiore facilità di calcolo e un miglior controllo della tavola degli attributi. Questo ha implicato la trasformazione del DEM da *raster* a vettoriale, dopo una riclassificazione da 50 x 50 m a 1500 x 1500 m. È stata valutata in seguito la correlazione (matrice di Pearson) tra i descrittori, al fine di evitare di includere descrittori troppo correlati tra di loro.

Dato che non conosciamo a priori né il contributo del totale dei singoli descrittori ad una funzione, né le relazioni tra stessi descrittori con contributo diverso alle funzioni, abbiamo assegnato a tutti i descrittori lo stesso peso. Inoltre, dato il carattere esplorativo di tale classificazione non abbiamo normalizzato né standardizzato i descrittori (Milligan e Cooper, 2010).

La *cluster analysis* ci ha quindi permesso di costruire dei gruppi di pixel costituenti la Collina interna grossetana distinti in base al loro contributo al soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali. Per effettuare la *cluster analysis* abbiamo usato il metodo di Ward e calcolato la distanza euclidea. Il taglio del dendrogramma ottenuto è stato effettuato tramite il criterio della massima dissimilarità osservando il dendrogramma

stesso. Non essendoci *outliers*, non è stato necessario eliminare nessun pixel. Una MANOVA ci ha poi permesso di testare la non-correlazione tra i descrittori all'interno di ciascuna combinazione di descrittori. La spazializzazione di ciascun pixel sulla base del suo identificativo ci ha poi consentito di osservare la distribuzione delle diverse combinazioni ottenute.

6.1.2.2 Classazione delle tipologie di combinazioni

La classazione dei descrittori è una tappa fondamentale per renderli comparabili e poterli confrontare, dato che sono costituiti da unità di misura diverse. Per classare le diverse combinazioni di descrittore ottenute abbiamo in una prima fase valutato il valore medio di ciascun descrittore utilizzato e analizzato la sua posizione rispetto alla distribuzione totale del descrittore utilizzando i quartili come riferimento. In una seconda fase abbiamo assegnato un punteggio basato sulla posizione del descrittore rispetto ai quartili e sul contributo di ciascun descrittore al soddisfacimento della specifica funzione (Tabella 28 per conoscere tutte le possibili combinazioni). Ad esempio, un valore medio di descrittore che abbia un valore sotto il primo quartile e presenti un contributo favorevole ad una determinata funzione agro-ambientale, avrà un punteggio 1 (punteggio minimo) mentre se presenterà un valore superiore al terzo quartile avrà un punteggio pari a 4 (punteggio massimo). Sommando il contributo dell'insieme dei valori medi dei descrittori di ciascuna combinazione si avrà il punteggio totale riferito ad una singola funzione agro-ambientale.

Tabella 28: illustrazione delle combinazioni possibili del punteggio ottenibile da ciascun descrittore¹³.

Tableau 28 : illustration des combinaisons possibles de points obtenibles par un descripteur sur la base respectivement de sa contribution à la réalisation de chaque fonction et à la position de la moyenne de chaque classe dans la distribution des quartiles.

Valore dei descrittori rispetto ai quartili	Contributo ad una funzione di un alto valore del descrittore		
	Favorevole (↑)	Sfavorevole (↓)	Intermedio (→)
<25%	1	4	2.5
25%-50%	2	3	2.5
50%-75%	3	2	2.5
>75%	4	1	2.5

¹³ Tale punteggio è stato calcolato sulla base rispettivamente del contributo del descrittore al soddisfacimento di ciascuna funzione (cf. Tabella 2) e alla posizione del valore medio del cluster di appartenenza rispetto ai quartili del totale dei valori del descrittore misurati.

6.1.3 Analisi del soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali

6.1.3.1 Valutazione del grado di soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali

Il contributo di ciascuna combinazione di descrittori al soddisfacimento delle funzioni è quindi dato dalla somma lineare dei punteggi dei descrittori. Tale punteggio è stato comparato al valore massimo e minimo ottenibile nell'area di studio con tale combinazione di descrittori (punteggio sempre massimo o intermedio a seconda dei descrittori per avere il valore massimo o sempre minimo o intermedio per avere il valore minimo a seconda del contributo dei descrittori al soddisfacimento delle singole funzioni). Quindi, a seconda della posizione del punteggio totale delle combinazioni di descrittori rispetto a tre intervalli uguali tra il massimo e il minimo punteggio ottenibile, abbiamo qualificato il contributo di ciascuna combinazione di descrittori come favorevole, sfavorevole o intermedia al soddisfacimento di ciascuna funzione. La valutazione globale del soddisfacimento potenziale delle funzioni è stata quindi data dal contributo di ciascun pixel alle tre funzioni agro-ambientali considerate per l'area di studio.

6.1.3.2 Variabilità del grado di soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali

La variabilità spaziale del soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali è stata valutata analizzandone la distribuzione spaziale in termini di superfici occupate da ciascun diverso grado di soddisfacimento e della loro disposizione nello spazio. A tale scopo abbiamo considerato il grado di coesione e frammentazione di ciascun grado di soddisfacimento delle funzioni studiate al fine di determinare la rilevanza del contributo dell'area di studio al soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali.

Nous avons étudié les conditions de réalisation des trois fonctions agro-environnementales de la Collina interna grossetana : protection des eaux de surface par les nitrates, conservation du sol et conservation de la diversité du paysage. Des conditions géophysiques et agronomiques relatives à la réalisation de ces fonctions ont été identifiées dans la bibliographie, complétée par des points de vue d'experts. Une sélection de descripteurs de ces conditions a été produite. Pour chaque descripteur, nous avons distingué à quel niveau leur contribution était plus ou moins favorable à la réalisation de chacune des trois fonctions. Parmi tous les descripteurs de conditions, nous avons privilégié ceux qui étaient significatifs de conditions de plusieurs fonctions (e.g.: ratio surface en cultures / surface totale significatif de conditions agronomiques intervenant dans la préservation de la qualité des eaux de surface, la conservation de la diversité des paysages et de celle du sol) ; ce choix visait à considérer le plus possible les relations entre fonctions au travers de leurs conditions de réalisation "partagées". Au niveau de l'agro-ecozone, les descripteurs de conditions agronomiques ont peu de sources de données correspondantes ; les pratiques agricoles font peu l'objet d'inventaires ou de recensements contrairement aux modes d'occupation du sol. Nous avons finalement retenu des descripteurs de l'occupation du sol ; pour chaque type d'occupation, nous avons défini des hypothèses sur leur lien avec les pratiques agricoles conditionnant la réalisation des fonctions (par exemple : à l'occupation du sol par des cultures, on a fait correspondre les cultures dominantes de la zone et leurs pratiques les plus courantes concernant la fertilisation ou le labour du sol). Chaque descripteur a été estimé pour chaque pixel -équivalent à 250 ha- inscrit dans la zone (en mobilisant les différentes sources d'information accessibles pour cette zone. Pour chaque descripteur, les valeurs estimées ont fait l'objet d'une classification en quartile de valeur croissante ; nous avons ensuite cartographié ces classes. L'ensemble des descripteurs de conditions des fonctions a permis de distinguer la réalisation potentielle des fonctions. Nous avons d'abord identifié les combinaisons des classes de descripteurs, puis nous les avons qualifiées et regroupées par similitude de contributions aux fonctions. Pour cela, dans un premier temps, nous avons affecté à chaque quartile de chaque descripteur, selon sa valeur moyenne et le type de contribution à chaque fonction, un qualificatif quant à la réalisation de chaque fonction (très favorable / moyennement favorable / peu favorable) en se basant sur la bibliographie et les références locales. Ensuite, une CAH a permis de regrouper les différentes combinaisons de qualificatifs qui aboutissaient à un même type de contribution vis-à-vis des fonctions. Pour chacune des classes issues de la CAH, nous avons fait correspondre une valeur moyenne des descripteurs ; ces valeurs moyennes ont permis de qualifier la contribution de chaque entité spatiale élémentaire concernant les fonctions. Nous nous sommes ensuite intéressés à la localisation de classes et à la forme et l'étendue des surfaces occupées par chaque classe ; il en ressort une spatialisation spécifique à chaque réalisation potentielle des fonctions (cf. abondance, cohésion, fragmentation de l'espace concernant chaque classe).

6.2. Risultati

6.2.1 I risultati del caso di studio italiano

6.2.1.1 Identificazione delle condizioni di soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali e dei loro descrittori

L'insieme dei descrittori delle condizioni di soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali della Collina interna grossetana sono descritti nella Tabella 29. La metà di questi descrittori sono geo-fisici, mentre l'altra metà sono agronomico-gestionali e i loro valori delineano una diversità di condizioni tipica delle aree Mediterranee. Si può osservare come la pendenza media risulti generalmente molto alta, intorno al 18% con un massimo del 39%, andando a configurare un territorio di collina fortemente declive. Tali condizioni di declività influenzano anche l'idrografia, con un'alta densità di corsi d'acqua pari a 37 m/ha. Da un punto di vista pedologico, invece, la superficie media da alta a moderatamente alta risulta di appena il 17% con una variabilità molto importante, e con valori tali da farci ipotizzare che l'area a maggiore permeabilità del suolo sia concentrata in una zona ristretta (valore mediano pari a zero). Da un punto di vista dell'uso del suolo, i seminativi sono in media pari al 60% della superficie totale (non della superficie agricola) mentre i boschi interessano mediamente il 24% della superficie anche se hanno un'alta variabilità (coefficiente di variazione maggiore di uno) configurando una diversa distribuzione all'interno dell'area di studio. Infine, la diversità di uso del suolo in ciascun pixel varia tra pixel molto omogenei comprendenti un solo uso del suolo a pixel estremamente eterogenei con 12 diversi usi del suolo non adiacenti e un valore medio intorno ai 5 diversi usi del suolo.

Tabella 29: riassunto dei principali dati statistici riguardanti i descrittori di soddisfacimento potenziale delle condizioni agro-ambientali nella Collina interna grossetana¹⁴.

Tableau 29 : statistiques descriptives des descripteurs de réalisation des fonctions agro-environnementales dans la Collina interna grossetana.

Descrittori	Media	Deviazione Standard	Min.	Max	Mediana
AVESLOPE	18,3	7,0	1,0	39,3	18,7
DENHYDRO	37,0	11,3	4,9	70,2	36,4
HDREN	0,17	0,33	0	1	0,00
ARABLELC	0,60	0,29	0	1	0,61
WOODLC	0,24	0,25	0	1	0,16
DIVLC	5,17	2,28	1	12	5

¹⁴ AVESLOPE indica la pendenza media, DENHYDRO la densità di corsi d'acqua, HDREN la parte di superficie con una permeabilità da alta a moderatamente alta, ARABLELC la parte di superficie a seminativi, WOODLC la parte di seminativi a bosco, DIVLC la diversità di uso del suolo.

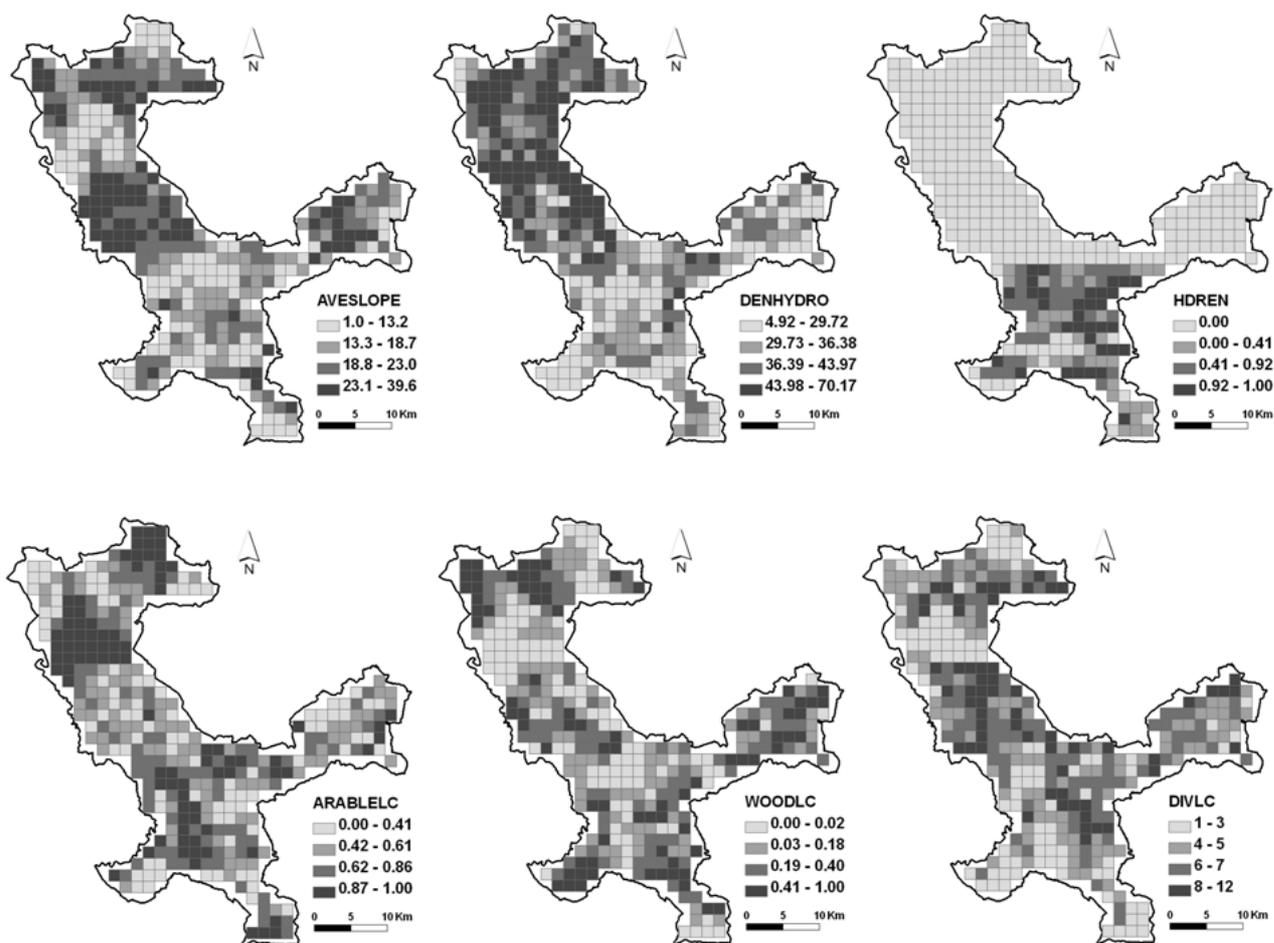


Figura 32: distribuzione dei descrittori di soddisfacimento potenziale delle tre funzioni agro-ambientali della Collina interna grossetana¹⁵.

Figure 32 : spatialisation des descripteurs de conditions de réalisation des trois fonctions agro-environnementales dans la Collina interna grossetana.

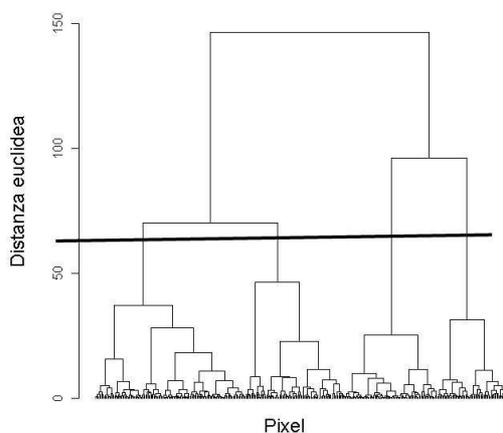
Dalla distribuzione spaziale dei valori dei descrittori (Figura 32) si possono cominciare già ad evincere aree che presentano una diversa combinazione dei descrittori. Infatti la pendenza media risulta maggiore nella parte settentrionale rispetto alla parte meridionale dell'area di studio, così come la densità di corsi d'acqua. Al contrario, i suoli più drenati risultano maggiori nella parte meridionale. Più differenziata la situazione dell'uso del suolo: i seminativi risultano localmente più importanti nell'area settentrionale, mentre sono diversificati e molto variabili nell'area meridionale, i boschi risultano localmente meno importanti nell'area settentrionale e, in generale, più importanti nell'area meridionale e la diversità di uso del suolo non presenta un trend ben definibile esclusa una maggiore importanza nella parte centrale dell'area di studio.

¹⁵ AVESLOPE indica la pendenza media, DENHYDRO la densità di corsi d'acqua, HDREN la parte di superfici ben drenate, ARABLELC la parte di seminativi, WOODLC la parte di bosco, DIVLC la diversità degli usi del suolo.

6.2.1.2 Identificazione delle combinazioni di descrittori contribuenti al soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali

6.2.1.2.1 Identificazione di combinazioni di descrittori

Come abbiamo sottolineato nel paragrafo precedente, la distribuzione spaziale dei descrittori ha mostrato alcuni *patterns* ricorrenti. Tali *patterns* sono stati anche supportati dalla *Cluster Analysis* che ha portato all'identificazione di quattro diverse combinazioni di descrittori che delineano quattro diverse aree all'interno della Collina interna grossetana (Figura 33).



Descrittore	Area interna a seminativo (197 km ²)	Area ad alta permeabilità del suolo (147 km ²)	Collina boscata (215 km ²)	Collina interna grossetana (322 km ²)
AVESLOPE	10,6 (4,0)	15,2 (5,0)	25,5 (4,9)	19,7 (4,5)
DENHYDRO	33,9 (10,1)	31,8 (6,9)	36,9 (11,3)	41,2 (12,3)
HPERM	0,0 (0,1)	0,8 (0,2)	0,1 (0,2)	0,0 (0,1)
DIVLC	3,2 (1,8)	5,4 (2,1)	5,9 (2,4)	5,8 (1,8)
ARABLELC	0,9 (0,1)	0,6 (0,3)	0,3 (0,2)	0,6 (0,2)
WOODLC	0,0 (0,1)	0,2 (0,2)	0,5 (0,2)	0,2 (0,1)

Figura 33: risultati della Cluster Analysis applicata ai pixel di 250 ha della Collina interna grossetana con 6 descrittori di soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali. A sinistra, dendrogramma dei diversi cluster; a destra, valori medi e deviazione standard (tra parentesi) risultanti per ciascun tipo di sistema.

Figure 33 : résultats de la Classification Ascendante Hiérarchique appliquée aux pixels de 250 ha de la Collina interna grossetana à partir de 6 descripteurs de réalisation des fonctions agro-environnementales. A gauche, dendrogramme des classes ; à droite, valeurs moyennes des descripteurs pour chaque classe.

La prima combinazione è composta da pixel con una bassa pendenza media, una bassa permeabilità del suolo, un'alta superficie occupata da seminativi e una bassa superficie interessata da boschi, con una bassa diversità di uso del suolo. Tale combinazione interessa il 22% della Collina interna grossetana e delinea un'area particolarmente vocata per l'agricoltura e, in particolare, per i seminativi, per cui l'abbiamo identificata come area interna a seminativo. Al contrario, la seconda combinazione presenta un'alta permeabilità del suolo, un'alta percentuale di seminativi e di diversità di uso del suolo. Si può quindi delineare come un'area ad uso del suolo diversificato (cereali, vite, olivo) e con un mix di aree agricole e boscate. Tale area è la meno estesa e interessa circa il 17% della superficie della Collina interna grossetana. Dato che è l'unica area che presenta un suolo molto permeabile (Figura 34), l'abbiamo chiamata area ad alta permeabilità del suolo.

La terza combinazione è caratterizzata da pixel posti in aree molto declivi, con un'alta densità di corsi d'acqua e un uso del suolo principalmente boscato e poco diversificato. Si tratta quindi di un'area poco vocata per le attività agricole e con caratteri di maggiore naturalità. Dato che è l'unica area con queste caratteristiche (Figura 34), anche se interessa un'area abbastanza estesa (circa un quarto della Collina interna grossetana) l'abbiamo definita come area della collina boscata. Infine, anche la quarta combinazione come la precedente presenta condizioni di declività importanti e un'alta permeabilità del suolo, tuttavia da un punto di vista dell'uso del suolo presenta un'alta diversità di uso del suolo e una bassa percentuale di boschi (Figura 34). Dato che i pixel che presentano questa combinazione hanno caratteristiche intermedie rispetto alle altre combinazioni e che interessano la maggior parte dell'area analizzata, consideriamo che questa combinazione sia quella caratterizzante l'area di studio e quindi l'abbiamo definita come l'area della Collina interna grossetana.

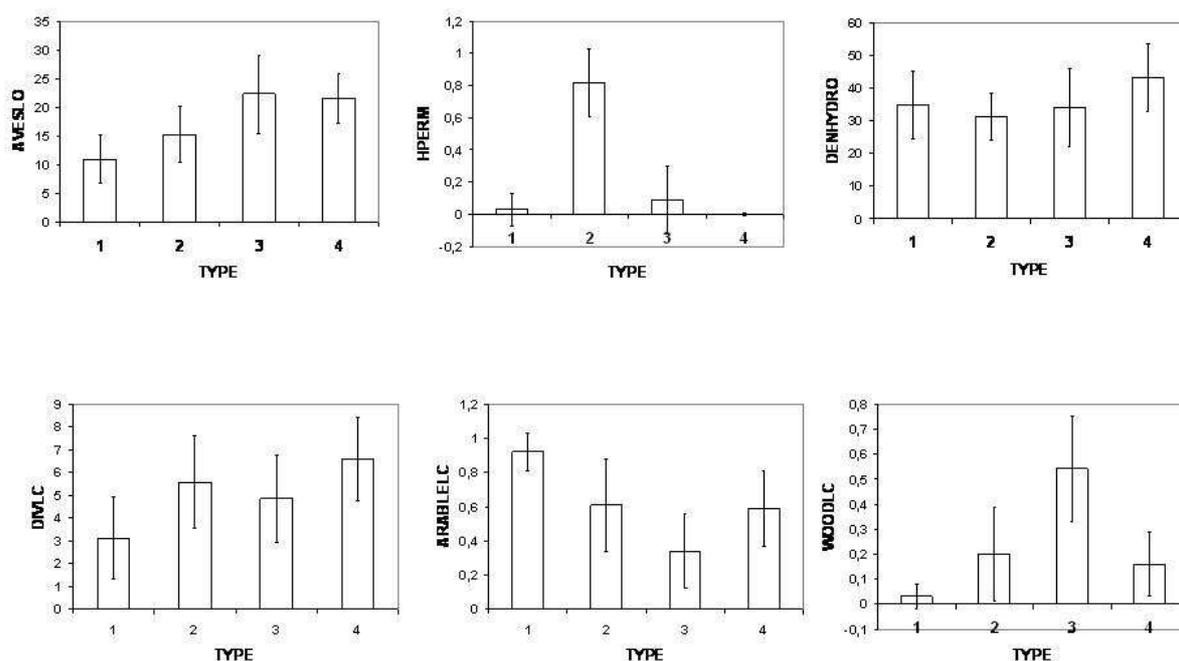


Figura 34: valori medi e deviazione standard per classe di combinazione di descrittori di soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali nella Collina interna grossetana¹⁶.
Figure 34 : valeurs moyennes et écarts-types de combinaisons de réalisations des fonctions agro-environnementales dans la Collina interna grossetana.

La MANOVA effettuata sulle quattro combinazioni ha confermato la significatività ($p < 0,001$) di queste quattro combinazioni di descrittori. La matrice di correlazione dei residui ha confermato inoltre la bassa correlazione dei descrittori utilizzati anche

all'interno delle combinazioni, eccetto ARABLELC e WOODLC che sembrano legati dalla comune appartenenza all'uso del suolo (Tabella 30).

Tabella 30: matrice delle correlazioni dei residui risultante dalla MANOVA¹⁷.

Tableau 30 : matrice des corrélations des résidus suite à la MANOVA.

Descrittori	AVESLOPE	DENHYDRO	HPERM	DIVLC	ARABLELC	WOODLC
AVESLOPE	1,00					
DENHYDRO	0,15	1,00				
HPERM	-0,06	-0,19	1,00			
DIVLC	0,13	0,13	-0,15	1,00		
ARABLELC	-0,14	0,14	-0,24	-0,09	1,00	
WOODLC	0,02	-0,28	0,35	-0,34	-0,52	1,00

6.2.1.2.2 Distribuzione spaziale delle combinazioni di descrittori

Nella Figura 35 è rappresentata la distribuzione spaziale delle quattro combinazioni di descrittori.

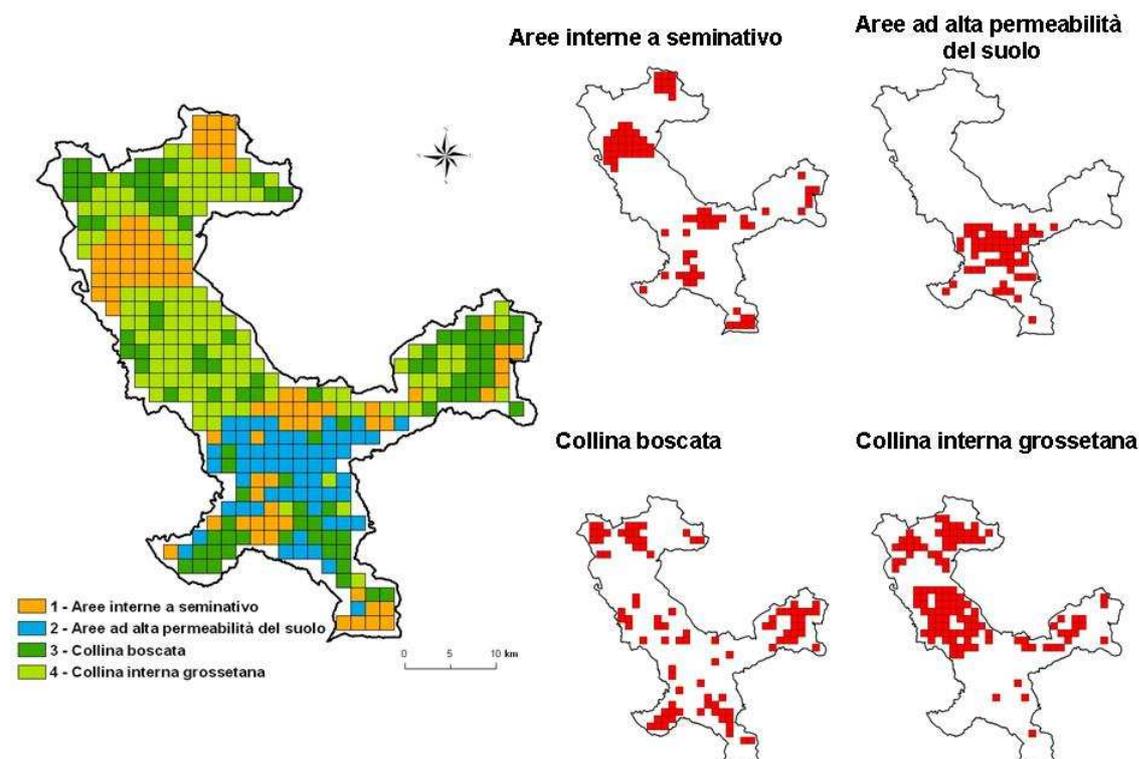


Figura 35: distribuzione spaziale delle quattro combinazioni di descrittori di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali delle Collina interna grossetana.

Figure 35 : localisation des quatre combinaisons de descripteurs de réalisation des fonctions agro-environnementales dans la Collina interna grossetana.

¹⁶ AVESLOPE indica la pendenza media, HPERM indica la parte di superficie con permeabilità da alta a moderatamente alta, DENHYDRO la densità di corsi d'acqua, DIVLC la diversità di uso del suolo, ARABLELC la parte di seminativi, WOODLC la parte di bosco.

¹⁷ AVESLOPE indica la pendenza media, HPERM indica la parte di superficie con permeabilità da alta a moderatamente alta, DENHYDRO la densità di corsi d'acqua, DIVLC la diversità di uso del suolo, ARABLELC la parte di seminativi, WOODLC la parte di bosco.

Essa mostra come la parte settentrionale e centrale dell'area della Collina interna grossetana presentino delle condizioni localmente ben definite mentre l'area meridionale risulta più variabile. Nell'area settentrionale e centrale risultano presenti principalmente le aree interne a seminativo, le aree a collina boscata e a collina interna grossetana. Invece nell'area meridionale, oltre a quelle precedenti si concentra anche l'area ad alta permeabilità del suolo. Un dato interessante riguarda l'area a collina boscata che sembra interessare un'area molto frammentata eccetto che nella zona più meridionale e settentrionale. Si tratta dell'unica area che presenta queste caratteristiche, dato che le altre sono localmente più concentrate. Se si analizza la distribuzione delle aree per Comune di appartenenza (Tabella 31), si verifica che ciascun Comune risulta presentarne una dominante. Ad esempio nel Comune di Campagnatico risulta preponderante l'area interna a seminativo, in quelli di Cinigiano e di Scansano la Collina interna grossetana, a Manciano l'area ad alta permeabilità del suolo mentre a Sorano l'area della collina boscata.

Tabella 31: percentuale della superficie comunale interessata da ciascuna combinazione di descrittori nell'area della Collina interna grossetana

Tableau 31 : pourcentage de surface communale concernée par les combinaisons de descripteurs de réalisation des fonctions agro-environnementales dans la Collina interna grossetana.

	Area interna a seminativo	Area ad alta permeabilità del suolo	Collina boscata	Collina interna grossetana
Cinigiano	32%	-	28%	50%
Campagnatico	50%	-	20%	30%
Scansano	13%	14%	16%	57%
Manciano	25%	41%	24%	10%
Sorano	18%	14%	46%	32%

6.2.1.3 Identificazione e localizzazione del soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali

6.2.1.3.1 Grado di soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali

Per ciascun descrittore delle quattro combinazioni identificate abbiamo definito la posizione del valore medio rispetto ai quartili (Tabella 32). Si può notare come i valori medi dei descrittori dell'area interna a seminativo siano collocati sempre sotto al valore mediano, esclusa la parte a seminativi, come nell'area ad alta permeabilità del suolo siano sempre collocati su valori intermedi mentre nella collina boscata e collina interna grossetana questi valori intermedi coesistono con un valore molto basso di un descrittore, rispettivamente la parte a seminativo nella collina boscata e la permeabilità del suolo nella Collina interna grossetana.

Tabella 32: posizione dei valori medi di ciascun descrittore all'interno della distribuzione dei valori del descrittore nell'area di studio¹⁸.

Tableau 32 : position des valeurs moyennes de chaque descripteur par rapport à la distribution de l'ensemble des descripteurs dans le cas d'étude.

Descrittore	1 – Area interna a seminativo		2 – Area ad alta permeabilità del suolo		3 – Collina boscata		4 – Collina interna grossetana	
	Valore medio	Posizione rispetto ai quartili	Valore medio	Posizione rispetto ai quartili	Valore medio	Posizione rispetto ai quartili	Valore medio	Posizione rispetto ai quartili
AVESLOPE	10.6	v < 25%	15.2	25% < v < 50%	25.5	50% < v < 75%	19.7	50% < v < 75%
DENHYDRO	33.9	25% < v < 50%	31.8	25% < v < 50%	36.9	50% < v < 75%	41.2	50% < v < 75%
HPERM	0.0	v < 25%	0.8	50% < v < 75%	0.1	25% < v < 50%	0.0	v < 25%
DIVLC	3.2	25% < v < 50%	5.4	50% < v < 75%	5.9	50% < v < 75%	5.8	50% < v < 75%
ARABLELC	0.9	v > 75%	0.6	50% < v < 75%	0.3	v < 25%	0.6	50% < v < 75%
WOODLC	0.0	v < 25%	0.2	25% < v < 50%	0.5	50% < v < 75%	0.2	25% < v < 50%

Combinando tali informazioni con il contributo dei descrittori alle tre funzioni agro-ambientali rilevanti per l'area di studio, è possibile definire il contributo di ciascuna area al soddisfacimento potenziale delle tre funzioni agro-ambientali. Come si può osservare in Tabella 33, emergono tre diversi tipi di soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali. L'area ad alta permeabilità del suolo e l'area della collina boscata, seppur diverse presentano entrambe un grado di soddisfacimento mediamente favorevole sia per le tre funzioni agro-ambientali analizzate. Tale soddisfacimento mediamente favorevole interessa il 41% dell'area di studio. L'area interna a seminativo presenta un contributo poco favorevole al soddisfacimento delle funzioni di protezione di qualità delle acque e del suolo, intermedio per la conservazione della diversità del paesaggio. Tale soddisfacimento prevalentemente poco favorevole alle funzioni agro-ambientali interessa il 22% dell'area di studio. Infine, l'area della Collina interna grossetana presenta un contributo poco favorevole per la funzione di protezione della qualità delle acque e un contributo mediamente favorevole per la protezione della qualità del suolo e la conservazione della diversità del paesaggio. Tale contributo poco favorevole alle funzioni agro-ambientali interessa il 37% dell'area di studio.

Analizzando i risultati ottenuti alla luce di ogni singola funzione, si nota come il soddisfacimento potenziale della funzione di conservazione della diversità del paesaggio non vari nell'area di studio. Questo indica che a tale livello di analisi e con i

¹⁸ AVESLOPE indica la pendenza media, HPERM indica la parte di superficie con permeabilità da alta a moderatamente alta, DENHYDRO la densità di corsi d'acqua, DIVLC la diversità di uso del suolo,

descrittori di soddisfacimento utilizzati, non ci siano significative variazioni nel soddisfacimento potenziale della funzione di conservazione del paesaggio.

Tabella 33: illustrazione del calcolo dei punteggi di ciascuna combinazione di descrittori contribuenti al soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali¹⁹.

Tableau 33 : calculs de la réalisation des fonctions à partir des combinaisons de descripteurs identifiés.

Descrittori*	Contributo dei descrittori			1 – Area interna a seminativo			2 – Area ad alta permeabilità del suolo			3 – Colline boscate			4 – Collina interna grossetana		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3
AVESLOPE	↓	↓	↓	4	4	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2
DENHYDRO	↓	↑	↑	3	2	2	3	2	2	2	3	3	2	3	3
HPERM	↑	→	↑	1	2.5	1	3	2.5	3	2	2.5	2	1	2.5	1
ARABLELC	↓	→	↓	1	2.5	1	2	2.5	2	4	2.5	4	2	2.5	2
WOODLC	↑	↑	↑	1	1	1	2	2	2	3	3	3	2	2	2
DIVLC	↑	↑	↑	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Contributo totale	Max (24) / Min (6)	Max (19.5) / Min (10.5)	Max (24) / Min (6)	12	14	11	16	15	15	16	16	17	12	15	13
Soddisfacimento potenziale delle funzioni				↓	→	↓	→	→	→	→	→	→	↓	→	→

Al contrario, per quanto riguarda la funzione di protezione della qualità dell'acqua, questa è risultata poco favorevole nel 59% dell'area di studio e mediamente favorevole nel restante 41%, indicando comunque in quest'ultime aree un miglior grado di soddisfacimento. Un trend simile è anche presente per la funzione suolo, che è stata poco favorevole soltanto nel 22% dell'area di studio e mediamente favorevole nella parte restante, quindi con un miglior grado di soddisfacimento. Osservando le relazioni tra funzioni, possiamo notare che esiste una certa sinergia tra le funzioni di protezione delle acque superficiali e della qualità del suolo che può essere spiegata con i processi agro-ambientali comuni che coinvolgono le due funzioni, come ad esempio il *runoff*.

6.2.1.3.2 Variabilità spaziale del grado di soddisfacimento potenziale delle funzioni

Analizzando la distribuzione spaziale di questi diversi gradi di soddisfacimento delle funzioni nella Collina interna grossetana, si nota come essi presentino una certa frammentazione e coesione che vanno a generare tre *pattern*: a) aree continue che sebbene possano derivare da descrittori di condizioni diversi, presentano uno stesso grado di soddisfacimento delle funzioni; b) corridoi, ovvero aree lineari continue o discontinue poste tra diverse aree coese; c) singoli pixel, ovvero pixel isolati nell'area di

ARABLELC la parte di seminativi, WOODLC la parte di bosco.

¹⁹ F1 indica la funzione di protezione della qualità delle acque, F2 quella di conservazione della diversità del paesaggio, F3 quella di protezione della qualità del suolo. Per i descrittori si veda la nota precedente.

studio indicano una variabilità locale sia delle condizioni biofisiche che di uso del suolo rispetto alle aree vicine.

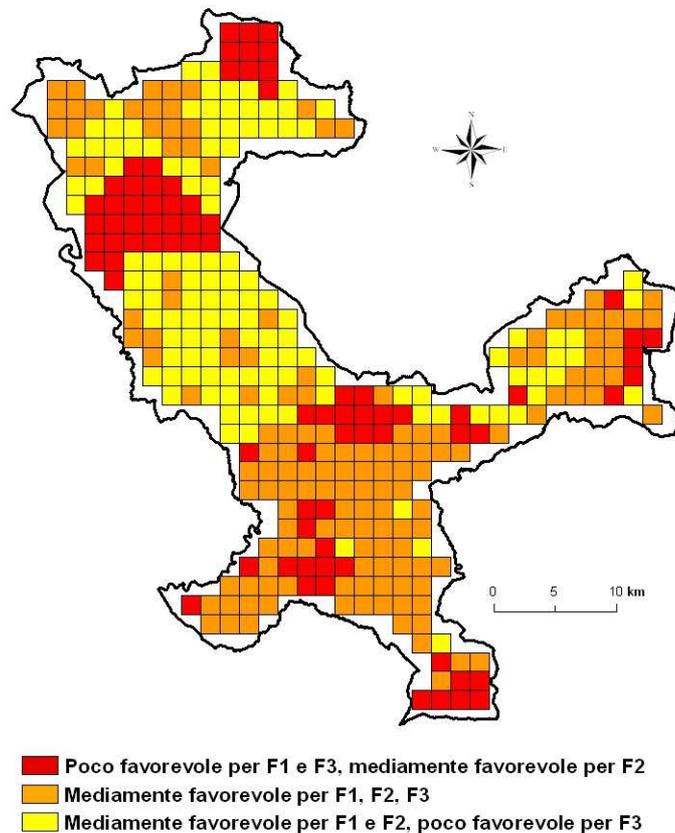


Figura 36: tipologie di soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali nella Collina interna grossetana²⁰.

Figure 36 : types de réalisation des fonctions agro-environnementales dans la Collina interna grossetana.

La Figura 36 rappresenta la distribuzione spaziale dei tre diversi gradi di soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali. Nelle aree settentrionale e centrale si osserva un contributo poco favorevole al soddisfacimento delle funzioni di qualità dell'acqua e del suolo, mentre nell'area meridionale si ha un contributo mediamente favorevole. Inoltre in termini di configurazione, l'area settentrionale è maggiormente caratterizzata da aree continue (ovvero con il medesimo grado di soddisfacimento potenziali delle funzioni) mentre l'area meridionale presenta un alternarsi di aree continue, corridoi e singoli pixel. Anche i gradi di soddisfacimento identificati hanno delle configurazioni ricorrenti: quello poco favorevole per le funzioni di protezione della qualità dell'acqua e del suolo si presenta maggiormente tramite grandi aree continue, mentre gli altri sono costituiti da piccole aree continue, corridoi e singoli pixel.

La Collina interna grossetana se caractérise par une occupation du sol principalement orientée vers les cultures (60% de la surface totale de la zone), largement constituées de céréales d'hiver. Les conditions géophysiques se caractérisent par une faible perméabilité du sol (seulement 17% de la surface dans les 2 classes supérieures de perméabilité), une pente importante (18% en moyenne) et un réseau assez dense en cours d'eau (37 m/ha en moyenne). L'ensemble de ces éléments traduisent des conditions assez défavorables pour la préservation des eaux de surface vis-à-vis des nitrates dans la zone. Le taux de boisement est modéré (24% de la surface totale de la zone) mais très variable selon les secteurs. Etant donné son rôle important dans chacune des trois fonctions qui concernent la zone (effet tampon face au processus d'érosion et à la contamination des eaux de surface, contribution à la diversité de mosaïque d'occupations du sol), il s'agira d'un descripteur important qui pèsera dans la différenciation de la réalisation potentielle des fonctions dans la zone. La diversité d'occupation du sol est globalement forte ; ceci laisse supposer une diversité de conditions agronomiques à des niveaux inférieurs à la zone (parcelles, groupes de parcelles...). En termes de localisation et de distribution spatiale des conditions, la cartographie des descripteurs met en évidence trois secteurs distincts dans la zone. Le premier se distingue par de fortes pentes, une forte densité de cours d'eau et une faible perméabilité des sols; il se situe dans la partie septentrionale de la zone. Le deuxième ressemble fortement au précédent mais sa diversité d'occupation du sol est beaucoup plus forte ; il se situe au centre de la zone. Le troisième se distingue par un taux de boisement important, une faible densité de cours d'eau et une forte perméabilité du sol ; il se situe dans la partie méridionale. Les descripteurs mettent donc en évidence une forte diversité de conditions de réalisation des fonctions. Il importe donc d'analyser si ces différences de conditions aboutissent à des réalisations distinctes des fonctions dans la zone, selon leurs combinaisons dans l'espace. Á partir de la CAH nous avons pu identifier quatre secteurs de la Collina interna grossetana qui se différencient par leurs combinaisons de descripteurs contribuant à la réalisation potentielle des trois fonctions retenues. La première combinaison est celle du secteur de colline à dominante de cultures, présentant des conditions géophysiques particulièrement favorables pour les activités agricoles. Ce secteur se situe dans la partie septentrionale de la Collina interna grossetana et couvre 22% de sa surface. La deuxième combinaison est celle de la colline interne à haute perméabilité des sols, se caractérisant par une forte diversité d'occupation du sol. Elle se concentre dans la partie méridionale de la Collina interna grossetana et couvre 17% de sa surface. La troisième combinaison est celle de la colline boisée, se caractérisant par des conditions géophysiques défavorables pour l'activité agricole et par un degré de naturalité plus important.

²⁰ F1 indica la protezione della qualità delle acque superficiali dai nitrati, F2 indica la conservazione della diversità del paesaggio , F3 indica la protezione della qualità del suolo.

Elle est très morcelée et se distribue dans l'ensemble de la zone d'étude où elle intéresse 19% de la surface. La quatrième combinaison est celle présentant des conditions biophysiques et d'occupation du sol intermédiaires que nous avons appelée Collina interna grossetana. Elle est morcelée dans l'ensemble de la zone d'étude et occupent la surface la plus importante (42%). Nous faisons l'hypothèse que chacune de ces combinaisons est porteuse d'une contribution différente à la réalisation des fonctions agro-environnementales prises en compte. En effet, ces quatre combinaisons de descripteurs contribuent différemment à la réalisation des trois fonctions agro-environnementales (préservation de la qualité des eaux de surface par les nitrates, conservation du sol et conservation de la diversité du paysage) de la Collina interna grossetana. Nous avons en effet pu relever trois différents types de réalisation des fonctions agro-environnementales, deux de ces combinaisons présentant en effet la même contribution à cette réalisation quoique produites par différentes valeurs des descripteurs. Il s'agit du secteur à haute perméabilité du sol et de la colline boisée, qui présentaient une contribution moyennement favorable à la réalisation des trois fonctions. Au contraire, la colline à dominante de cultures était très favorable à la réalisation des fonctions de préservation des eaux et de conservation du sol, alors qu'elle a contribué de façon intermédiaire à la réalisation de la fonction de conservation de la diversité du paysage. Enfin, le secteur de la Collina interna grossetana était peu favorable à la conservation du sol et moyennement favorable pour les deux autres fonctions.

6.2.2 Sintesi dei risultati del caso di studio francese

6.2.2.1 Identificazione delle condizioni di soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali e dei loro descrittori

I quattro descrittori selezionati (Tabella 34), a partire dai database disponibili, di condizioni di soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali (protezione della qualità delle acque superficiali dai nitrati, conservazione della diversità del paesaggio, rinaturalizzazione delle aree agricole) nell'area delle Combrailles (1736 km²) sembrano ben discriminare la diversità di condizioni geofisiche e di uso del suolo dell'area. Infatti se da un punto di vista morfologico, l'altitudine media e la differenza di altitudine ben discriminano le condizioni di plateau di quest'area, dall'altro l'uso del suolo caratteristico risulta essere il prato permanente (43% della superficie totale). Tutti i quattro descrittori selezionati sono stati calcolati per pixel di 250 ha con cui è stata suddivisa l'area di studio. Rispetto ai descrittori di uso del suolo, abbiamo riscontrato che l'area è principalmente orientata verso il prato permanente che nella maggioranza dei casi risulta adibito a pascolo e a prato-pascolo. Nelle condizioni geo-fisiche del comprensorio, ovvero di una elevata differenza di altitudine media (118 m per pixel) ma di una bassa densità di corsi d'acqua (7 m/ha), questo sembra indicare un basso rischio di lisciviazione nelle acque superficiali. Tuttavia, queste caratteristiche sembrano invece aumentare il rischio di rinaturalizzazione delle aree agricole e di poca diversità del paesaggio.

A partire dalla distribuzione spaziale dei descrittori (Figura 37) è stato possibile individuare quattro zone distinte e ben localizzabili che attraversano trasversalmente l'area di studio. L'area più occidentale presenta una bassa altitudine media, un'alta densità di corsi d'acqua e di prato permanente, l'area centro-occidentale, che attraversa le Combrailles da una parte all'altra, presenta invece una bassa differenza di altitudine e un'alta altitudine media, una minore densità di corsi d'acqua e una maggiore presenza di prato permanente. Invece l'area centro-orientale si caratterizza per l'alta differenza di altitudine e la minore presenza di prato permanente mentre l'area più orientale si caratterizza per un'alta altitudine media.

Tali elementi ci fanno quindi ipotizzare che esistano delle classi ben definite di combinazioni di descrittori di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali considerate.

Tabella 34: descrittori delle condizioni di soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali nelle Combrailles. Il contributo al soddisfacimento di una funzione indicata si riferisce ad un alto valore del descrittore. ↑ indica un contributo favorevole, ↓ indica un contributo sfavorevole, → indica un contributo intermedio.

Tableau 34 : descripteurs des conditions de réalisation des fonctions agro-environnementales dans les Combrailles. La contribution de chaque descripteur à une fonction doit s'entendre pour une valeur élevée du descripteur. ↑ indique une contribution favorable, ↓ indique une contribution défavorable, → indique une contribution intermédiaire.

Descrittore	Acronimo	Definizione	Contributo al soddisfacimento delle funzioni	Riferimenti / assunzioni
Altitudine media	AVEALTI	Valore medio dell'altitudine all'interno di un pixel	→ Qualità dell'acqua	L'altitudine in sé stessa non dà indicazioni sulla qualità dell'acqua. USDA-NRCS (1993)
			↓ Diversità del paesaggio	Un'alta altitudine media riduce le potenzialità produttive e quindi lo spettro di colture coltivabili riducendo quindi anche il mosaico del paesaggio potenziale.
			→ Chiusura del paesaggio	Un'alta altitudine media non apporta informazioni riguardo all'apertura del paesaggio in quanto reduce lo spettro delle colture e spesso determina una maggior presenza di boschi ma non sembra avere un'incidenza particolare né sui flussi di geni, né sull'estensificazione del pascolo
Differenza di altitudine	RALTI	Differenza tra l'altitudine massima e minima all'interno di un pixel (m)	↓ Qualità dell'acqua	Un aumento della differenza di altitudine in uno spazio abbastanza ridotto (250 ha) induce una maggior pendenza, quindi aumenta la possibilità di runoff. USDA-NRCS (1993).
			↓ Diversità del paesaggio	All'aumentare della differenza di altitudine, risulta diminuita la possibilità di meccanizzazione (pendenze più importanti) e la varietà delle colture, riducendo quindi anche il mosaico del paesaggio potenziale.
			↓ Chiusura del paesaggio	Come nel caso precedente si può avere una maggiore superficie coperta da boschi e quindi una fonte di flusso di geni di specie forestali, oltretutto una minore possibilità di lavorazione dei suoli.
Densità della rete scolante	DENHYDRO	Rapporto tra la lunghezza media dei corsi d'acqua e la superficie di ciascun pixel (m/ha)	↓ Qualità dell'acqua	Wendland et al. (1998)
			↑ Diversità del paesaggio	Un'alta densità di fossi e corsi d'acqua non influenza le potenzialità tecniche e costituisce un elemento fondante del mosaico del paesaggio
			→ Chiusura del paesaggio	La densità della rete scolante non apporta informazioni significative per valutare il contributo più o meno favorevole alla funzione di aperture del paesaggio.
Prato permanente	GRASSLC	Rapporto tra la superficie a seminativi e l'area del pixel	↑ Qualità dell'acqua	I prati permanenti nelle Combrailles sono per la maggioranza esclusivamente pascolati, quindi si può ipotizzare la ritenzione idrica data dalla cotica erbosa sia sfavorevole ai processi di ruoff dei nutrienti nelle acque superficiali.
			↓ Diversità del paesaggio	Dato che il prato è una coltura permanente e non in rotazione, un aumento della composizione in prato ha un effetto di omogeneità sul paesaggio, quindi è sfavorevole alla diversità del mosaico del paesaggio.
			↓ Chiusura del paesaggio	Dato che la maggior parte del prato permanente è pascolato, in assenza di meccanizzazione, l'aumento del prato permanente contribuisce potenzialmente in modo sfavorevole alla chiusura del paesaggio.

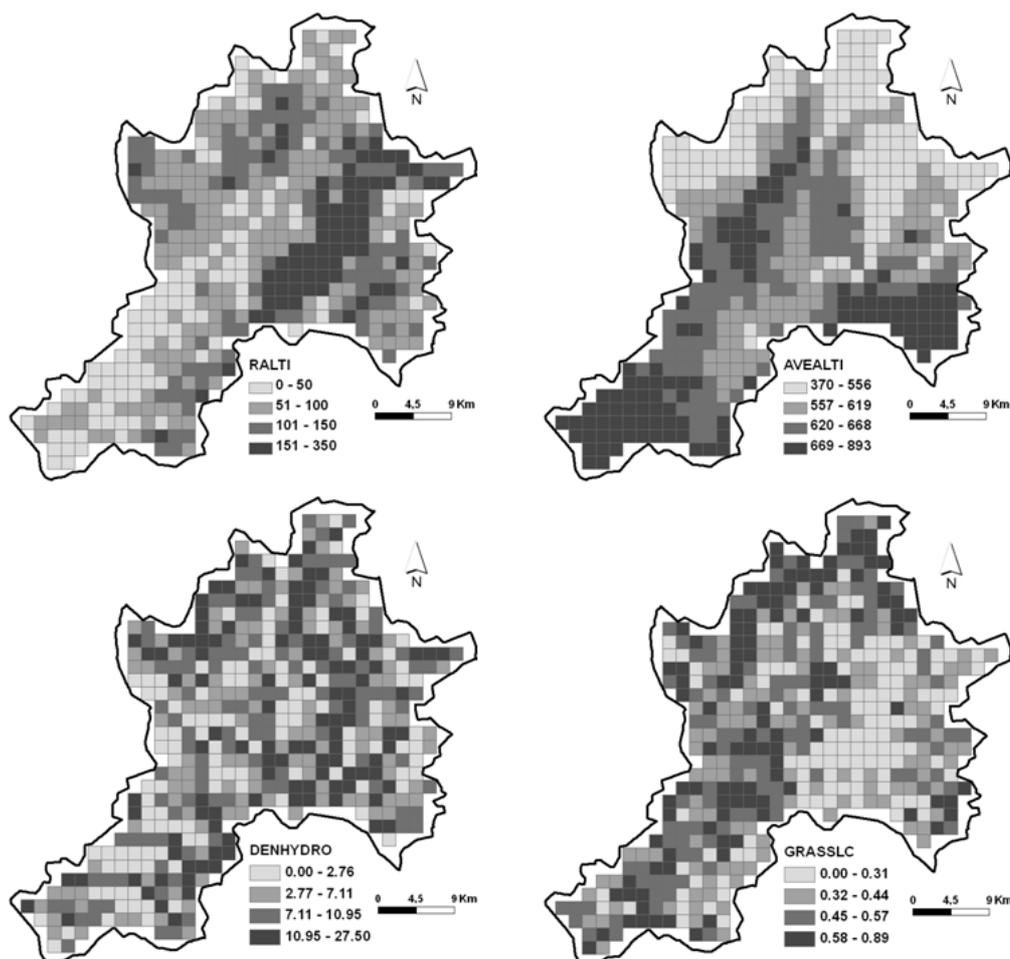


Figura 37: distribuzione dei descrittori di soddisfacimento potenziale delle tre funzioni agro-ambientali delle Combrailles (protezione della qualità delle acque superficiali dai nitrati, conservazione della diversità del paesaggio, protezione dalla rinaturalizzazione delle aree agricole)²¹.

Figure 37 : spatialisation des descripteurs de conditions de réalisation des fonctions agro-environnementales dans les Combrailles (préservation de la qualité des eaux de surface par les nitrates, conservation de la diversité du paysage, préservation de l'ouverture du paysage).

6.2.2.2 Identificazione delle combinazioni di descrittori contribuenti al soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali

La cluster analysis ci ha permesso effettivamente di ritrovare quattro diverse classi di combinazioni di condizioni che contribuiscono al soddisfacimento potenziale delle tre funzioni agro-ambientali (Tabella 35) e con una localizzazione ben definita.

La prima è l'area detta plateau di montagna che presenta delle condizioni particolarmente favorevoli per le attività agricole (bassa differenza di altitudine e alta percentuale di prato permanente). Interessa il 39% della superficie ed è localizzata principalmente nell'area sudoccidentale. La seconda combinazione è l'area delle colline

²¹ RALTI indica la differenza di altitudine, AVEALTI l'altitudine media, DENHYDRO la densità di corsi d'acqua, GRASSLC la parte di prato permanente sulla superficie.

boscate che presenta condizioni particolarmente sfavorevoli alle attività agricole (alta differenza di altitudine e bassa superficie a prato permanente) risultando principalmente boscata. Interessa il 32% della superficie ed è concentrata in due fasce parallele (area nord-orientale e sud-occidentale). La terza combinazione è quella del plateau orientato al pascolo, caratterizzata da condizioni favorevoli all'attività agricola e da un'alta densità di corsi d'acqua (rispetto alle condizioni locali). Si trova localizzato nell'area occidentale delle Combrailles e interessa il 10% della superficie analizzata. Infine, la quarta combinazione è quella dell'area delle vallate boscate, poco vocata per le attività agricole e localizzata nell'area orientale dove interessa il 19% della superficie.

Tabella 35: combinazioni di descrittori di soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali ottenuta tramite la cluster analysis e posizione dei valori medi di ciascun descrittore all'interno della distribuzione dei valori del descrittore nell'area di studio delle Combrailles²².

Tableau 35 : combinaisons de descripteurs de réalisation des fonctions et position des valeurs moyennes de chaque descripteur par rapport à la distribution de l'ensemble des descripteurs dans le cas des Combrailles.

Descrittori	Plateau di montagna (462 km ²)		Colline boscate (382 km ²)		Plateau orientato al pascolo (120 km ²)		Vallate boscate (210 km ²)	
	Valore medio	Posizione rispetto ai quartili	Valore medio	Posizione rispetto ai quartili	Valore medio	Posizione rispetto ai quartili	Valore medio	Posizione rispetto ai quartili
RALTI	80.3 (30.4)	v < 25%	127.8 (40.8)	50% < v < 75%	89.6 (24.9)	v < 25%	202.4 (48.7)	v > 75%
AVEALTI	654.1 (50.7)	50% < v < 75%	635.6 (72.4)	50% < v < 75%	514.6 (28.7)	v < 25%	532.2 (66.1)	v < 25%
DENHYDRO	4.4 (4.0)	25% < v < 50%	8.3 (5.7)	50% < v < 75%	10.0 (4.2)	50% < v < 75%	10.5 (4.5)	50% < v < 75%
GRASSLC	0.5 (0.1)	50% < v < 75%	0.3 (0.1)	v < 25%	0.6 (0.1)	v > 75%	0.30 (0.2)	v < 25%

Ciascuna di queste combinazioni è quindi portatrice di un diverso grado di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali, che sarà determinato nel prossimo paragrafo.

6.2.2.3 Identificazione e localizzazione del soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali

Abbiamo analizzato il contributo delle quattro combinazioni di descrittori al soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali (protezione della qualità delle acque superficiali dai nitrati, conservazione della diversità del paesaggio, protezione della chiusura del paesaggio) nelle Combrailles (1736 km²). In questo caso abbiamo verificato che esiste una corrispondenza tra combinazioni di descrittori e diverse tipologie di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali.

²² RALTI indica la differenza di altitudine, AVEALTI l'altitudine media, DENHYDRO la densità di corsi d'acqua, GRASSLC la parte di prato permanente sulla superficie.

Tabella 36: illustrazione del calcolo dei punteggi di ciascuna combinazione di descrittori contribuenti al soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali²³.

Tableau 36 : calculs de la réalisation des fonctions à partir des combinaisons de descripteurs identifiées.

Descrittori*	Contributo dei descrittori			Plateau di montagna			Colline boscate			Plateau orientato al pascolo			Vallate boscate		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3
RALTI	↓	↑	↓	4	1	4	3	2	3	4	1	4	1	4	1
AVEALTI	→	↓	→	2,5	2	2,5	2,5	2	2,5	2,5	4	2,5	2,5	4	2,5
DENHYDRO	↓	↑	→	3	2	2,5	2	3	2,5	2	3	2,5	2	3	2,5
GRASSLC	↑	↓	↓	3	2	2	1	4	4	4	1	1	1	4	4
Contributo totale	Max (14,5) / Min (5,5)	Max (14,5) / Min (5,5)	Max (14,5) / Min (5,5)	12,5	7	11	8,5	11	12	12,5	9	10	6,5	15	10
Soddisfacimento delle funzioni				↑	↓	→	→	→	↑	↑	→	→	↓	↑	→

Infatti, ad ogni combinazione di descrittori ovvero ad ogni area identificata corrisponde un diverso grado di soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali (Tabella 36). L'area di plateau d'altitudine è risultata favorevole per il soddisfacimento della funzione di protezione della qualità dell'acqua, mentre contribuisce in modo intermedio al soddisfacimento della funzione di conservazione della diversità del paesaggio e di protezione dalla rinaturalizzazione. L'area delle vallate boscate presenta un contributo intermedio alle funzioni di protezione della qualità delle acque superficiali e di conservazione della diversità del paesaggio, mentre è favorevole per la funzione di protezione dalla rinaturalizzazione. Invece l'area del plateau orientato al pascolo risulta favorevole per la protezione della qualità delle acque e per la protezione dalla rinaturalizzazione, mentre risulta sfavorevole per la conservazione della diversità del paesaggio. Infine l'area delle vallate boscate è risultata sfavorevole per la funzione di protezione della qualità delle acque, intermedia per la conservazione della diversità del paesaggio e favorevole per la protezione dalla rinaturalizzazione.

Un'analisi della distribuzione spaziale di questi quattro diversi gradi di soddisfacimento delle funzioni ci fa concludere che se la funzione di protezione dalla rinaturalizzazione e di protezione della qualità delle acque superficiali sono quasi sempre soddisfatte (68% e 88% della superficie) in particolare nell'area occidentale. Invece la funzione di conservazione della diversità del paesaggio risulta principalmente intermedia o favorevole nell'area settentrionale delle Combrailles e sfavorevole nell'area meridionale.

²³ F1 indica la funzione di protezione della qualità delle acque, F2 quella di conservazione della diversità del paesaggio, F3 quella di protezione dalla chiusura del paesaggio. RALTI indica la differenza di altitudine, AVEALTI l'altitudine media, DENHYDRO la densità di corsi d'acqua, GRASSLC la parte di prato permanente sulla superficie.

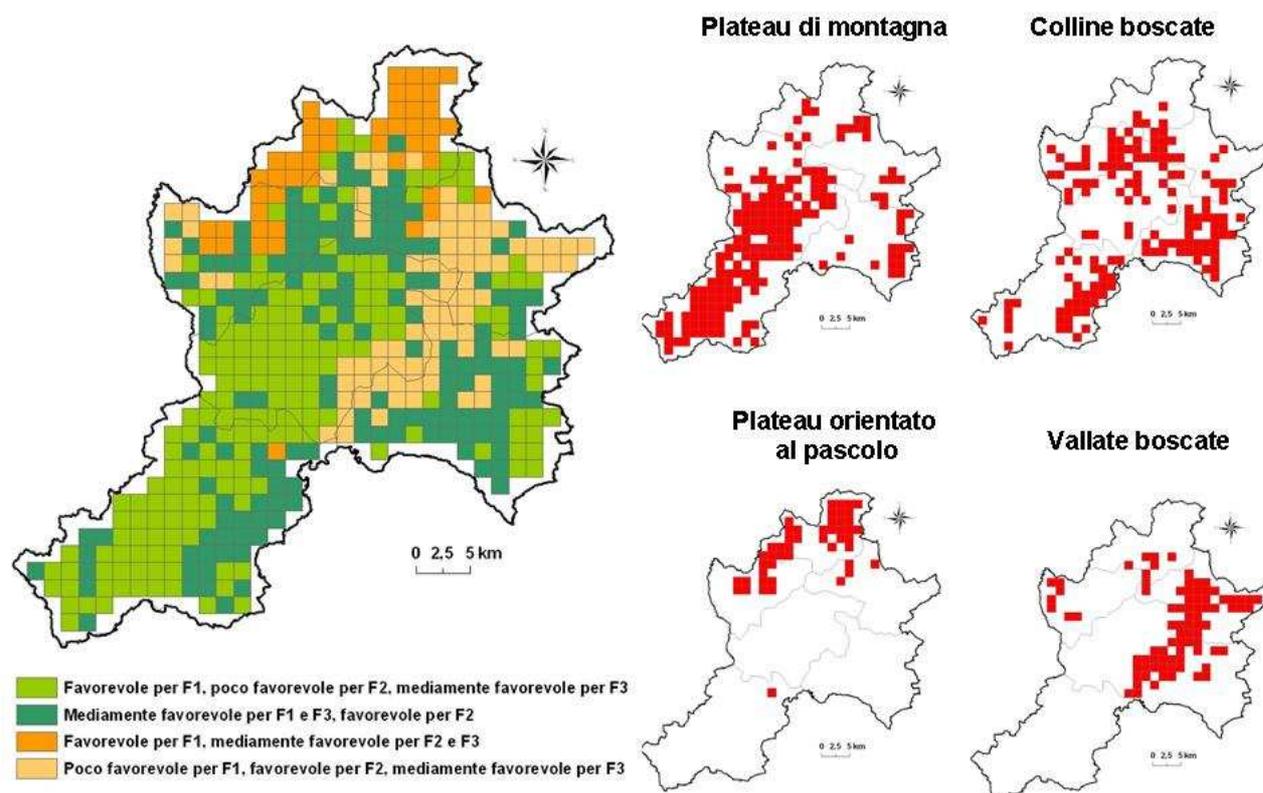


Figura 38: tipologie di soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali nelle Combrailles²⁴.

Figure 38 : types de réalisation des fonctions agro-environnementales dans les Combrailles.

In termini di distribuzione spaziale delle aree di soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali, si può osservare in Figura 38 come esse risultino ben localizzate ed organizzate principalmente in grandi aree continue. Tale organizzazione risulta più marcata nell'area meridionale mentre aree coese più piccole si ritrovano nell'area settentrionale. I singoli pixel sono maggiormente presenti nell'area delle colline boscate (che risulta favorevole soltanto alla protezione dalla chiusura del paesaggio) che come nel caso italiano sembra corrispondere a un'area di transizione e risulta molto frammentata.

²⁴ F1 indica la protezione della qualità delle acque superficiali dai nitrati, F2 indica la conservazione della diversità del paesaggio, F3 indica la protezione dalla chiusura del paesaggio.

Dans ce paragraphe, nous avons synthétisé les principaux résultats de la caractérisation de la réalisation des fonctions dans des secteurs intermédiaires (type agro-écozone), concernant la petite région des Combrailles en France (1736 km²). Dans cette petite région, les fonctions agro-environnementales considérées étaient la préservation de la qualité des eaux de surface quant aux nitrates, la conservation de la diversité des paysages et la préservation de l'ouverture des paysages. Par rapport à ces fonctions, nous avons sélectionné quatre descripteurs des conditions contribuant à leur réalisation ; ces descripteurs d'entités spatiales sont de deux natures : soit ils concernent les conditions géophysiques (altitude moyenne, différence entre altitudes extrêmes, densité de cours d'eau), soit ils concernent les conditions d'occupation du sol (part de surface en prairie permanente). Les différentes combinaisons et spatialisations de ces descripteurs permettent de distinguer quatre zones. La première est un secteur de plateau d'altitude, largement occupée par l'agriculture, localisée dans le sud-ouest des Combrailles, et recouvrant 39% de la petite région. La deuxième zone est un secteur de collines boisées, peu favorable à l'agriculture, formant deux larges bandes parallèles à l'est et à l'ouest des Combrailles, et recouvrant 32% de la petite région. La troisième zone est en plateau herbager, plus favorables aux activités agricoles d'élevage, avec une forte densité de cours d'eau ; elle est dans la partie nord-occidentale des Combrailles, et correspond à 10% de la surface de la petite région. La dernière zone, en vallées boisées, est plutôt défavorable aux activités agricoles, dans la partie occidentale des Combrailles, et correspond à 20% de la surface des Combrailles. Pour chacune de ces zones, nous avons mis en évidence une modalité spécifique de réalisation des fonctions. Dans le cas du plateau d'altitude et des vallées boisées, la réalisation est intermédiaire pour la fonction de préservation de l'ouverture des paysages, et la contribution aux deux autres fonctions est opposée. Pour les collines boisées et le plateau herbager, la réalisation est favorable pour les fonctions de préservation des eaux de surface et de l'ouverture des paysages, alors qu'elle est intermédiaire pour les deux autres fonctions. Chacune des zones représente des plages relativement homogènes et continues, ce qui signifie que la réalisation des fonctions en Combrailles est relativement homogène par secteur géographique.

Sintesi

Dall'analisi dei risultati sono emersi tre elementi di conclusione. In primo luogo, i descrittori di condizioni di soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali sono in parte diversi a seconda delle aree di studio, anche a fronte di funzioni agro-ambientali simili. In secondo luogo, la distribuzione spaziale di tale soddisfacimento risulta diversamente organizzata e variabile nelle due aree di studio (maggiore continuità e diversità nell'area di studio francese, maggiore frammentazione e omogeneità nell'area di studio italiana). Tuttavia, la sua organizzazione è costituita in entrambi i casi in aree continue, corridoi e singoli pixel, ciascuno dei quali può apportare informazioni distinte ed essere oggetto di ulteriori indagini. Ad esempio per quanto riguarda le aree continue, si potrebbe verificare che effettivamente al loro interno vi sia un soddisfacimento effettivo simile delle funzioni agro-ambientali, oppure per quanto riguarda i corridoi, verificare che si tratti di aree di transizione tra un'area continua ed un'altra o che si tratti di un'area in cui localmente le condizioni di soddisfacimento cambiano. Infine, riguardo al soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali emergono due elementi di conclusione, uno riguardanti le relazioni tra diverse funzioni e l'altro il soddisfacimento delle singole funzioni. Rispetto alle relazioni tra diverse funzioni (multifunzionalità), abbiamo mostrato come al livello delle *agro-ecozones*, le diverse funzioni considerate tendano a compensarsi, infatti spesso ne troviamo una favorevole ed una poco favorevole ma mai (escluso per il contributo mediamente favorevole) troviamo sinergie o conflitti. Guardando invece alle singole funzioni, abbiamo mostrato come la funzione di conservazione della diversità del paesaggio presenta in entrambi i casi di studio un soddisfacimento potenziale prevalente mediamente soddisfatto (escluso nel caso di studio francese, si presenta favorevole in una piccola area ben definita).

Nel prossimo capitolo mostreremo all'interno di aree continue ed omogenee per il soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali o a cavallo di tali aree, come le funzioni agro-ambientali siano più o meno soddisfatte in relazione da un lato con l'appartenenza ad una stessa area continua, e dall'altro in relazione a configurazioni spaziali dell'uso del suolo specifiche per tali aree di studio. L'obiettivo sarà quindi duplice: determinare delle corrispondenze tra il livello delle *agro-ecozones* e quello interaziendale e valutare l'interesse delle configurazioni spaziali dell'uso del suolo come potenziali indicatori di soddisfacimento effettivo delle funzioni agro-ambientali.

L'analyse des conditions de réalisation des fonctions agro-environnementales au niveau d'agro-écozones, telles que la Collina interna grossetana en Italie, et les Combrailles en France, présente plusieurs intérêts. Elle a permis de montrer la nécessité de descripteurs appropriés à chaque zone pour une même fonction (cas des fonctions de préservation de la qualité des eaux de surface et conservation de la diversité des paysages dont les conditions ne sont pas toutes aussi variables dans l'une et l'autre zone). Dans les Combrailles, les descripteurs les plus discriminants de la variabilité interne des conditions de réalisation des fonctions sont ceux relatifs aux conditions géophysiques (75% de variance expliquée), alors que dans la Collina interna grossetana ils sont moins discriminants (50% de variance expliquée). L'analyse a aussi montré qu'il y a souvent des effets antagonistes entre conditions, et qu'il y a quasiment jamais 6 descripteurs correspondant à des conditions toutes favorables pour les 3 fonctions (quand un descripteur prend une valeur traduisant une condition favorable, il y a souvent un autre descripteur traduisant une condition défavorable). Ceci complexifie la qualification d'ensembles de conditions de réalisations des fonctions. On remarque aussi que certaines fonctions, telles que la fonction de conservation de la diversité des paysages, présentent des conditions qui aboutissent à une réalisation potentielle le plus souvent intermédiaire, rarement favorable ou défavorable. S'agit-il d'un effet induit par nos choix méthodologiques ou s'agit-il d'une réalité induite par le caractère polysémique de cette notion et de la fonction associée ? La question reste ouverte.

La spatialisation des types de réalisation potentielle apparaît très différente entre les deux zones étudiées. Dans les Combrailles, les entités spatiales de même type sont grandes mais de type contrastés, alors que dans la Collina interna grossetana, la fragmentation des types est forte mais leurs contrastes moins marqués. Cependant, on trouve des formes d'entités communes aux types des deux zones (formes en plage, corridor ou îlot) ; la fréquence de ces formes est plus ou moins forte selon la zone (plus de grandes plages dans les Combrailles et plus de petites plages, corridors et îlots dans la Collina interna grossetana) ; ceci traduit des différences de variabilité spatiale quant à la réalisation des fonctions entre les deux zones.

Capitolo 7 – Identificazione di aree omogenee per il soddisfacimento effettivo delle funzioni agro-ambientali e delle configurazioni spaziali significative di tale soddisfacimento

Introduzione

Questo capitolo è strutturato in due parti. Da un lato, presenterà la metodologia e i risultati della valutazione delle funzioni agro-ambientali al livello micro (scala inter-aziendale) e dall'altro riguarderà il confronto di campo dell'ipotesi della ricerca, ovvero che a una configurazione spaziale dell'uso del suolo può corrispondere un tipo di potenziale di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali (Figura 39). Intendiamo in tale parte dimostrare quindi che esistono delle configurazioni spaziali dell'uso del suolo che possano essere indicatrici del grado di soddisfazione effettiva delle funzioni agro-ambientali (sensu Merot et al., op. cit.).

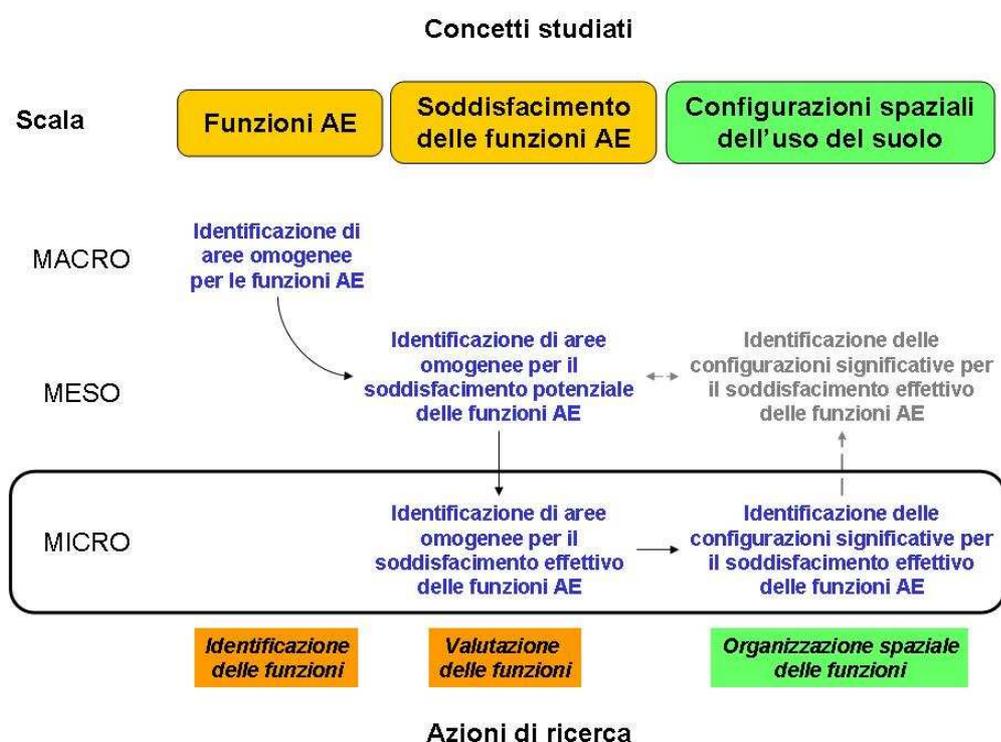


Figura 39: posizionamento dell'analisi nell'ambito della struttura generale della ricerca.

Figure 39 : positionnement de l'analyse présentée dans le schéma global de la méthode de recherche.

Tale duplice obiettivo richiede in una prima fase di identificare e localizzare il grado di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali analizzate, caratterizzate a partire dalle

condizioni geo-fisiche e agronomico - gestionali. Le funzioni agro-ambientali analizzate sono le stesse considerate per il capitolo precedente: nel caso italiano, la protezione delle acque superficiali da nitrati, la conservazione del suolo e la conservazione della diversità dei paesaggi tradizionali; nel caso francese la protezione delle acque superficiali dai nitrati, la conservazione della diversità dei paesaggi e la protezione dalla rinaturalizzazione delle aree agricole. In una seconda fase, richiede invece di identificare e localizzare le configurazioni spaziali dell'uso del suolo significative rispetto alle funzioni analizzate all'interno di ciascun caso di studio. Ciò ha implicato un test delle corrispondenze esistenti tra le tipologie di soddisfacimento effettivo delle funzioni agro-ambientali e le configurazioni spaziali dell'uso del suolo.

I casi di studio analizzati sono stati selezionati a partire dei risultati dell'analisi del soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali all'interno delle agro-ecozones delle Combrailles e della Collina interna grossetana. Data la maggior presenza di grandi aree continue e la maggiore omogeneità dei descrittori di funzioni agro-ambientali nel caso di studio francese abbiamo deciso di localizzarci all'interno di un'area continua, mentre nel caso di studio italiano, a causa della maggiore variabilità spaziale dei descrittori e delle minori dimensioni delle aree continue, abbiamo deciso di localizzare l'area di studio all'interfaccia tra due aree continue. Inoltre Ci siamo inoltre concentrati sulle aree più agricole che nel caso francese sono state il plateau di montagna e il plateau orientato al pascolo, mentre nel caso di studio italiano sono state l'area interna a seminativo e la collina interna grossetana. Quindi, per quanto riguarda il caso di studio francese abbiamo selezionato l'area meridionale del plateau di montagna che risulta vasta e continua, mentre per quanto riguarda il caso di studio italiano, anche in funzione dei dati e contatti disponibili, il caso di studio è stato selezionato nell'area settentrionale della Collina interna grossetana all'interfaccia tra le sopramenzionate aree (Figura 40). I casi di studio risultanti sono localizzati rispettivamente circa 3000 ha nel Comune di Condat en Combrailles (12 pixel di 250 ha), Département du Puy-de-Dome, e circa 1500 ha nel Comune di Cinigiano, Provincia di Grosseto (6 pixel di 250 ha). All'interno dei pixel selezionati, ci siamo interessati sia ad uno spazio continuo (l'insieme degli usi del suolo nei sei pixel selezionati) dove sono state identificate le configurazioni spaziali dell'uso del suolo, sia ad uno spazio discontinuo (la superficie delle aziende intervistate) dove è stato valutato il soddisfacimento effettivo delle funzioni. Quindi le relazioni tra tipologie di soddisfacimento delle funzioni agro-

ambientali e configurazioni spaziali dell'uso del suolo saranno testate esclusivamente sul territorio non continuo delle aziende agricole intervistate.

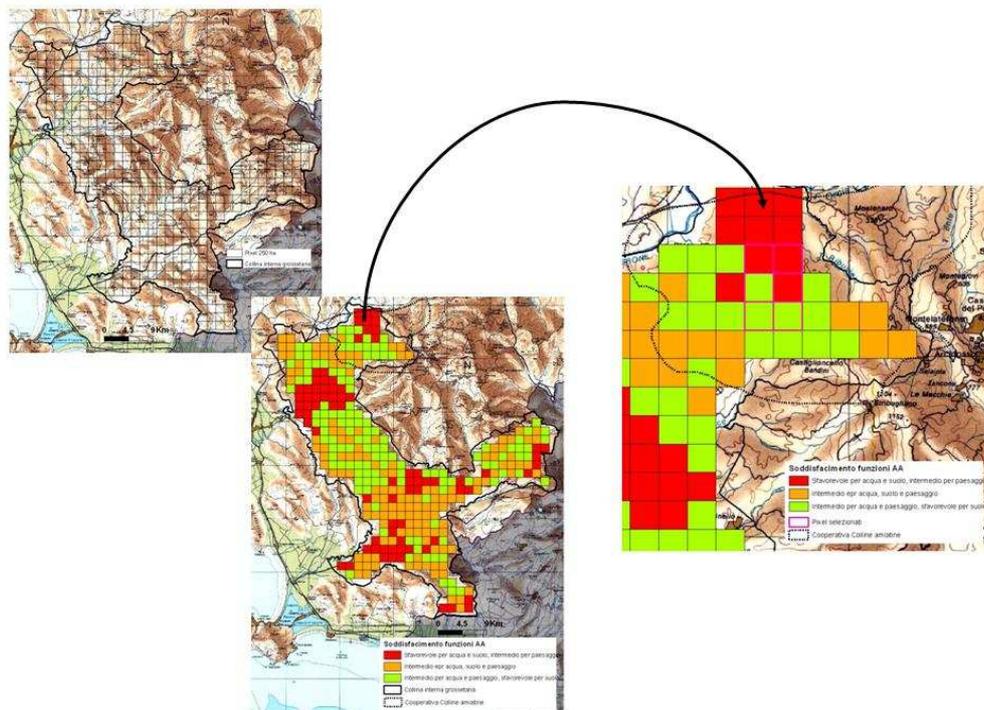


Figura 40: area di studio selezionata nel territorio di Cinigiano²⁵.

Figure 40 : secteur sélectionné pour le cas de Cinigiano dans la Collina interna grossetana.

L'analyse des agro-écosystèmes a montré que les conditions agronomiques et géophysiques contribuaient de manière variable et souvent contradictoire à la réalisation des fonctions au sein de ces zones. Face à cette complexité, l'analyse approfondie de ces conditions et de la réalisation effective des fonctions a été développée au niveau du tissu d'exploitations de quelques centaines d'hectares ; elle permet de mieux cerner la signification et l'effet des diverses conditions identifiées au niveau de l'agro-écosystème. Cette analyse permet aussi de confronter la caractérisation faite précédemment sur la base de descripteurs relativement généraux (proches de ceux utilisés dans le land-planning, par exemple) et celle faite sur la base d'observations et d'enquêtes agronomiques de terrain. L'analyse du tissu d'exploitations comprend plusieurs phases. Nous caractérisons d'abord la réalisation effective des fonctions en ciblant une portion d'espace agricole d'une commune de la Collina interna grossetana et des Combrailles (communes de Cinigiano et de Condat-en-Combrailles). Nous en identifions et localisons ensuite les configurations spatiales de l'occupation du sol. Nous confrontons ensuite les résultats des deux caractérisations de l'espace agricole, et nous dégagons les liens les plus significatifs entre les caractéristiques issues de chacune des deux démarches. Une nouvelle caractérisation de la réalisation des fonctions apparaît possible, et plus opérationnelle, par l'intermédiaire de quelques caractéristiques des configurations spatiales..

7.1. Adattamento del metodo ai casi di studio

L'adattamento del metodo ai casi di studio è condizionato dalla scala di analisi prescelta e dall'adattamento a questa per le tappe necessarie per raggiungere l'obiettivo di ciascuna fase dell'analisi. In tale paragrafo presenteremo l'adattamento del metodo relativamente ai due casi di studio.

7.1.1 Valutazione del soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali

7.1.1.1 La definizione di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali

Così come già introdotto nell'introduzione e nel caso di studio intermedio, per soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali intendiamo la relazione tra le aspettative agro-ambientali e un'entità spaziale luogo di attività agricole, ovvero di interazioni tra pratiche agricole e l'ambiente. Le aspettative agro-ambientali sono state caratterizzate a livello di gestione delle politiche e sono considerate omogenee per l'intero territorio di studio. In tal senso derivano direttamente da risultati dei precedenti casi di studio. Si tratta naturalmente di una semplificazione, in quanto molti studi evidenziano non solo una differente percezione delle attese a seconda di gruppi di attori differenziati, ma anche localmente (Mc Henry, 1996). Le condizioni di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali sono indicatrici delle relazioni tra pratiche agricole e ambiente e sono state invece identificate a partire da materiale bibliografico e conoscenza esperta agronomica e dal *framework* di caratterizzazione dell'agronomia territoriale. Infine, a livello della gestione del territorio da parte degli agricoltori, l'unità spaziale presa in esame sarà l'azienda agricola e le sue sub-unità, ovvero gli appezzamenti.

7.1.1.2 La valutazione del soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali

7.1.1.2.1 Identificazione delle condizioni e dei descrittori di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali nei casi di studio

A partire dalla descrizione dei principali processi agro-ambientali, delle pratiche agricole e delle configurazioni spaziali dell'uso del suolo è possibile selezionare quelle che nelle due aree di studio sono le principali condizioni di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali considerate.

²⁵ Identificazione effettuata a partire dall'analisi agro-ambientali presentata nel Capitolo 2 dei risultati e aree di studio intermedie per l'analisi agro-ambientale.

Per quanto riguarda la protezione delle qualità delle acque superficiali da nitrati (Figura 41), che interessa sia il caso di studio italiano che quello francese, i principali processi agro-ambientali connessi sono la mineralizzazione dell'azoto e il runoff delle acque superficiali (Bonari, 1993; USDA-NRCS, 1993; Wendland et al. 1998). Per questo, quale che sia il caso di studio, devono essere considerate la morfologia del territorio, la tipologia di clima e le condizioni pedologiche ed idrologiche.

D'altro canto, invece, per quanto riguarda le pratiche agricole, queste saranno connesse alle specificità dei due casi di studio. Nel caso di studio italiano dipenderanno in particolare dalla tipologia di rotazioni esistenti e dalla presenza/assenza della zootecnia, mentre nel caso di studio francese saranno fortemente dipendenti dalla tipologia di sistema zootecnico presente. Infine, per quanto riguarda i fattori di prossimità e quindi la configurazione del territorio, in entrambi i casi dovranno essere considerate la prossimità a corsi d'acqua suscettibili di essere contaminati e la presenza di aree in grado di favorire o bloccare il flusso di runoff, come siepi, strade o vegetazione spontanea.

PROTEZIONE DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE SUPERFICIALI DAI NITRATI



Figura 41: principali condizioni di soddisfacimento della funzione “protezione della qualità delle acque superficiali dai nitrati” secondo il framework dell’agronomia territoriale²⁶.

Figure 41 : principales conditions de réalisation de la fonction “préservation de la qualité des eaux de surface par les nitrates” dans une approche d’agronomie des territoires.

Per quanto riguarda la conservazione del suolo (Figura 42), funzione che interessa soltanto il caso di studio italiano, i principali processi agro-ambientali coinvolti sono la mineralizzazione della sostanza organica e l'erosione del suolo (Wischmeyer and Smith, 1978; Bonari, 1993; Bazzoffi, 2009). Anche in questo caso, quindi, che si riferisce soltanto al caso di studio italiano, devono essere considerate la morfologia del territorio,

²⁶ In rosso, gli elementi contestuali (appezzamento, scala spaziale; rotazione colturale per descrivere le attività agricole a scala territoriali e agricoltore perché si considerano le funzioni esercitate da ciascuna azienda agricola), in blu gli elementi costitutivi dello schema generale utilizzati in questa parte e in nero

la tipologia di clima e le condizioni pedologiche ed idrologiche. Invece, le pratiche agricole in grado di influenzarli dipenderanno in particolare dalla tipologia di rotazioni esistenti e dalla presenza/assenza della zootecnia. Inoltre, è stata considerata la prossimità ad aree in grado di favorire o bloccare il flusso di runoff come corsi d'acqua, siepi, strade o vegetazione spontanea.



Figura 42: principali condizioni di soddisfacimento della funzioni “conservazione del suolo” secondo il framework dell’agronomia territoriale.

Figure 42 : principales conditions de réalisation de la fonction “conservation du sol” dans une approche d’agronomie des territoires.

Per quanto riguarda la protezione dalla rinaturalizzazione (Figura 43), i processi agro-ambientali da considerare sono l’estensificazione dei sistemi produttivi e i flussi di geni di specie invasive (Frieberg et al., 2000; Le Floch et al., 2005). Così come definito a livello macro, le condizioni bio-fisiche sono la morfologia e l’altitudine, la pedologia e l’umidità del suolo. Invece, le pratiche agricole sono la tipologia di rotazione colturale (indicatore di una lavorazione del terreno), la frequenza degli sfalci e la gestione dei residui del pascolo. Molto importante è anche la struttura del territorio, in quanto il maggiore o minore impatto della rinaturalizzazione si ha anche in funzione della sua visibilità, determinata dalla prossimità di strutture che la favoriscano come la vegetazione naturale, oltretutto a rappresentare una fonte di diffusione di specie in grado di velocizzarne le dinamiche.

le condizioni di soddisfacimento potenziale delle funzioni adattate ai casi di studio. Tale chiave di lettura sarà adattata anche alle figure successive.

PROTEZIONE DALLA CHIUSURA DEL PAESAGGIO



Figura 43: principali condizioni di soddisfacimento della funzioni “rinaturalizzazione delle aree agricole” secondo il framework dell’agronomia territoriale.

Figure 43 : principales conditions de réalisation de la fonction “préservation de la fermeture du paysage” dans une approche d’agronomie des territoires.

La conservazione della diversità del paesaggio (Figura 44) interessa sia il caso di studio francese che quello italiano. I principali processi agro-ambientali da considerare sono l’estensificazione, l’intensificazione e l’abbandono dei sistemi produttivi. Quindi le condizioni bio-fisiche risultano le stesse del caso precedente e della scala meso. Invece le pratiche e i sistemi agricoli sono quelli che indicano il grado di estensificazione delle attività agricole, ovvero la rotazione colturale (diversità di colture in azienda e durata di ciascuna), la frequenza degli sfalci e la gestione del pascolo e la diversità di usi del suolo in azienda (Weinstoerffer e Girardin, 2000). Come per la funzione precedente, bisogna inoltre considerare la visibilità del paesaggio e la prossimità di elementi strutturali quali siepi, boschetti o vegetazione naturale.

CONSERVAZIONE DELLA DIVERSITÀ DEL PAESAGGIO



Figura 44: principali condizioni di soddisfacimento della funzioni “preservazione della diversità del paesaggio” secondo il framework dell’agronomia territoriale.

Figure 44: principales conditions de réalisation de la fonction “conservation de la diversité du paysage” dans une approche d’agronomie des territoires.

A partire da tali condizioni abbiamo individuato anche in questo caso i descrittori sia bio-fisici/strutturali, che di gestione agronomica in grado di permettere la valutazione del soddisfacimento effettivo delle funzioni agro-ambientali nei due casi di studio (Figura 45

e Tabella 1 per quanto riguarda il caso di studio italiano). Tra tali condizioni, le uniche non considerate sono state quelle climatiche, in quanto non discriminanti di un'area così piccola per entrambi i casi di studio.

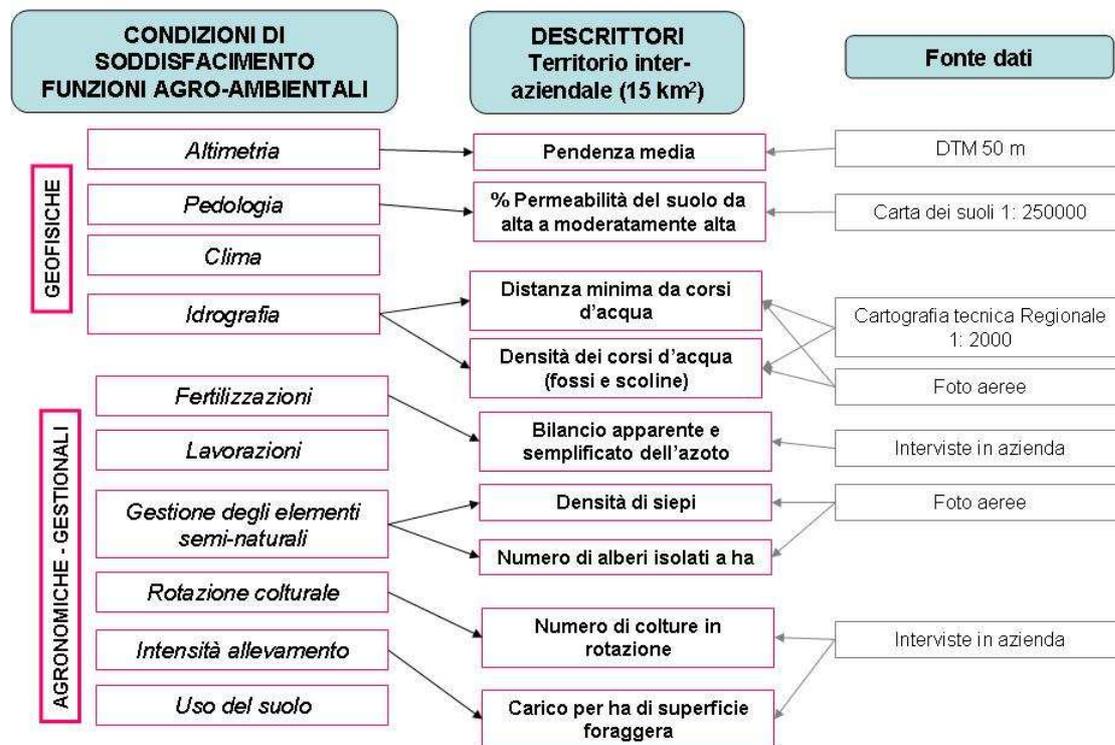


Figura 45 : esempio di condizioni di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali e loro descrittori per l'area di Cinigiano.

Figure 45 : exemples de conditions et de descripteurs de réalisation des fonctions agro-environnementales pour le secteur de Cinigiano.

Sono stati identificati rispettivamente per i due casi di studio 13 descrittori. Nel caso di studio italiano, 3 descrittori sono rappresentativi delle condizioni di gestione agronomica degli appezzamenti, mentre nel caso di studio francese tali descrittori sono 5. Questa diversità è spiegata con il fatto che nel caso di studio francese due funzioni agro-ambientali si riferiscono al paesaggio, e dato che i sistemi francesi sono legati al pascolo, tali pratiche devono essere considerate separatamente accanto alla gestione degli avvicendamenti.

Tabella 37: descrittori di soddisfacimento effettivo delle tre funzioni agro-ambientali considerate nel caso di studio grossetano.

Tableau 37 : descripteurs de réalisation des trois fonctions agro-environnementales considérées pour le cas d'étude italien.

	Indicatore	Unità di misura	Codice	Descrizione	Contributo al soddisfacimento delle funzioni	Riferimenti/assunzioni
Condizioni bio-fisiche	Pendenza media	%	AVESLO	Pendenza media dell'appezzamento a partire da DEM	↓ Qualità delle acque ↓ Qualità del suolo ↓ Diversità del paesaggio	Favorisce il runoff delle acque e limita la potenzialità di uso del suolo.
	Distanza minima da fossi/corsi d'acqua	m	DISTHYDRO	Distanza minima tra l'appezzamento e il più vicino corso d'acqua	↑ Qualità delle acque ↓ Qualità del suolo ↓ Diversità del paesaggio	Limita la possibilità di contaminazione, ma può favorire l'erosione delle acque. Non limita le potenzialità di uso del suolo.
	Distanza minima da fasce boscate/siepi	m	DISTHEDGE	Distanza minima tra l'appezzamento e la fascia boscata/siepe più vicina	↓ Qualità delle acque ↓ Qualità del suolo ↑ Diversità del paesaggio	Riduce la filtrazione/interruzione del runoff. Non limita la visibilità, né le potenzialità di uso del suolo.
	Classe di permeabilità media del suolo	n	AVEPERM	Valore medio corrispondente della classe di permeabilità del suolo sull'appezzamento	↑ Qualità delle acque ↑ Qualità del suolo → Diversità del paesaggio	Favorisce l'infiltrazione dell'acqua quindi sfavorisce il runoff.
	Densità fossi/scoline	m/ha	DENHYDRO	Densità di scoline/fossi sull'appezzamento	↓ Qualità delle acque ↑ Qualità del suolo ↑ Diversità del paesaggio	Favorisce lo sverso di runoff, ma limita l'erosione. Favorisce la diversità e visibilità degli usi del suolo.
	Densità fasce boscate	m/ha	DENHEDGE	Densità di fasce boscate o siepi intorno all'appezzamento	↑ Qualità delle acque ↑ Qualità del suolo ↓ Diversità del paesaggio	Aumenta la filtrazione/interruzione del runoff. Limita la visibilità, e le potenzialità di uso del suolo.
	Densità di strade	m/m	DENPATH	Densità di strada sul perimetro dell'appezzamento	→ Qualità delle acque ↑ Qualità del suolo ↑ Diversità del paesaggio	Interrompe il processo erosivo, anche se diminuisce l'infiltrazione. Aumentando l'accessibilità, aumenta la visibilità e le potenzialità produttive.
	Visibilità dell'appezzamento da punti panoramici	%	FIELDVIS	Superficie dell'appezzamento visibile da punti panoramici	→ Qualità delle acque → Qualità del suolo ↑ Diversità del paesaggio	Aumenta la fruibilità del paesaggio.
	Numero di usi del suolo contigui ≠	- (1-n)	LCNUM	Numero totale di diversi usi del suolo adiacenti all'appezzamento	↑ Qualità delle acque ↑ Qualità del suolo ↑ Diversità del paesaggio	Riduce la possibilità di runoff e aumenta la diversità di uso del suolo e quindi l'attrattività paesaggistica.
	Numero di alberi isolati	n/ha	ITNUM	Numero totale di alberi isolati diviso per la superficie dell'appezzamento	→ Qualità delle acque → Qualità del suolo ↑ Diversità del paesaggio	Aumenta l'attrattività paesaggistica.
Condizioni agronomiche	Bilancio apparente dell'azoto	kg/ha	NBALANCE	Differenza tra gli apporti e le asportazioni di azoto sull'appezzamento	↓ Qualità delle acque → Qualità del suolo → Diversità del paesaggio	Aumenta la possibilità che nel runoff ci siano delle concentrazioni elevate di azoto.
	Bilancio apparente della sostanza organica	kg/ha	CBALANCE	Differenza tra gli apporti e le asportazioni di carbonio organico sull'appezzamento	↑ Qualità delle acque ↑ Qualità del suolo → Diversità del paesaggio	Aumenta la ritenzione idrica, quindi riduce il runoff.
	Numero di colture in rotazione	- (0-1)	CROPNUM	Numero totale di colture diverse per appezzamento diviso per la durata della rotazione	↑ Qualità delle acque ↑ Qualità del suolo ↑ Diversità del paesaggio	Bastian et al. (2007)

7.1.1.2.2 *Le fonti di dati*

Dato che i descrittori si riferiscono sia a condizioni bio-fisiche/ strutturali che a condizioni di gestione agronomica, le fonti di dati sono state diversificate. Per quanto riguarda le condizioni bio-fisiche/strutturali, sono stati utilizzati sia database spaziali (Modello Digitale del Terreno, idrografia, rete stradale) che foto aeree per la determinazioni di siepi ed alberi isolati. Invece per le condizioni di gestione agronomica, in mancanza di dati aziendali acquisibili, sono state effettuate delle interviste nelle aziende agricole. In funzione dell'obiettivo delle interviste, è stato predisposto un questionario semi-strutturato (Allegati 2 e 3), composto di tre parti principali: (a) acquisizione di informazioni generali sull'azienda agricola, (b) acquisizione di informazioni sui sistemi colturali e sull'uso del suolo (discussione interattiva a partire dalle foto aeree) e (c) informazioni complementari sui determinanti di tali usi del suolo. Le aziende agricole da intervistare sono state identificate tramite attori locali (Sindaco del Comune di Condat en Combrailles nel caso di studio francese e Direttore della cooperativa agricola delle Colline amiatine nel caso del caso di studio italiano) a cui è stato chiesto di indicare aziende agricole che (1) fossero situate in un'area con la stessa propensione al soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali identificata e discussa sul suo territorio di competenza; (2) fossero significative delle tipologie aziendali presenti nell'area; (3) fossero spazialmente vicine. Sono state effettuate 11 interviste in aziende agricole a Cinigiano durante il 2008, che hanno permesso di acquisire informazioni sugli itinerari tecnici e localizzare l'uso del suolo di 187 appezzamenti per un totale di 479 ha nel territorio di Cinigiano (Figura 46). Tutte le aziende sono state codificate in ordine cronologico con un codice crescente da C1 a C11. Le tipologie aziendali intervistate sono state aziende miste con allevamento, aziende miste senza allevamento, aziende cerealicole estensive e alcune delle loro caratteristiche strutturali e gestionali sono riportate nella Tabella 39.

Per quanto riguarda i dati ottenuti da database pre-esistenti, il Modello Digitale del Terreno (DTM) è stato utilizzato per caratterizzare la morfologia del territorio e la visibilità. Per il caso di studio francese, il DTM disponibile aveva una risoluzione di 75m, mentre per quello italiano era di 50 m. Per la tipologia di suoli nel caso di studio italiano è stato utilizzato un database a 1:250000 (Regione Toscana, 1999), elaborato ulteriormente da Tozzini et al. (2007, comunicazione personale) in modo da ottenere delle classi di permeabilità del suolo. Invece per quanto riguarda l'idrografia, per

entrambi i casi di studio era disponibile un database vettoriale dei corsi d'acqua alla scala di 1: 25000 (Provincia di Grosseto, 1999; IGN, 2001).

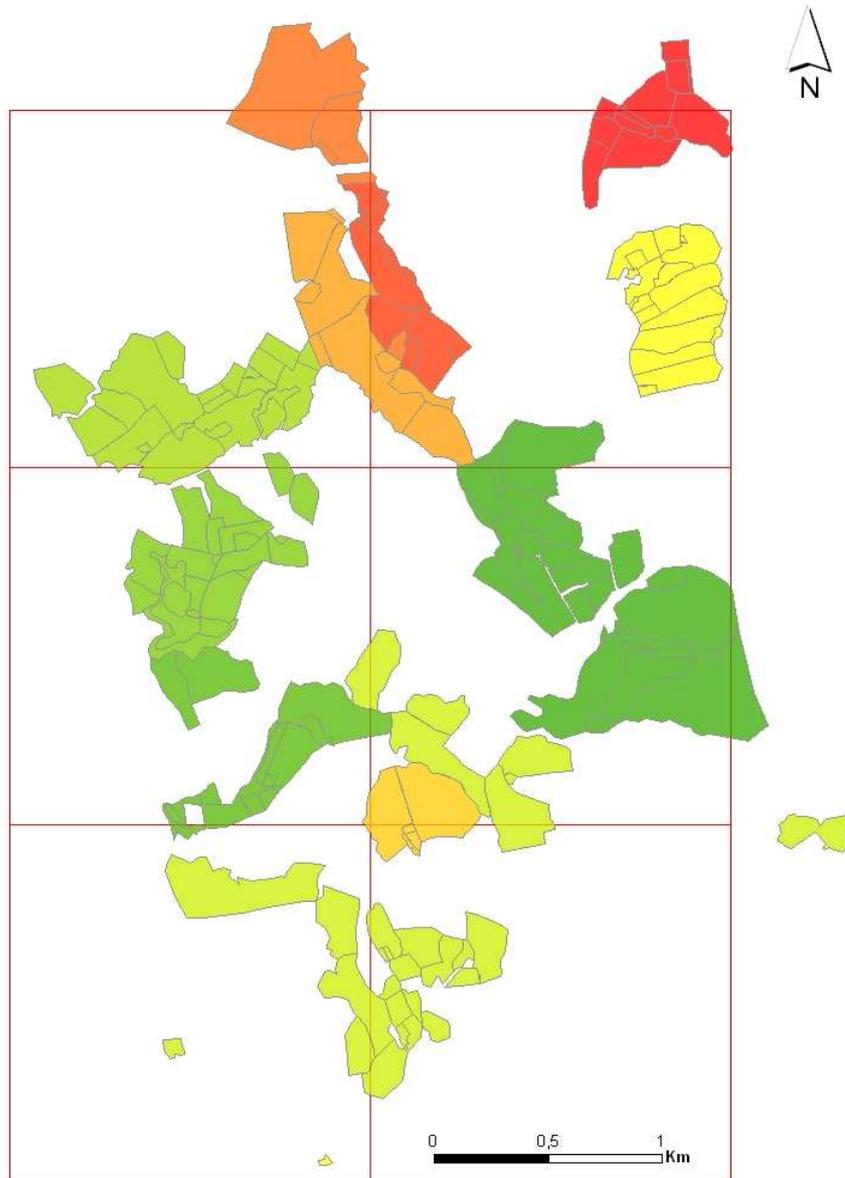


Figura 46: localizzazione delle aziende intervistate a Cinigiano (un colore corrisponde ad un'azienda).

Figure 46 : localisation des exploitations agricoles enquêtées à Cinigiano (une couleur correspond à une exploitation).

Tabella 38: caratteristiche principali delle aziende agricole intervistate a Cinigiano
Tableau 38 : caractéristiques principales des exploitations agricoles enquêtées à Cinigiano.

Codice azienda	SAU (SAT)	Tipologia azienda	Tipologia imprenditore agricolo	Seminativi sulla SAU (% SAT)	Cereali sulla SAU	UBA/ha di sup. foraggera	Numero delle tipologie colturali ²⁷ in azienda	Rotazione
C1	110 ha (130)	Mista con allevamento	Imprenditore agricolo professionale	88% (75%)	39%	0,2	11	R1: 6 R2: 5
C2	42 ha (47)	Mista con allevamento	Imprenditore agricolo professionale	95% (85%)	48%	2,3	8	R1: 5 R2: 6
C3	63 ha (73)	Mista con allevamento	Imprenditore agricolo professionale	96% (83%)	35%	1,4	10	R1: 6 R2: 2
C4	40 ha (3)	Mista	Pensionato	60% (56%)	47%	-	7	5
C5	14,5 ha (14,5)	Cerealicola estensiva	Pensionato	90% (90%)	77%	-	3	3
C6	22 ha (25)	Mista	Part-time	100% (88%)	14%	-	7	5
C7	19 ha (21)	Mista con allevamento	Part-time	100% (90%)	31%	0,9	7	4
C8	14 ha (16)	Mista con allevamento	Part-time	71% (62%)	31%	1,7	8	4
C9	16 ha (18)	Mista (ristallo saltuario)	Pensionato	87% (77%)	62%	0,4	7	R1: 5 R2: 2
C10	24 ha (26)	Mista	Part-time	92% (85%)	40%	-	8	R1: 3 R2: 5
C11	83 ha (106)	Mista	Imprenditore agricolo professionale	92% (85%)	26%	-	6	3

7.1.1.2.3 Il calcolo dei descrittori di soddisfacimento effettivo delle funzioni agro-ambientali

Il calcolo dei descrittori è stato effettuato soltanto per gli appezzamenti che sono stati oggetto di intervista in azienda, quindi sui quali sono presenti dati di gestione agronomica e di localizzazione degli appezzamenti da parte degli agricoltori stessi. Dal database degli appezzamenti localizzati tramite intervista sono stati quindi eliminati gli appezzamenti a bosco, incolti e occupati dalle strutture aziendali, per un numero totale di appezzamenti considerati pari a 381 appezzamenti e 527 ha per il caso di studio francese e a 144 appezzamenti e 450 ha per il caso di studio italiano. Il metodo di calcolo dei descrittori è indicato nella Tabella 39. Il database contenente tutti i valori dei descrittori per appezzamento è stato creato in formato vettoriale usando ArcMap 9.2®. In una prima fase sono state effettuate delle analisi statistiche descrittive per tutti i

²⁷ Per tipologie colturali abbiamo considerato le diverse specie coltivate. Ad esempio abbiamo considerato diversi il grano duro e l'orzo, sebbene siano entrambi cereali. Invece una stessa specie coltivata con due destinazioni produttive (es. avena da granella e da fieno) è stata contata soltanto una volta. Il bosco, quale che sia la sua natura, è stato considerato come una coltura.

descrittori che hanno permesso di verificare che non esistessero delle correlazioni significative tra i descrittori utilizzati.

Tabella 39: metodo di calcolo dei descrittori nelle aziende intervistate. F indica il caso di studio francese, mentre I indica il caso di studio italiano.

Tableau 39 : méthode de calcul des descripteurs de réalisation des fonctions dans les exploitations enquêtées. F indique une utilisation dans le cas français, alors que I l'indique dans le cas italien.

Indicatore*	Caso studio	Tipologia di calcolo e fonte di dati
AVESLO	F, I	Spatial Analyst, slope tool partendo dal file di DTM
DISTHYDRO	F, I	Extension minimum distance between two layers (Jenness Enterprises) partendo dal database dell'idrografia
DISTHEDGE	F, I	Extension minimum distance between two layers (Jenness Enterprises) tramite fotointerpretazione
AVEPERM	F, I	Intersect between layers a partire dal database sui suoli
DENHYDRO	F, I	Analysis tools, Sum line lengths in polygons (Hawths Tools) partendo dal database dell'idrografia e dal database degli appezzamenti
DENHEDGE	F, I	Analysis tools, Sum line lengths in polygons (Hawths Tools) tramite fotointerpretazione
DENPATH	F, I	Analysis tools, Sum line lengths in polygons (Hawths Tools) tramite fotointerpretazione e dal database degli appezzamenti
FIELDVIS	F, I	Spatial Analyst, Viewshed dal DTM e dal database degli appezzamenti
NBALANCE	F, I	Bilancio apparente e semplificato dell'azoto per sistema colturale dal database degli appezzamenti
CBALANCE	I	Bilancio semplificato del carbonio per sistema colturale dal database degli appezzamenti
CROPNUM	F, I	Summarize count field dal database degli appezzamenti
LCNUM	F, I	Summarize count field dal database degli appezzamenti e degli usi del suolo
ITNUM	I	Summarize count field dal database degli appezzamenti

* Per la descrizione dell'acronimo, cf. Tabella 2.

Se il calcolo dei descrittori bio-fisici è risultato abbastanza diretto a partire dalle fonti di dati utilizzate, così non è stato per quanto riguarda i descrittori di gestione agronomica. Infatti i dati ottenuti dalle inchieste in azienda non erano sufficienti ad un calcolo diretto dei descrittori e ciò ha implicato una fase di selezione e trattamento dei dati più importante. Sono quindi riportati i criteri principali e le semplificazioni effettuate per il calcolo dei descrittori di gestione agronomica degli appezzamenti.

Il *bilancio apparente e semplificato dell'azoto* è stato calcolato come la differenza tra gli apporti di azoto e le asportazioni sia per le colture in avvicendamento che per le colture permanenti come gli oliveti, i vigneti e pascoli o prati stabili (Allegato 5). Gli apporti contabilizzati sono stati quelli derivanti da fertilizzazioni di sintesi ed organiche, dai residui colturali e dall'azotofissazione delle leguminose, mentre le asportazioni considerate sono state quelle derivanti dalle asportazioni della coltura utile (granella o fieno, ad esempio) e dalle altre asportazioni (paglie, residui di potatura). Non sono state considerate come voci di bilancio gli apporti di precipitazioni e la dotazione naturale del terreno; e le perdite per percolazione non sono contabilizzate nel bilancio dell'azoto non conosciute ed equivalenti per l'insieme dell'area presa in esame. I principali valori utilizzati per il calcolo del bilancio dell'azoto sono riportati nell'Allegato 6 e i risultati per le colture in rotazione e le colture permanenti sono riportati negli Allegati 7 e 8. I dati

utilizzati sono stati principalmente quelli dichiarati dagli intervistati sulle fertilizzazioni e le rese delle colture. I dati non dichiarati o mancanti sono stati calcolati sia indirettamente (es. quantità di letame calcolata sulla base del numero di animali) sia semplificati ad un dato medio locale (es. quantitativi di fertilizzante).

Il *bilancio semplificato della sostanza organica* è stato anch'esso calcolato come la differenza tra gli apporti di sostanza organica e le asportazioni sia per le colture in avvicendamento che per le colture permanenti come gli oliveti e i vigneti. Gli apporti contabilizzati sono stati quelli derivanti dalla fertilizzazione organica e dai residui colturali non asportati, mentre le asportazioni considerate sono state quelle derivanti dalla mineralizzazione annua della sostanza organica. I principali valori utilizzati per il calcolo del bilancio della sostanza organica sono riportati nell'Allegato 9 e i risultati per le colture in rotazione e le colture permanenti sono riportati nell'Allegato 10.

Il *numero di colture in rotazione* è stato semplicemente calcolato come il rapporto tra il numero di diverse colture dichiarato per ciascuna rotazione e la durata della stessa. Quindi ad esempio, per una rotazione sessennale orzo-lupinella/lupinella/lupinella/grano duro/favino/grano duro, tale numero sarà pari a 4/6, ovvero a 0,67, mentre per quanto riguarda le colture permanenti, esso sarà sempre uguale a 1.

1.1.2.4 Valutazione del soddisfacimento effettivo delle funzioni agro-ambientali

In una seconda fase, l'elaborazione dei dati ha permesso di identificare le diverse combinazioni di condizioni di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali attraverso l'uso della Cluster Analysis Gerarchica (metodo di Ward). La classificazione degli appezzamenti è stata fatta utilizzando il criterio della massima diversità attraverso l'osservazione del dendrogramma ottenuto. In seguito, la spazializzazione dei risultati ottenuti per appezzamento ha permesso di effettuare ulteriori analisi sulla loro variabilità numerica e spaziale.

A partire dai risultati ottenuti, la stima del soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali nelle due aree di studio è stata effettuata sia a livello di comprensorio, ovvero le due aree di studio prese in esame, che a livello di variabilità spaziale all'interno dello stesso. A livello di comprensorio, sono stati analizzati i valori medi dei descrittori di gestione agronomica e di condizioni bio-fisiche che permettessero di dare una stima del livello di rischio associato a ciascuna delle funzioni analizzate, sulla base della letteratura esistente e della conoscenza esperta dell'area di studio. Invece, la variabilità spaziale all'interno del comprensorio è stata analizzata in una prima fase attraverso la spazializzazione di ciascuna combinazione di condizioni. Quindi, attraverso

l'assegnazione di un contributo potenziale dato da ciascun valore medio dei descrittori all'interno del cluster, è stato possibile assegnare un punteggio e qualificare il soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali considerate. I valori medi dei descrittori per ciascun cluster sono stati classificati considerando la loro posizione rispetto al criterio di Jenks (il metodo degli intervalli naturali, o di Jenks, classifica una popolazione di valori comparando iterativamente la somma della differenza dei quadrati tra i valori osservati in ciascuna classe e la media della classe.), assegnandogli quindi valori da 0 a 100 considerando contemporaneamente a) classi del criterio di Jenks da 1 a 5 e b) il contributo potenziale di ciascun indicatore al soddisfacimento della funzione (Tabella 40). Quindi, un valore dell'indicatore posto nella prima classe di Jenks e con un contributo sfavorevole dell'indicatore alla funzione considerata per un valore crescente dell'indicatore, avrà il massimo valore (100), mentre con un contributo favorevole avrà il valore minimo (0). Per qualunque valore dell'indicatore e con un contributo intermedio, ci sarà una riclassificazione automatica per un valore zero.

Tabella 40: criterio di assegnazione dei punteggi ai descrittori di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali²⁸.

Tableau 40 : critères de classement des descripteurs de réalisation des fonctions agro-environnementales.

Posizione dell'indicatore rispetto alle classi di Jenks	Contributo potenziale per un valore crescente dell'indicatore		
	Favorevole (↑)	Sfavorevole (↓)	Intermedio (→)
<1	0	100	50
1-2	20	80	50
2-3	40	60	50
3-4	60	40	50
4-5	80	20	50
> 5	100	0	50

Infine, il calcolo della stima del contributo del set di descrittori al soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali considerate, è uguale alla sommatoria del valore classato di ciascun indicatore per ciascuna classe di *cluster analysis*. Il punteggio totale viene classificato secondo la posizione rispetto ai valori massimi e minimi ottenibili secondo il criterio degli uguali intervalli. Sono stati considerati tre intervalli, corrispondenti ad un soddisfacimento sfavorevole della funzione, intermedio e favorevole. Quindi, se il punteggio assegnato ad un appezzamento sarà situato all'interno del primo intervallo, il soddisfacimento della funzione sarà sfavorevole, se il punteggio sarà all'interno del secondo, il soddisfacimento sarà intermedio, se il punteggio sarà all'interno del terzo, il soddisfacimento sarà favorevole. Tale metodo di classificazione è quindi relativo a delle

²⁸ Tale criterio si è basato combinando la posizione dei valori medi dei descrittori con il contributo potenziale di ciascun descrittore alla funzione.

condizioni locali e non in assoluto o utilizzando dei parametri minimi di performance. Quindi sarà indicatore della variabilità del soddisfacimento delle funzioni considerate sia in termini qualitativi (quanto sono più o meno favorevoli in un territorio le condizioni di soddisfacimento delle funzioni) che in termini spaziali (dove sono localizzate e come variano tali tipologie).

Les principes de caractérisation des fonctions sont ici les mêmes qu'au niveau de l'agro-écozone, par contre, les données mobilisées et les entités caractérisées sont différentes. L'ensemble de la zone caractérisée comprend seulement 1500 ha, et on ne décrit plus l'ensemble de la surface agricole, mais uniquement les parcelles d'exploitations-types de la petite zone (au total : 480 ha inscrits dans les 1500 ha). Les conditions agronomiques relevées sont plus fines et proviennent d'enquêtes de terrain récentes (2008). L'attention portée à la variabilité de chacun des descripteurs a demandé de changer de méthode de classification pour ce niveau d'analyse où les écarts sont moins importants (utilisation du critère de Jenks au lieu des quartiles).

1.2 Identificazione delle configurazioni spaziali dell'uso del suolo indicative del soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali

1.2.1 L'identificazione delle configurazioni spaziali dell'uso del suolo

Per configurazione spaziale dell'uso del suolo intendiamo la forma e disposizione nello spazio della copertura del suolo agricolo intorno ad elementi spaziali che possano costituire una risorsa o limitazione per lo svolgimento dell'attività agricole, come strade, fosse, siepi, alberi isolati, laghetti etc. In un territorio tali elementi si combinano potendo dare luogo a dei segni simili e ripetuti che chiamiamo configurazioni spaziali. Quindi, possono esistere in un territorio diversi tipi di configurazioni spaziali che devono essere identificate. Ai fini del presente studio, vogliamo utilizzare un approccio quali – quantitativo. Il ripetersi delle configurazioni spaziali dell'uso del suolo all'interno dei territori analizzati rende possibile il tentativo di testare quantitativamente, attraverso l'ausilio di semplici metriche del paesaggio, se tali configurazioni differiscano significativamente dagli altri usi del suolo.

In tale obiettivo, nelle porzioni di territorio analizzato ci proponiamo di:

- identificare gli usi del suolo agricolo e gli altri elementi aventi una componente spaziale presenti sul territorio in analisi attraverso foto-interpretazione, analisi di cartografie esistenti e visite di campo;

- Identificare qualitativamente come tali elementi si combinano attraverso analisi spaziali e osservazione in campo;
- Quantificare l'abbondanza e densità dell'uso del suolo e degli elementi a componente spaziale (analisi spaziale degli elementi) che permetta di identificare delle relazioni tra i diversi elementi in appoggio alle configurazioni spaziali considerate;
- Localizzare le principali configurazioni spaziali identificate all'interno dell'area di studio.

1.2.1.1 Identificazione degli usi agricoli del suolo e degli altri elementi a componente spaziale

Una prima identificazione degli usi agricoli del suolo viene fatta attraverso osservazioni di campo e foto-interpretazione. Sono state effettuate 3 osservazioni di campo (Dicembre 2007, Aprile 2008 e Ottobre 2009) percorrendo rispettivamente l'area di studio da Nord a Sud, da Est a Ovest e facendone un intorno. L'osservazione di campo ha permesso di identificare gli elementi costituenti le configurazioni spaziali ovvero gli elementi lineari, poligonali e puntuali.

Per quanto riguarda gli elementi lineari, abbiamo rilevato come i principali usi agricoli del suolo siano a seminativo, vigneto ed oliveto. Piccoli orti sono presenti nei dintorni delle case rurali, ma hanno superfici non rilevanti per la scala di lavoro. Tali elementi forniscono una prima base di discriminazione per la foto-interpretazione, effettuata a scala 1:10000. Infatti, utilizziamo e adattiamo la nomenclatura di Corine Land Cover costruendo un database che contiene ciascun poligono diviso in rispettivamente in: (a) seminativi, prati permanenti, boschi, aree edificate e laghetti per il caso di studio francese e (b) seminativi, oliveti, vigneti, boschi, aree edificate, laghetti per il caso di studio italiano. A ciascuna di queste classi, secondo l'interesse nella determinazione delle configurazioni, possono essere associate delle sottoclassi (ad esempio oliveti densi oppure fitti oppure prati permanenti senza arbusti o con arbusti) che sono state acquisite ma non sono state utilizzate nell'analisi. Tramite osservazioni di campo abbiamo potuto verificare come nel caso francese i seminativi siano costituiti principalmente da grano tenero e segale mentre nel caso italiano i seminativi siano costituiti per la maggior parte da grano duro o altri cereali autunno-vernini, mentre nei due casi i cereali primaverili estivi siano quasi completamente assenti.

Per quanto riguarda gli elementi lineari, identifichiamo la presenza di strade, corsi d'acqua e siepi. Le strade sono state acquisite dallo Scan25 (IGN, 2001) e dalla CTR

1:10000 (Regione Toscana, 2001), così come i corsi d'acqua. Invece, le siepi devono essere estratte tramite foto-interpretazione, non esistendo un database associato. La foto-interpretazione è stata effettuata ad una scala di 1:10000 e sono state principalmente identificate le siepi arboree ed arbustive, non essendo ben definibili le siepi erbacee a tale risoluzione.

Gli unici elementi puntuali sono gli alberi isolati, che sono estratti tramite foto-interpretazione.

Sappiamo che tali elementi si dispongono sul territorio e si combinano in modo diverso, dipendente sia dalla matrice ambientale della porzione di territorio, come la morfologia, sia dalle dinamiche antropiche. Per questo motivo, la configurazione degli usi del suolo sul territorio assume alcuni tratti ricorrenti, che peraltro differiscono da loro in termini di: (a) abbondanza, ovvero la loro densità su determinate porzioni del territorio; (b) abbondanza relativa, ovvero la quantità relativi di ciascun uso del suolo all'interno di ciascuna configurazione; (c) di combinazione, ovvero presenza di usi del suolo differenti all'interno di una stessa configurazione.

Queste diversità costituiscono una difficoltà nello studio quantitativo delle configurazioni spaziali dell'uso del suolo. Per questo motivo, consideriamo una tappa preliminare quella dell'identificazione di rappresentazioni semplificate di tali configurazioni.

1.2.1.2 Identificare qualitativamente come tali elementi si combinano

Attraverso l'osservazioni delle foto aeree e di visite di campo, abbiamo identificato in modo qualitativo alcune configurazioni ripetute nel territorio. Le abbiamo rappresentate sotto forma grafica semplificata, in modo da identificarne facilmente le componenti ed agevolarne la caratterizzazione quantitativa. Tali configurazioni si distinguono per la diversità degli usi del suolo combinati e la diversità di elementi spaziali di aggregazione.

1.2.1.3 Quantificare l'abbondanza e densità dell'uso del suolo e degli elementi a componente spaziale

A partire dalle configurazioni spaziali identificate in modo qualitativo e dagli elementi che le contraddistinguono, sono stati effettuati alcuni test statistici. In particolare test di (a) abbondanza, ovvero quantificazione della presenza di ciascun uso del suolo rilevante per la configurazione all'interno degli elementi della configurazione e nel resto dell'uso del suolo del territorio analizzato; (b) significatività, ovvero analisi statistiche di alcune caratteristiche spaziali degli usi del suolo (abbondanza relativa, superficie, lunghezza, rapporto perimetro/area degli appezzamenti) nell'insieme degli usi del suolo

della configurazione rispetto ai restanti nella porzione di territorio analizzata. Dato che tali caratteristiche mostrano di avere una distribuzione spesso esponenziale e che si riferiscono ad un numero di individui che in alcuni casi nell'area di studio è inferiore a 100, e quindi possono influenzare negativamente i risultati dei test statistici, abbiamo utilizzato per l'abbondanza relativa il test Chi-quadro, mentre per le analisi di confronto tra caratteristiche di appezzamenti diversi il test di Wicoxon.

Sono stati utilizzati alcuni criteri ripetuti per tutte le analisi effettuate. Infatti, abbiamo considerato la prossimità come una relazione di adiacenza tra usi del suolo diversi (ad esempio boschi e seminativi) oppure tra usi del suolo e altri elementi spaziali poligonali (ad esempio tra aree edificate e seminativi o oliveti e vigneti). Dato che la foto interpretazione è stata effettuata ad una scala di 1:10000, abbiamo considerato la relazione di adiacenza come distanza inferiore a 10 m di un elemento dall'altro. Invece, per quanto riguarda le relazioni tra usi del suolo ed altri elementi spaziali lineari o puntuali, sono stati considerati come prossimali quando contenuti negli usi del suolo adiacenti agli usi del suolo inferiori a 10 m. In alcuni casi come la relazione tra alberi isolati e laghetti per l'irrigazione, è stato considerato come prossimale un buffer di 100 m intorno al laghetto dato il basso numero di uso del suolo direttamente adiacenti a causa del basso numero di laghetti.

1.2.1.4 Localizzare le configurazioni spaziali significative nel territorio

Sulla base dei criteri identificati per riconoscere le configurazioni spaziali dell'uso del suolo, è possibile anche localizzare tali configurazioni spaziali all'interno delle aree di studio attraverso una localizzazione spaziale (ArcMap). In tal modo è possibile conoscere la superficie interessata da ciascuna configurazione, la sua rilevanza all'interno del territorio considerato e le aree dove si sovrappongono diverse configurazioni spaziali.

1.2.2 Relazioni tra configurazioni spaziali dell'uso del suolo e soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali

Abbiamo ipotizzato con ad una tipologia di configurazione spaziale di uso del suolo corrisponda un potenziale di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali. Per testare questa ipotesi consideriamo in primo luogo il fatto che gli usi del suolo e gli altri elementi spaziali che compongono le configurazioni spaziali sono oggetto di gestione da parte degli agricoltori. Esiste quindi una corrispondenza tra le superfici che sono oggetto di gestione agricola e le superfici che fanno parte di alcune tipologie di configurazioni

spaziali. Tale corrispondenza è la localizzazione degli appezzamenti. Per questo motivo vogliamo verificare se gli appezzamenti che hanno mostrato un potenziale simile di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali considerate si trovino localizzati sulle superfici facenti parti di una delle principali tipologie identificate di configurazioni spaziali. Per dimostrarlo, verifichiamo che a) esistono delle differenze significative tra diverse condizioni di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali e diverse configurazioni spaziali dell'uso del suolo; (b) esistono differenze significative tra diversi tipi di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali e diverse configurazioni spaziali dell'uso del suolo. A tal fine utilizziamo uno dei test statistici standard per dati qualitativi e senza assunzione di normalità, quale il Pearson Chi-squared test with repeated combinations. Tali test sono effettuati sugli appezzamenti che sono stati oggetti di inchieste in azienda e contemporaneamente si trovino su una delle tipologie di configurazioni spaziali identificate. Questi appezzamenti sono stati identificati attraverso un'intersezione dei database delle aziende agricole intervistate e degli usi del suolo utilizzando ArcMap.

Infine, per dare un valore predittivo ai risultati ottenuti, ovvero per spiegare quant'è la probabilità di avere una tipo di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali a partire dalle configurazioni spaziali dell'uso del suolo, utilizziamo un modello multinomiale, il *Multinomial Logit* che ha il vantaggio di essere un modello di tipo multinomiale (quindi non basato su un criterio 0,1 ma multiplo) e di avere una distribuzione sigmoideale e non soltanto lineare che si possa adattare a tipologie di dati quali sono quelli spaziali (McCullagh e Nelder, 1999).

L'identification des configurations spatiales s'est faite à partir d'observations de terrain, d'analyses de photos aériennes et d'éléments tirés d'enquêtes en exploitation. Pour chacune de ces configurations, nous avons mis en évidence les spécificités d'agencement des occupations du sol. Des tests statistiques ont permis de ne pas en rester à une appréciation qualitative de ces spécificités (tests du Chi-carré et de Wilcoxon). Nous avons ainsi pu spatialiser les configurations spatiales identifiées à partir d'une sélection spatiale de leurs différents éléments de caractérisation (outil sélection par localisation sur ArcMap). A partir des données issues des deux phases précédentes, nous avons testé les relations existant entre la réalisation des fonctions agro-environnementales et les configurations spatiales de l'occupation du sol. Des tests avec un modèle de régression multinomiale ont aussi permis de qualifier la valeur prédictive des configurations spatiales vis-à-vis des combinaisons de réalisation des fonctions pour la zone étudiée.

7.2. Risultati

7.2.1 I risultati del caso di studio italiano

7.2.1.1 La valutazione del soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali

7.2.1.1.1 I descrittori utilizzati

Tra i 13 descrittori utilizzati per stimare il soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali nel territorio di Cinigiano non sono state riscontrate correlazioni significative (tutte le correlazioni esistenti erano inferiori al 40%) e i valori medi riscontrati sono sintetizzati nella Tabella 41.

Per quanto riguarda i descrittori strutturali, è da notare come il valore della pendenza media negli appezzamenti (AVESLOPE) sia abbastanza elevato (15%), variando da zero al 20% e con un coefficiente di variazione comunque piuttosto basso, indicando una certa omogeneità della pendenza media. L'83% della superficie in esame ha pendenze maggiori del 5% e denota quindi un territorio meccanizzabile ma a forte rischio strutturale di erosione e runoff. La distribuzione dei corsi d'acqua risulta molto legata alla morfologia del territorio. Il valore della distanza degli appezzamenti dai corsi d'acqua (DISTHYDRO) è in media basso (15m) e l'87% delle superfici prese in esame si trova ad una distanza minima inferiore ai 5 m, denotando un'alta probabilità di sverso delle acque di runoff all'interno dei corsi d'acqua. Allo stesso modo anche la densità di corsi d'acqua (DENHYDRO) risulta avere un valore medio di 97 m/ha, con circa il 50% delle superfici che hanno una densità maggiore di 50 m/ha di corsi d'acqua.

Di contro, si rileva una distanza minima dalle siepi (DISTHEDGE), che possono avere una funzione di barriera e filtrazione delle acque di runoff, in media abbastanza bassa (11 m) ed una superficie che presenta una distanza minima dalle siepi di 5 m pari al 77% delle superfici interessate. Inoltre la permeabilità media del terreno (AVEPERM) risulta generalmente in classe di buon drenaggio e tutto sommato omogenea (in media terreni ben drenati), a causa della natura prevalentemente scheletrica o argillosa dei suoli del comprensorio, non andando ad aumentando il rischio di erosione o di runoff. Risulta inoltre significativo come gli usi del suolo adiacenti e diversi da quelli di ciascun appezzamento (LCNUM) siano in media 2,6, denotando come ci sia una probabilità alta di trovare in prossimità dell'appezzamento una copertura del suolo diversa, quindi con un ciclo diverso, che possa attenuare fenomeno di runoff o di erosione dovuti ad esempio ad una scarsa copertura invernale dei suoli.

Nei descrittori strutturali legati alla funzione paesaggio, tale descrittore risulta positivo in quanto contribuisce alla diversità del paesaggio. La visibilità media degli appezzamenti (FIELDVIS) risulta intermedia con circa il 42% delle superfici visibili. Tuttavia esistono differenze tra una parte e l'altra del comprensorio, dato che nella parte centro-meridionale gli appezzamenti risultano molto più visibili. Anche la densità di strade (DENPATH) risulta elevata, in media le strade hanno un'estensione pari al 22% del perimetro dell'appezzamento, denotando un'alta accessibilità e quindi possibile usufrutto paesaggistico degli appezzamenti. Infine, il numero di alberi isolati negli appezzamenti (ITNUM), se in media non risulta significativo, è invece molto variabile nell'area in esame. Le superfici degli appezzamenti che hanno più di 2 alberi isolati per ha risultano pari al 22% del totale.

Tabella 41: principali caratteristiche dei descrittori utilizzati per stimare il soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali nel territorio di Cinigiano.

Tableau 41 : caractéristiques principales des indicateurs utilisés pour identifier le potentiel de réalisation des fonctions agro-environnementales dans le territoire de Cinigiano.

Indicatore*	Valore medio (min.; max)		Deviazione standard	
AVESLO	15% (0; 25)		5%	
DISTHYDRO	15 m (0; 97)		25 m	
DISTHEDGE	11 m (0; 87)		21 m	
AVEPERM	2,7 (1; 3)		0,6	
DENHYDRO	33 m/ha (0; 457)		60 m/ha	
DENHEDGE	93 m/ha (0; 681)		104 m/ha	
DENPATH	0,22 m/m (0; 1,0)		0,21 m/m	
FIELDVIS	42% (0; 100)		42%	
NBALANCE	Rotazione	+49 kg/ha anno (-7; +86)	Rotazione	27 kg/ha anno
	Arboree	-5 kg/ha anno (-83; +138)	Arboree	45 kg/ha anno
CBALANCE	Rotazione	-708 kg/ha anno (-1184; + 360)	Rotazione	457 kg/ha anno
	Arboree	-161 kg/ha anno (-907; +1652)	Arboree	636 kg/ha anno
CROPNUM	0,94 (0; 2)		0,43	
LCNUM	2,64 (0; 5)		1,37	
ITNUM	0,80 n/ha (0; 10)		1,72 n/ha	

Invece nei descrittori agronomici, si può osservare come CROPNUM sia vicino ad 1 indicando che il numero delle colture che si ripetono su sé stesse è abbastanza basso e che le legnose come vite e olivo sono diffuse. Per quanto riguarda i bilanci di azoto e carbonio, sono stati distinti per quanto riguarda le colture in rotazione e le legnose. In media, NBALANCE è risultato essere in eccesso nelle colture in rotazione e in sostanziale pareggio nelle legnose, tuttavia, mentre per quanto riguarda le colture in rotazione il dato risulta sostanzialmente omogeneo nell'area in esame (coefficiente di variazione 0,5), per le legnose esiste una variabilità importante (coefficiente di variazione intorno a 9). Anche in CBALANCE esiste una differenza tra colture in rotazione e legnose, tuttavia entrambi i valori medi risultano deficitari, anche se le

legnose presentano una maggiore variabilità. La distribuzione spaziale di ciascun indicatore è riportata nelle Figure 47 e 48, per i descrittori strutturali e agronomici rispettivamente. La distribuzione dei descrittori presenta una variabilità importante, tuttavia si possono riscontrare alcune forme comuni. Esiste un gradiente Nord/Sud/Nord per AVESLOPE e DENHEDGE con valori più elevati al centro dell'area in corrispondenza delle aree declivi, mentre gradiente Nord/Sud per FIELDVIS e LCNUM. FIELDVIS appare influenzato sia dalla declività che dalla localizzazione dei punti panoramici, mentre LCNUM dipende dagli usi del suolo nell'intorno degli appezzamenti e quindi in definitiva dalla loro localizzazione. Si ha una distribuzione sparsa all'interno dell'area per DISTHYDRO, DISTHEDGE, DENHYDRO e DENPATH, mentre la distribuzione è legata alle aziende per ITNUM, NBALANCE, CBALANCE, CROPNUM.

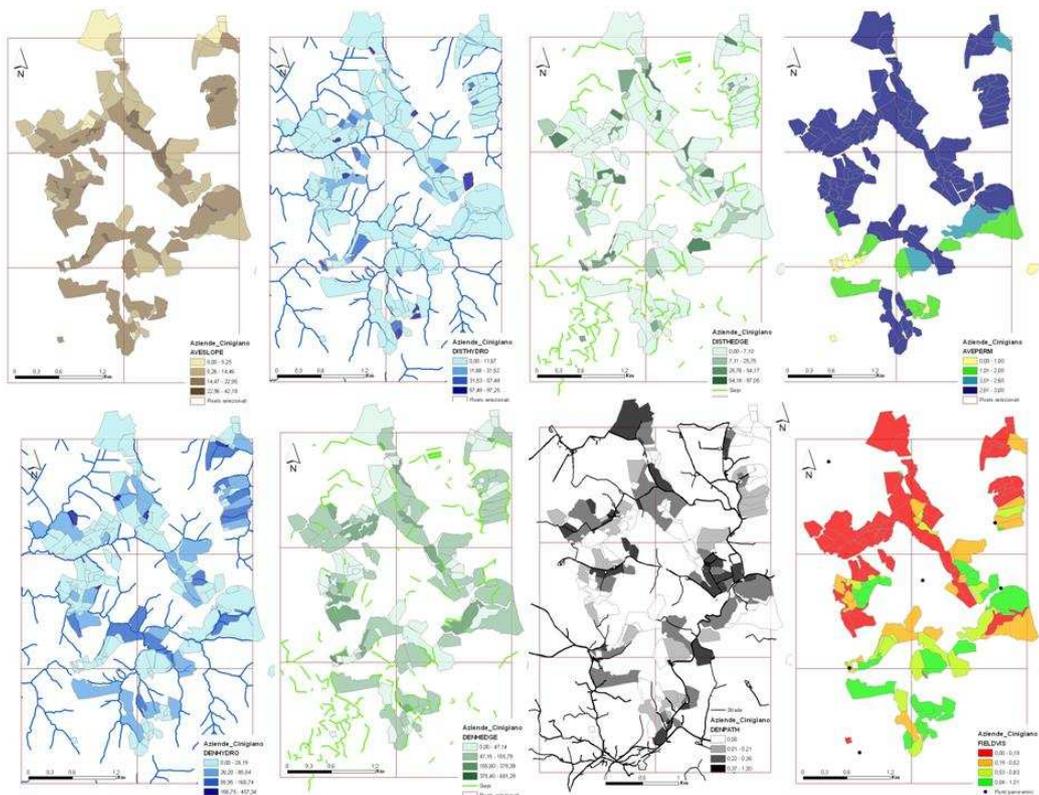


Figura 47: descrittori di condizioni bio-fisiche per il soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali per le aziende intervistate a Cinigiano, riferiti a ciascun appezzamento²⁹.
Figure 47 : indicateurs de conditions biophysiques de réalisation des fonctions agro-environnementales dans les exploitations enquêtées à Cinigiano en référence à la parcelle.

²⁹ AVESLOPE indica la pendenza media, DENHYDRO, DENHEDGE e DENPATH la densità di corsi d'acqua, di siepi e di strade, AVEPERM la permeabilità media del suolo, DISTHYDRO e DISTHEDGE la distanza minima ad un corso d'acqua e dalle siepi, FIELDVIS la % di superficie visibile da punti panoramici.

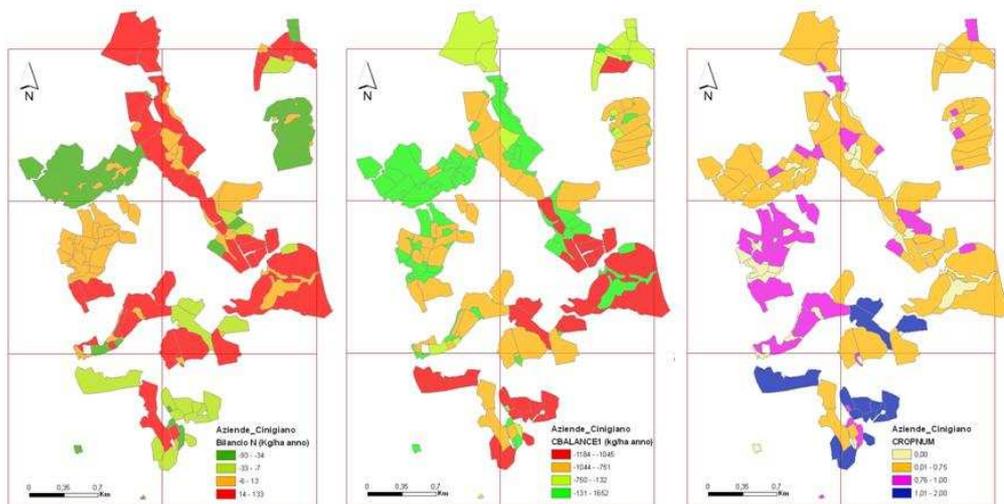


Figura 48: descrittori di gestione agronomica per il soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali per le aziende intervistate a Cinigiano, riferiti a ciascun appezzamento³⁰.

Figure 48 : indicateurs de gestion agronomique pour la réalisation des fonctions agro-environnementales dans les exploitations enquêtées à Cinigiano, en référence à la parcelle.

7.2.1.1.2 Condizioni di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali

Sono stati identificati 6 diversi cluster corrispondenti ad diverse combinazioni delle condizioni di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali (Figura 49). Di questi cluster, uno corrisponde ad un solo appezzamento per cui è stato considerato un *outlier* e quindi scartato. Quindi i cluster risultano essere 5.

Dendrogramma

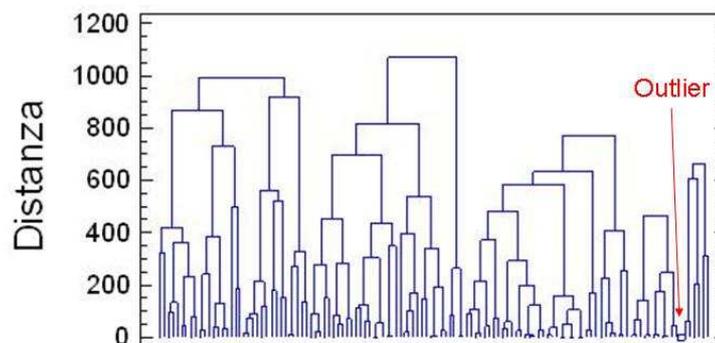


Figura 49: risultati della Cluster Analysis gerarchica sull'insieme di 13 descrittori di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali (cf. Tabella 1) a Cinigiano.

Figure 49 : résultats de la CAH sur l'ensemble des 13 indicateurs de réalisation des fonctions agro-environnementales (cf. Tableau 1) à Cinigiano.

Le cinque classi identificate rappresentano quindi cinque diverse combinazioni dei descrittori che risultano essere più o meno favorevoli al soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali considerate nell'area di studio (Tabella 42).

³⁰ NBALANCE e CBALANCE indicano i bilanci dell'azoto e del carbonio, CROPNUM il rapporto tra numero di colture in rotazione e la sua durata.

La *Classe 1* interessa il 14% dell'area analizzata su cui risulta uniformemente distribuita. Si caratterizza per quanto riguarda i descrittori strutturali da un basso valore delle pendenza media degli appezzamenti (12%), un'alta distanza degli appezzamenti dai corsi d'acqua e dalle siepi (rispettivamente 21 m e 25 m), un'alta permeabilità del suolo (2,8 mm/s), una bassa densità di corsi d'acqua e di siepi (8 m/ha e 69 m/ha), un'alta densità di strade (28 m/m) e un alto numero di usi del suolo adiacenti (2,79). Per quanto riguarda i descrittori di gestione agronomica, è caratterizzato da un bilancio dell'azoto e del carbonio poco deficitari (rispettivamente -11 Kg N/ha anno e -41 Kg C/ha anno) e da un numero intermedio di colture in rotazione. Tali valori sembrano essere descrittori per la classe di un basso rischio sia strutturale che di gestione agronomica per le funzioni di preservazione della qualità delle acque e del suolo, oltretché presentare condizioni sostanzialmente favorevoli per la funzione di conservazione della diversità del paesaggio.

La *Classe 2* interessa il 43 % di superficie e risulta uniformemente distribuita all'interno dell'area di studio. Si caratterizza per quanto riguarda i descrittori strutturali da un'alta pendenza media degli appezzamenti (16%), un'alta distanza degli appezzamenti dai corsi d'acqua e una bassa distanza dalle siepi (rispettivamente 13 m e 4 m), un'alta permeabilità del suolo (2,6 mm/s), una bassa densità di corsi d'acqua e un'alta densità di siepi (25 m/ha e 109 m/ha), un'alta densità di strade (27 m/m), un'alta presenza di alberi isolati (1,63 per ha) e un alto numero di usi del suolo adiacenti (2,88). Per quanto riguarda i descrittori agronomici, è caratterizzata da un bilancio dell'azoto eccedentario (+58 Kg N/ha anno) e da un bilancio del carbonio fortemente deficitario (-906 Kg C/ha anno) oltretché da un numero intermedio di colture in rotazione. Tali valori sembrano indicare per questa classe di un rischio strutturale basso per le funzioni di protezione della qualità delle acque e del suolo, a fronte di un rischio elevato dato dalla gestione agronomica. La funzione di conservazione della diversità del paesaggio, si caratterizza per un rischio basso sia da un punto di vista strutturale che gestionale.

La *Classe 3* interessa il 30% della superficie e interessa prevalentemente la parte settentrionale dell'area di studio. Si caratterizza per quanto riguarda i descrittori strutturali da un alto valore della pendenza media degli appezzamenti (16%), una bassa distanza degli appezzamenti dai corsi d'acqua e dalle siepi (rispettivamente 4 m e 5 m), un'alta permeabilità del suolo (3 mm/s), un'alta densità di corsi d'acqua e di siepi (52 m/ha e 75 m/ha), una bassa densità di strade (0,12 m/m) e un alto numero di usi del suolo adiacenti (2,62). Per quanto riguarda i descrittori agronomici, è caratterizzata da

un bilancio dell'azoto e del carbonio deficitari (rispettivamente -29 Kg N/ha anno e -451 Kg C/ha anno) e da un alto numero di colture in rotazione (0,70). Tali valori sembrano indicare per questa classe di un rischio strutturale intermedio per le funzioni di protezione della qualità delle acque e del suolo, a fronte invece di un rischio elevato dato dalla gestione agronomica. La funzione di conservazione della diversità del paesaggio, si caratterizza invece per un rischio basso sia da un punto di vista strutturale che gestionale.

La *Classe 4* copre una superficie dell'11% dell'area e si concentra nella sua parte meridionale, in prossimità del borgo di Cinigiano. Si caratterizza per quanto riguarda i descrittori strutturali da un alto valore delle pendenza media degli appezzamenti (17%), una bassa distanza degli appezzamenti dai corsi d'acqua e dalle siepi (rispettivamente 2 m e 0 m), un'alta permeabilità del suolo (2,6 mm/s), un'alta densità di corsi d'acqua e di siepi (47 m/ha e 74 m/ha), una bassa densità di strade (22 m/m), un basso numero di alberi isolati (0,27 per ha) e un basso numero di usi del suolo adiacenti (1,82). Per quanto riguarda i descrittori di gestione agronomica, è caratterizzata da un bilancio dell'azoto sostanzialmente in pareggio (-7 Kg N/ha anno) e da un bilancio del carbonio fortemente deficitario (-1181 Kg C/ha anno) e da un numero elevato di colture in rotazione (2). Tali valori sembrano essere descrittori per gli appezzamenti di questa classe di un rischio strutturale intermedio per le funzioni di protezione della qualità delle acque e del suolo, a fronte invece di un rischio elevato dato dalla gestione agronomica per quanto riguarda la funzione di protezione della qualità del suolo. Per quanto riguarda la funzione di conservazione della diversità del paesaggio, si caratterizza per un rischio elevato sia da un punto di vista strutturale che gestionale.

La *Classe 5* copre una superficie inferiore all'1% dell'area, ed è localizzata prevalentemente nella parte meridionale e in appezzamenti di piccolissime dimensioni. Si caratterizza per i descrittori strutturali, da un'alta pendenza media degli appezzamenti (17%), un'alta distanza degli appezzamenti dai corsi d'acqua e dalle siepi (rispettivamente 84 m e 28 m), una bassa permeabilità del suolo (1,2 mm/s), una bassa densità di corsi d'acqua (0 m/ha) a fronte di un'alta densità di siepi (74 m/ha), una bassa densità di strade (12 m/m), un basso numero di alberi isolati (0 per ha) e un basso numero di usi del suolo adiacenti (2,17). Nel casi dei descrittori agronomici, è caratterizzata da un bilancio dell'azoto leggermente eccedentario (+28 Kg N/ha anno) e di un bilancio del carbonio fortemente deficitario (-820 Kg C/ha anno) e da un basso numero di colture in rotazione (1,33).

Tabella 42: medie dei descrittori³¹ di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali per le classi identificate, sulla riga differenze tra le medie secondo il test di Fisher e posizione dei valori medi rispetto ad una classificazione in 5 classi tramite criterio di Jenks³². I valori tra parentesi indicano il numero di appezzamenti che interessano ciascuna classe.

Tableau 42 : moyennes des indicateurs de réalisation de fonctions agro-environnementales pour les cinq classes identifiées ; différences significatives selon le test de Fisher et la position des moyennes par rapport à aux cinq classes identifiées avec le critère de Jenks. Les valeurs entre parenthèses indiquent les caractéristiques (nombre, surface totale).

Descrittori	C1 (34, 51 ha)		C2 (35, 152 ha)		C3 (37, 104 ha)		C4 (11, 40 ha)		C5 (6, 2 ha)	
	Valore medio	Classe (Jenks)	Valore medio	Classe (Jenks)	Valore medio	Classe (Jenks)	Valore medio	Classe (Jenks)	Valore medio	Classe (Jenks)
AVESLO	11a	2	16b	3	16b	3	17b	3	17b	3
DISTHYDRO	21c	3	13bc	2	4a	1	2ab	1	84d	5
DISTHEDGE	25b	3	4a	1	5a	2	0a	1	28b	4
AVEPERM	2,8bc	5	2,6b	4	3,0c	5	2,6b	4	1,2a	2
DENHYDRO	8a	1	25ab	2	52c	3	47bc	2	0a	1
DENHEDGE	69a	2	109a	3	75a	2	74a	2	186b	3
DENPATH	0,28b	3	0,27b	3	0,12a	2	0,22ab	2	0,12ab	2
FIELDVIS	41b	3	55b	3	12a	1	88c	4	59bc	3
NBALANCE	-11a	3	+52c	5	-29a	2	-7ab	3	+28bc	4
CBALANCE	-41c	4	-906a	2	-451b	3	-1181a	1	-820a	2
CROPNUM	0,91b	4	0,80ab	4	0,71a	3	2,0d	5	1,33c	5
LCNUM	2,79b	4	2,88b	4	2,62ab	4	1,82a	3	2,17ab	4
ITNUM	0,41a	1	1,63b	2	0,70a	1	0,27a	1	0,0a	1

Tali valori sembrano essere descrittori per gli appezzamenti di questa classe di un rischio strutturale elevato per le funzioni di protezione della qualità delle acque e del suolo, a fronte invece di un rischio basso dato dalla gestione agronomica per quanto riguarda la funzione di protezione della qualità delle acque ed elevato per la funzione di protezione della qualità del suolo. Per quanto riguarda la funzione di conservazione della diversità del paesaggio, si caratterizza per un rischio elevato sia da un punto di vista strutturale che gestionale.

La Figura 50 rappresenta la distribuzione delle cinque classi di condizioni di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali analizzate. Tra queste classi alcune, ovvero le classi 1, 2 e 5, risultano sparse all'interno dell'area analizzata, mentre altre sono più localizzate, come le classi 3 e 4. Tra queste ultime, la classe 3 risulta maggiormente localizzata nella parte settentrionale dell'area di studio, mentre la classe 4 risulta localizzata nell'area meridionale.

³¹ AVESLOPE indica la pendenza media, DENHYDRO la densità di corsi d'acqua, DENHEDGE la densità di siepi, AVEPERM la permeabilità media del suolo, DISTHYDRO la distanza minima ad un corso d'acqua, DISTHEDGE la distanza minima dalle siepi, DENPATH la densità di strade, FIELDVIS la % di superficie visibile da punti panoramici; NBALANCE indica il bilancio apparente dell'azoto, CBALANCE il bilancio del carbonio, CROPNUM il rapporto tra numero di colture in rotazione e la sua durata; ITNUM il numero di alberi isolati per appezzamento.

³² Il metodo degli intervalli naturali, o di Jenks, classifica una popolazione di valori comparando iterativamente la somma della differenza dei quadrati tra i valori osservati in ciascuna classe e la media della classe.

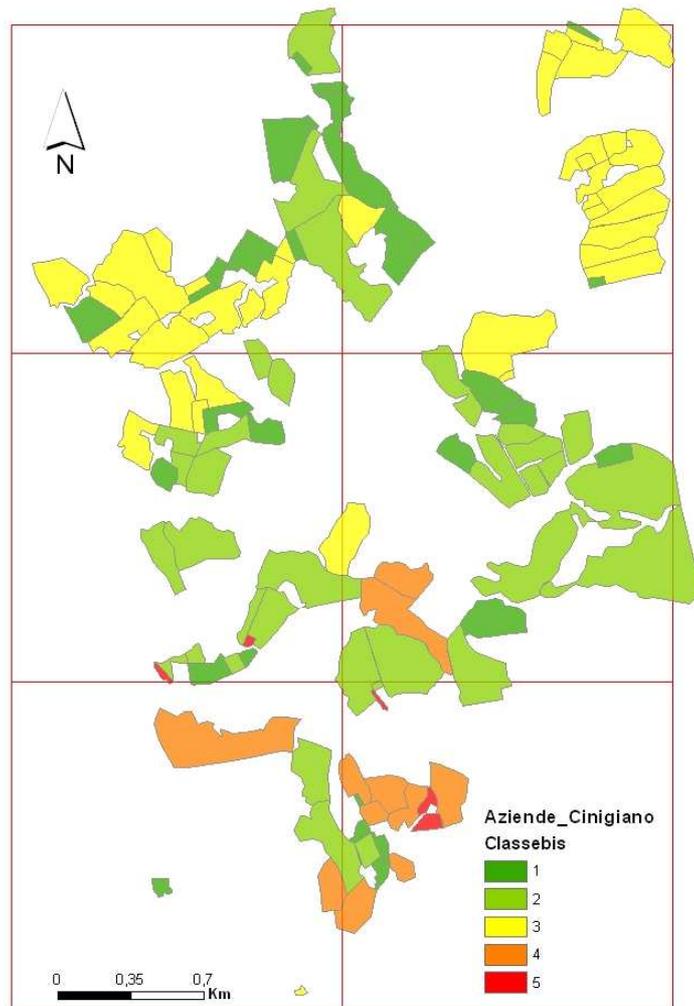


Figura 50: distribuzione delle combinazioni di diverse condizioni di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali considerate nelle aziende intervistate a Cinigiano, sulla base dei risultati in Tabella 7.

Figure 50 : spatialisation des différentes combinaisons de conditions de réalisation des fonctions agro-environnementales considérées dans les exploitations enquêtées à Cinigiano.

Mettendo in relazione queste cinque tipologie con la distribuzione spaziale dei territori delle aziende intervistate (Figura 46) si può osservare invece come in alcuni casi (ad esempio l'azienda C5), ad un territorio aziendale corrisponda una stessa combinazione di condizioni di soddisfacimento delle funzioni, mentre in altri casi (ad esempio le aziende C1 e C2) ad uno stesso territorio aziendale corrispondano diverse condizioni di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali.

7.2.1.1.3 La stima del soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali

La classazione dei valori medi di ciascuna classe di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali rispetto al contributo potenziale di ciascun indicatore ha portato all'identificazione di tre tipologie di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali a Cinigiano (Tabella 43). Queste tre tipologie sono prodotte dalle cinque classi identificate precedentemente con la differenza che le diverse combinazioni di descrittori possono

produrre risultati simili in termini di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali. Infatti, come si può osservare, le classi 2 e 3 e le classi 1 e 5, sebbene presentanti diverse combinazioni di descrittori, tramite il metodo della somma lineare dei descrittori presentano uno stesso contributo per il soddisfacimento delle tre funzioni agro-ambientali.

Le tre tipologie di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali a Cinigiano risultano poco diversificate e limitate a valori spesso intermedi. Infatti la prima tipologia, raggruppante le classi 1 e 5 e quindi estesa al 14% della superficie, si caratterizza per un posizionamento intermedio delle funzioni suolo e paesaggio, mentre per un posizionamento favorevole della funzione acqua. Invece la seconda tipologia, che raggruppa le classi 2 e 3 e risulta nettamente maggioritaria coprendo il 75% della superficie, si caratterizza per un posizionamento intermedio delle funzioni acqua e paesaggio, mentre risulta favorevole per la funzione suolo. Infine la terza tipologia, che raggruppa soltanto la classe 4 e l'11% della superficie, risulta intermedia per tutte le funzioni trattate. In particolare si nota come la funzione di diversità del paesaggio risulta sempre su valori intermedi nelle tre tipologie e quindi sul 100% delle superfici, indicando quindi una scarsa variabilità, mentre la funzione suolo risulta più favorevole nel 75% delle superfici e la funzione acqua nel 14%. Non sono stati riscontrate né contributi contemporaneamente favorevoli o sfavorevoli, né contributi di tipo opposto.

La distribuzione spaziale delle tre tipologie (Figura 51) mostra come la prima tipologia, in cui soltanto la funzione acqua risulta soddisfatta mentre le altre risultano intermedie, sia sparsa all'interno dell'area di studio anche se preponderante nella parte settentrionale. La seconda tipologia, in cui solo la funzione suolo risulta soddisfatta, risulta la più diffusa e presente in tutta l'area di studio. Invece la terza tipologia, intermedia per tutti i valori, risulta localizzata principalmente nella parte meridionale dell'area di studio.

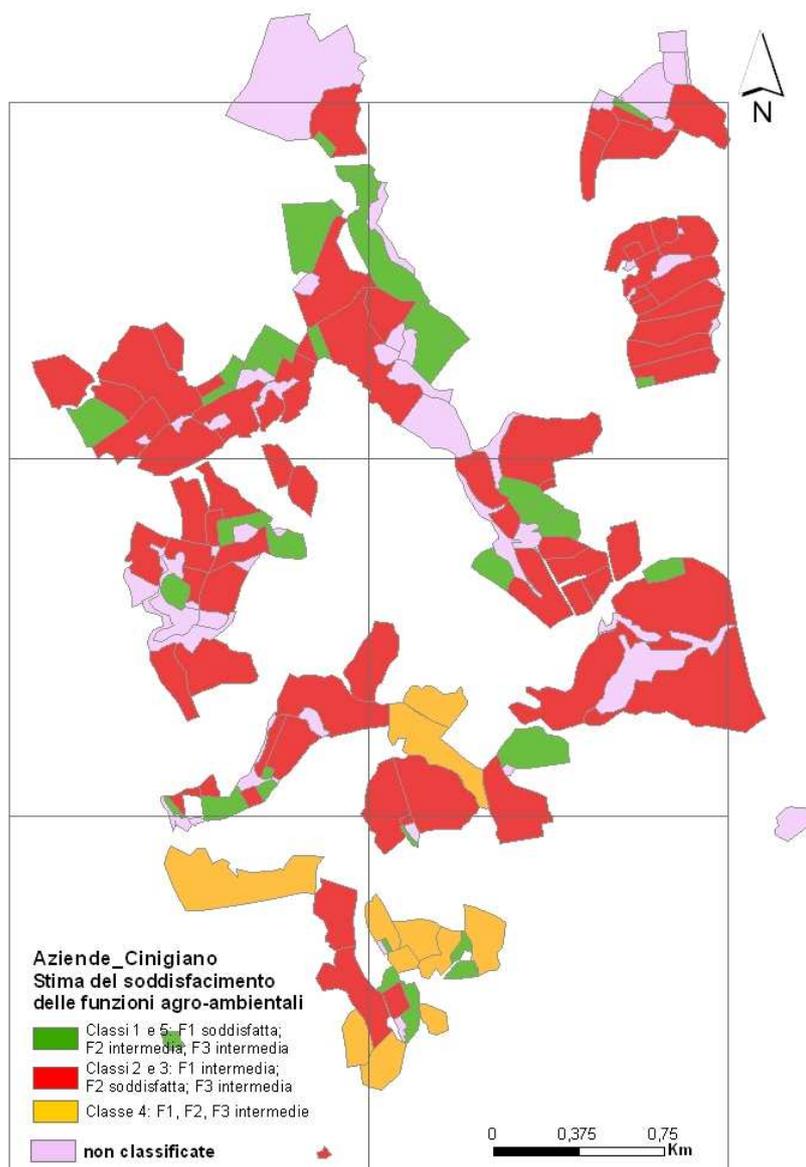


Figura 51: stima del soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali³³ nelle aziende considerate a Cinigiano.

Figure 51 : potentiels de réalisation des fonctions agro-environnementales dans les exploitations enquêtées à Cinigiano.

³³ F1 indica la funzione di protezione della qualità delle acque, F2 quella di protezione della qualità del suolo, F3 quella di conservazione della diversità del paesaggio.

Tabella 43: somma lineare del contributo di ciascun descrittore³⁴ alle funzioni agro-ambientali considerate (F1 indica la funzione di protezione della qualità delle acque, F2 di protezione della qualità del suolo, F3 di conservazione della diversità del paesaggio). F indica un contributo effettivo favorevole, I un contributo effettivo mediamente favorevole.

Tableau 43 : contribution de chaque descripteur aux fonctions agro-environnementales considérées à Cinigiano (F1 indique la fonction de protection de la qualité des eaux, F2 la fonction de protection de la qualité des sols, F3 celle de conservation de la diversité du paysage). F indique une contribution globale favorable, alors que I indique une contribution intermédiaire.

Descrittore*	Classe 1			Classe 2			Classe 3			Classe 4			Classe 5		
	F1	F2	F3												
AVESLO	80	80	80	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
DISTHYDRO	60	60	60	40	80	80	20	100	100	20	100	100	100	20	20
DISTHEDGE	60	60	60	100	100	20	80	80	40	100	100	20	40	40	80
AVEPERM	100	100	0	80	80	0	100	100	0	80	80	0	40	40	0
DENHYDRO	100	20	20	80	40	40	60	60	60	80	40	40	100	20	20
DENHEDGE	40	40	80	60	60	60	40	40	80	40	40	80	60	60	60
DENPATH	0	40	40	0	60	60	0	40	40	0	40	40	0	40	40
FIELDVIS	0	0	60	0	0	60	0	0	20	0	0	80	0	0	60
NBALANCE	60	0	0	20	0	0	80	0	0	60	0	0	40	0	0
CBALANCE	80	80	0	40	40	0	60	60	0	20	20	0	40	40	0
CROPNUM	80	80	80	80	80	80	60	60	60	100	100	100	100	100	100
LCNUM	80	80	80	80	80	80	80	80	80	60	60	60	80	80	80
ITNUM	0	0	20	0	0	40	0	0	20	0	0	20	0	0	20
Totale	740	640	580	640	680	580	640	680	560	620	640	600	660	500	540
Contributo (3 tipologie)	F	I	I	I	F	I	I	F	I	I	I	I	F	I	I

Nonostante ciò deve essere evidenziato come la distribuzione delle tre tipologie di soddisfacimento delle funzioni presenti delle differenze significative in termini di uso del suolo prevalente sugli appezzamenti, di orientamento delle aziende agricole e di dimensioni delle superfici (Tabella 44).

In particolare, le tipologie 2 e 3 si riscontrano prevalentemente negli appezzamenti a seminativo (rispettivamente nel 76% e nel 100% dei casi), mentre la tipologia 1 si trova principalmente sulle legnose agrarie (71% dei casi). Inoltre, mentre la tipologia 1 si riscontra equamente nelle diverse tipologie aziendali (41% mista e 42% mista con allevamento), le tipologie 1 e 3 sono principalmente presente nelle aziende miste con allevamento (rispettivamente 71% e 100% dei casi). Allo stesso modo sono risultate differenze significative in termini di dimensioni delle superfici analizzate, dove gli appezzamenti nelle tipologie 2 e 3 hanno una superficie di più del doppio di quelli in tipologia 1. Infine, anche la forma di gestione sembra avere un'influenza sul soddisfacimento delle funzioni, infatti la tipologia 3 risulta significativamente legata agli

³⁴ AVESLOPE indica la pendenza media, DENHYDRO la densità di corsi d'acqua, DENHEDGE la densità di siepi, AVEPERM la permeabilità media del suolo, DISTHYDRO la distanza minima ad un corso d'acqua, DISTHEDGE la distanza minima dalle siepi, DENPATH la densità di strade, FIELDVIS la % di superficie visibile da punti panoramici; NBALANCE indica il bilancio apparente dell'azoto, CBALANCE il bilancio del carbonio, CROPNUM il rapporto tra numero di colture in rotazione e la sua durata; ITNUM il numero di alberi isolati per appezzamento.

appezzamenti in affitto e in gestione, mentre le altre risultano principalmente correlate con gli appezzamenti in proprietà.

Tabella 44: differenze tra classi di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali e alcune caratteristiche delle superfici intervistate a Cinigiano. Per le superfici degli appezzamenti, sono indicate le superfici medie e le deviazioni standard tra parentesi.

Tableau 44 : différences entre les types de réalisation des fonctions agro-environnementales identifiées et quelques caractéristiques des parcelles enquêtées à Cinigiano. Pour les surfaces des parcelles, sont indiquées les surfaces moyennes et entre parenthèses l'écart-type.

n=117	Tipologia 1	Tipologia 2	Tipologia 3	Totale tipologia P value
Uso del suolo	53% seminativi	91% seminativi	100% seminativi	< 0,001 ^a
Superfici (ha)	1,5 (1,4)	3,6 (3,3)	3,6 (3,0)	< 0,001 ^b
Tipologia aziendale	73% mista con allevamento	53% mista con allevamento	100% mista con allevamento	<0,01 ^a
Forma di gestione	16% in proprietà	48% proprietà	0% proprietà	< 0,001 ^a

^a Pearson's Chi-squared test

^b Kruskal-Wallis rank sum test

Les descripteurs sélectionnés semblent discriminer une diversité de conditions de réalisation même au sein d'une espace restreint tel que celui de Cinigiano (1500 ha dont 480 enquêtés). Des conditions communes de réalisation des fonctions caractérisent la portion d'espace étudiée de Cinigiano. Le bilan apparent de l'azote est souvent excédentaire (+ 50 kg/ha par an en moyenne par parcelle), alors que les conditions géophysiques favorables au transport des nitrates dans les eaux de surface sont multiples et fréquentes (pente, faible perméabilité des sols, densité élevée de cours d'eau, fortes précipitations de printemps et d'automne). Le bilan de la matière organique est fortement déficitaire (-1315 kg/ha par an en moyenne par parcelle), tandis que les conditions géophysiques sont favorables à l'érosion et à la perte de matière organique du sol. Le nombre de cultures dans une rotation est particulièrement élevé. La mosaïque de cultures est complexe, chaque culture avoisinant une forte diversité d'autres cultures ; ceci est favorable à la diversité de la mosaïque paysagère.

La Classification Ascendante Hiérarchique des parcelles caractérisées met en évidence cinq combinaisons de conditions correspondant finalement à trois types de réalisation effective des fonctions. Ces types se distinguent surtout pour les fonctions préservation de la qualité des eaux et conservation du sol, la conservation de la diversité des paysages étant par contre semblable et le plus souvent moyennement favorable. Certaines caractéristiques spatiales des parcelles présentent des différences significatives entre les types ; il s'agit de la localisation des parcelles, leur mode d'occupation du sol, leur mode de faire-valoir ($p < 0,001$), l'orientation productive de l'exploitation utilisatrice ($p < 0,01$). Ce résultat nous a conduits à approfondir l'analyse des configurations spatiales de l'occupation du sol et de ses liens avec la réalisation des fonctions.

7.2.1.2 Identificazione delle configurazioni spaziali dell'uso del suolo indicative del soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali

7.2.1.2.1 Identificazione delle configurazioni spaziali dell'uso del suolo

7.2.1.2.1.2 Identificare gli usi agricoli del suolo e gli altri elementi a componente spaziale

L'analisi dell'uso del suolo nell'area di Cinigiano mostra come i seminativi siano largamente prevalenti, occupando circa l'83% della superficie in esame (Tabella 45). Quantitativamente, boschi ed oliveti risultano inferiori di circa 10 volte. A livello dei pixel presi in esame, si riscontrano tuttavia alcune differenze, in quanto i seminativi possono variare dall'84% al 59% delle superfici. Le aree medie degli appezzamenti a seminativo sono anch'esse variabili, pur all'interno di un *range* di circa un ettaro, per un valore medio nell'insieme dell'area di circa 3 ha. Invece, per quanto riguarda gli oliveti, essi occupano il 13% della superficie in esame. All'interno dei diversi pixel presentano delle diversità, in quanto possono occupare dal 4% al 13% della superficie (rispettivamente nei pixel 1236 e 1200).

Tabella 45: consistenza degli usi del suolo e di altri elementi spaziali in una porzione del territorio di Cinigiano.

Tableau 45 : quantification des occupations du sol et des autres éléments spatiaux dans une portion du territoire de Cinigiano.

	Usi agricoli del suolo				Altri elementi spaziali						
	Seminativi	Oliveti	Vigneti	Non coltivati	Boschi	Laghetti	Aree artificiali	Strade	Corsi d'acqua	Siepi	Alberi isolati
Totale sui 1500 ha	1250 ha	123 ha	53 ha	33 ha	191 ha	3 ha	52 ha	97 km	43 km	27 km	509
Totale/ha	0,83	0,08	0,03	0,02	0,13	0,00	0,03	65 m/ha	29 m/ha	18,2 m/ha	0,34

Anche in termini di superfici medie gli oliveti differiscono all'interno dei diversi pixel. Infatti, come è possibile osservare in Figura 52, i pixel 1200 e 1201 presentano una superficie media sensibilmente più alta degli altri. Queste diversità di uso del suolo e di superfici medie all'interno dei pixel si riscontrano anche nel caso degli altri usi del suolo:

- Vigneti: occupano il 18% della superficie nel pixel 1236, mentre il 15% nel pixel 1237. Invece le superfici medie degli appezzamenti sono significativamente più alte all'interno del pixel 1201.

- Boschi: occupano il 2% della superficie nel pixel 1201, mentre il 26% nel pixel 1200. Anche in termini di superfici medie, sebbene esista un'alta variabilità come dimostrato dagli alti valori di deviazione standard, esistono dei pixel dove sono presenti in media piccoli appezzamenti (1164, 1201), mentre pixel dove sono presenti vasti appezzamenti (1200, 1236).

-Superfici non coltivate: nell'insieme dell'area hanno una consistenza di circa 33 ha, per una copertura del 2% della superficie. I pixel che presentano una maggiore presenza sono il 1164 e il 1165 con 8 e 9 ha, mentre quelli che hanno superfici minime (1 ha) sono il 1236 e il 1201.

Per quanto riguarda invece gli altri elementi spaziali, tra gli elementi poligonali troviamo i laghetti e le aree artificiali, tra gli elementi lineari troviamo le siepi, i corsi d'acqua e le strade, mentre tra gli elementi puntuali troviamo gli alberi isolati.

- Laghetti: nell'area di studio si trovano 43 laghetti per l'irrigazione. Tali laghetti non si distribuiscono in modo omogeneo a seconda dei pixel, ma variano da un minimo di 1 nel 1165 ad un massimo di 7 nel 1236. Tale variabilità sembrerebbe legata al carattere più o meno agricolo del pixel: il 1165 è prossimo al borgo di Cinigiano, in una zona poco agricola, mentre il 1236 si trova in zona molto agricola.

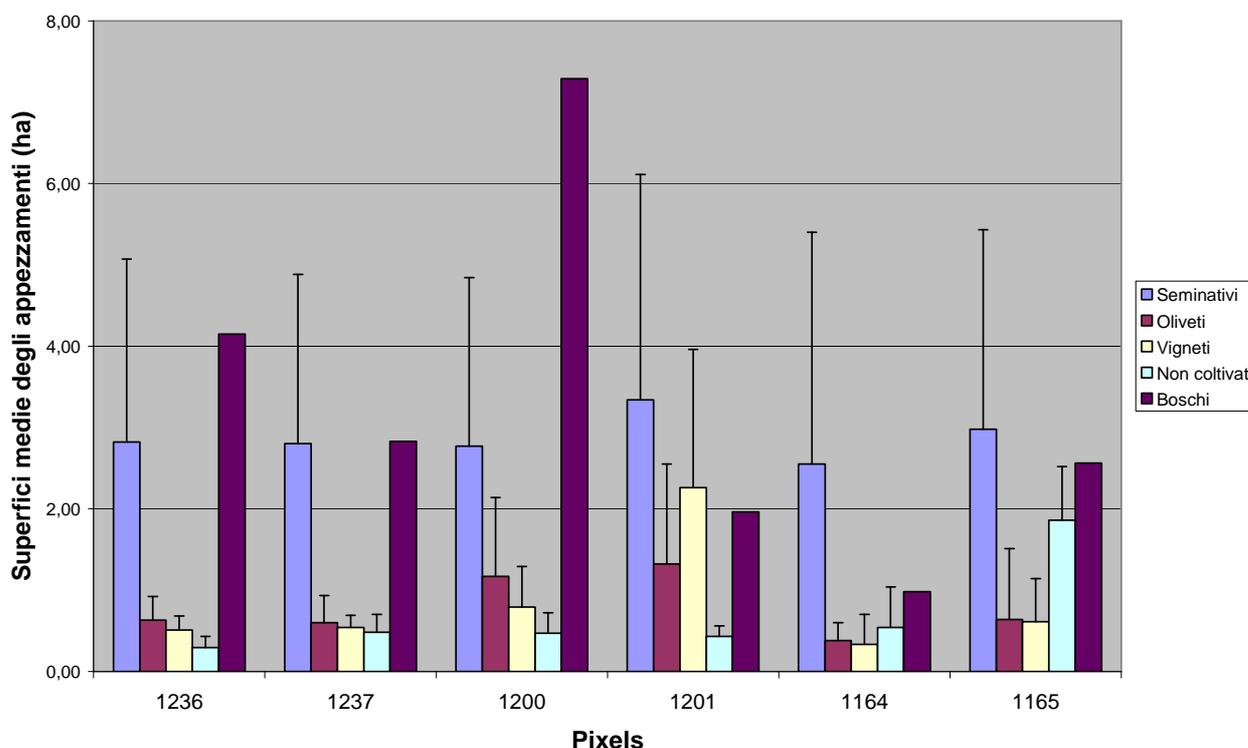


Figura 52: superfici medie degli usi del suolo in una porzione del territorio di Cinigiano. Le barre di deviazione standard non sono indicate per i boschi in quanto i valori sono estremamente variabili.

Figure 52 : surfaces et erreurs moyennes des occupations du sol dans une portion du territoire de Cinigiano (non comptabilisé pour les bois à cause de la forte variabilité des surfaces).

-Aree artificiali: nell'area di studio si trovano 87 aree artificiali con superficie media inferiore ad 1 ha. La loro distribuzione all'interno dei pixel è disomogenea. Infatti, in primo luogo queste aree sono poco dense all'interno dei pixel 1200 e 1201. Inoltre, nei pixel restanti, sono distribuite diversamente, in quanto nel pixel 1164 si tratta

principalmente del borgo, mentre nei restanti si tratta di aree isolate e distribuite in modo omogeneo sul territorio, probabilmente come retaggio dell'appoderamento.

- Siepi: La lunghezza totale delle siepi nell'area studiata è di 27313 m. Essa varia sensibilmente per pixel, presentando un valore medio di 4552 m con un *range* che va dai 2213 m nel pixel 1236 ai 7699 m nel pixel 1164. Si può quindi notare come il valore di lineare di siepi sia più basso nel pixel più lontano dalle aree edificate, mentre sia il più elevato nel pixel più vicino alle aree edificate. La lunghezza media delle siepi risulta abbastanza omogenea nei diversi pixel, intorno ai 212 m, escluso per il pixel 1165 dove risulta sensibilmente più bassa. Infine, la densità di siepi per ettaro risulta molto variabile: dai 9 m/ha del pixel 1200, ai 31 m/ha del pixel 1164.

- Corsi d'acqua: anche per quanto riguarda i corsi d'acqua, hanno una lunghezza totale nella zona studiata di 66072 m. La lunghezza totale per pixel risulta abbastanza variabile, con un range tra i 9420 m del pixel 1201 e i 14704 del pixel 1165. La lunghezza media dei corsi d'acqua all'interno di ciascun pixel non è invece molto variabile, dato che è compresa tra i 204 m del pixel 1201 e i 318 m del pixel 1200. Infine, la densità di corsi d'acqua è compresa tra i 38 m/ha nel pixel 1201 e i 59 m/ha del pixel 1165.

- Strade: hanno una lunghezza nella zona studiata di circa 95 km. Come prevedibile, la maggiore densità di strade si ha nel pixel 1164 in cui è presente il borgo di Cinigiano (102 m/ha), mentre risultano abbastanza costanti all'interno degli altri pixel.

- Alberi isolati: gli alberi isolati presenti nella porzione di territorio analizzata sono 509. Variano in misura sensibile a seconda dei pixel. Infatti, a fronte di un valore medio di 85 per pixel, presentano un range che va dai 44 del 1236 ai 156 del 1164. Tali valori sembrano legati ad una prima osservazione alla vicinanza dalle aree edificate. Infatti il pixel 1236 è quello più agricolo, più lontano dai centri abitati e con una minore presenza di aree edificate, mentre il 1164 è quello più vicino al borgo di Cinigiano.

Rispetto ai valori medi di superficie occupata per gli usi del suolo, lunghezza totale per gli elementi lineari e superficie media di ciascun uso del suolo, lunghezza media di ciascun elemento lineare, un'analisi delle correlazioni per ciascun pixel (limitandosi ad un intervallo di confidenza del 95%) ha portato a determinare che:

- Un'alta presenza di aree edificabili risulta altamente correlata con un'alta presenza di strade (0,83), un'alta presenza di siepi (0,83)

- Un'alta presenza di corsi d'acqua risulta altamente correlata con un'alta superficie media degli appezzamenti a set-aside (0,91) e una bassa lunghezza media delle siepi (-0,92)
- Un'alta lunghezza media di siepi risulta altamente correlata con una bassa superficie media della superficie a set-aside (-0,97)
- Un'alta superficie a seminativo risulta altamente correlata con una bassa superficie ad oliveto (-0,93), mentre un'alta superficie media a seminativi è positivamente correlata con un'alta superficie a vigneto (0,90).

7.2.1.2.1.2 Identificare qualitativamente come tali elementi si combinano

Come è possibile verificare nella Figura 52 e dalle osservazioni in campo, pur nella variabilità della porzione del territorio preso in esame, esistono delle configurazioni che si ripetono frequentemente.

Abbiamo mostrato come il seminativo sia l'uso del suolo più frequente e quindi praticamente ubiquitario nelle configurazioni, ma tale uso del suolo si combina diversamente a seconda degli usi del suolo prossimali e della localizzazione rispetto ad altri elementi spaziali.

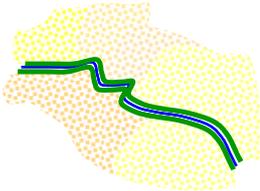
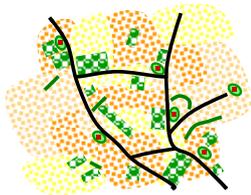
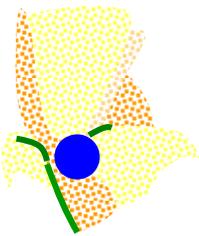
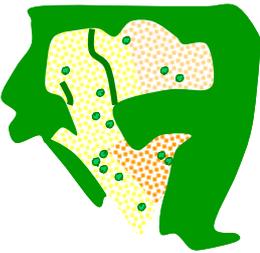
Da una prima analisi abbiamo potuto identificare che:

- appezzamenti abbastanza grandi di seminativi si trovano frequentemente negli impluvi dei corsi d'acqua. Tali corsi d'acqua sono circondati da fasce riparie di diversa dimensione / estensione. Tale configurazione può essere modificata in aree particolarmente pendenti o particolarmente mal esposte dalla presenza di appezzamenti lasciati a set-aside o abbandonati.
- in prossimità delle strade, sopra ai poggi, si trovano le aree edificate, che spesso sono circondate da piccoli vigneti ed oliveti, inframmezzati da appezzamenti più o meno grandi a seminativo. In tali aree le siepi sembrano anche essere più dense.
- in prossimità dei laghetti per l'irrigazione, sono spesso presenti appezzamenti a seminativo e/o a set-aside, ed una maggiore densità di siepi.
- in prossimità dei boschi (e non delle semplici fasce riparie) sono presenti grandi superfici a seminativi che sembrano presentare una maggiore densità di alberi isolati.

A partire da queste osservazioni, identificate quattro tipologie di configurazioni spaziali dell'occupazione del suolo che sono riportate nella Figura 53, dove sono state sintetizzate tali informazioni sia in forma grafica, sia in forma di materiale iconografico.

Figura 53: tipologia di configurazioni spaziali identificate su una porzione del territorio di Cinigiano.

Figure 53 : configurations spatiales de l'occupation du sol identifiées à Cinigiano.

Codice	Configurazioni spaziali identificate	Esempio da foto aerea	Esempio da fotografia
CS1			
CS2			
CS3			
CS4			

7.2.1.2.1.3 Quantificare l'abbondanza e densità dell'uso del suolo e degli elementi a componente spaziale

A partire dagli usi del suolo ed altri elementi spaziali che sono risultati significativi per ciascuna delle configurazioni spaziali identificate, è possibile determinare alcuni descrittori elementari di ciascuna configurazione. Ad esempio la CS1, è stata qualificata come composta dalla presenza maggioritaria di grandi superfici a seminativi in prossimità dei corsi d'acqua e delle fasce riparie. Ciò può essere scomposto in alcuni semplici descrittori, ovvero: (a) gli appezzamenti prossimali ai corsi d'acqua sono in maggioranza seminativi; (b) il rapporto perimetro/area dei boschi vicini ai corsi d'acqua

è più alto degli altri boschi, in quanto trattasi di fasce riparie; (c) le superfici degli appezzamenti a seminativo vicini ai corsi d'acqua sono maggiori degli altri appezzamenti a seminativo. La significatività di ciascuno di questi descrittori può essere testata statisticamente. I descrittori corrispondenti a ciascuna configurazione spaziale e la loro significatività sono riportati nella Tabella 46.

Tabella 46: test delle principali caratteristiche distintive delle configurazioni spaziali dell'uso del suolo identificate in una porzione del territorio di Cinigiano.

Tableau 46 : tests des caractéristiques principales des configurations spatiales de l'occupation du sol identifiées à Cinigiano.

Codice	Descrittori delle configurazioni spaziali	Valori ottenuti
CS1	Gli appezzamenti vicini ai corsi d'acqua sono a maggioranza seminativi	Chi-quadro = 128,78 p-value = 7,56e-30 ***
	Il rapporto perimetro/area dei boschi vicini ai corsi d'acqua è maggiore di quelli lontani	Wilcoxon value= 241,5 p-value = 1,30e-07 ***
	Le superfici degli appezzamenti a seminativo vicini ai corsi d'acqua sono maggiori degli altri appezzamenti a seminativo	Wilcoxon value = 32777,5 p-value = 2.2e-16 ***
CS2	Gli appezzamenti a vite ed olivo sono in maggioranza vicini alle strade e alle aree edificate	Chi-quadro = 7,38 p-value = 0,006 ***
	Gli appezzamenti a vite ed olivo vicini alle strade e alle aree edificate hanno un superficie più piccola	Wilcoxon value = 4110,5 p-value = 0,97
	La lunghezza di siepi è maggiore vicino alle aree edificate e alle strade	Wilcoxon value= 2819 p-value = 0,005 ***
CS3	Gli appezzamenti vicini ai laghetti per l'irrigazione sono in maggioranza a seminativi e/o incolti	Chi-quadro = 10,17 p-value = 0,0014 ***
	Gli appezzamenti a seminativo vicini ai laghetti hanno una superficie media più piccola	Wilcoxon value= 6775,5 p-value = 0,865
	Il numero di siepi e alberi isolati vicini ai laghetti è inferiore rispetto al numero di quelli lontani	Chi-quadro = 1118 p-value = 3,9594e-245 ***
CS4	Gli appezzamenti a seminativo sono in maggioranza vicini a boschi a basso rapporto perimetro/area	Chi-quadro = 12,81 p-value = 0,0003 ***
	Gli appezzamenti vicini a boschi a basso rapporto perimetro/area presentano più alberi isolati	Chi-quadro = 173,27 p-value = 1,42279e-39 ***
	Le superfici degli appezzamenti a seminativo vicini a boschi a basso rapporto perimetro/area sono maggiori delle altre	Wilcoxon value= 8115,5 p-value = 0,4476

Come è possibile verificare soltanto tre criteri su 12 risultano non significativi. In base a tali risultati è possibile affinare la descrizione delle configurazioni spaziali dell'uso del suolo identificate qualitativamente, escludendone i descrittori che non sono risultati significativi.

7.2.1.2.1.4 Localizzare le configurazioni spaziali dell'uso del suolo

Nella Figura 54 è riportata la localizzazione delle quattro configurazioni spaziali identificate nel territorio di Cinigiano. Come si può osservare, la CS1 risulta la più diffusa, coprendo una superficie di 1007 ha che rappresenta il 59% della superficie della porzione di territorio considerata. Risulta presente in modo omogeneo all'interno dell'area di studio e occupa una superficie continua. La configurazione spaziale CS2, invece, si estende su 749 ha, ovvero sul 44% della superficie, e come nel caso della CS1 è distribuita in modo omogeneo nell'area di studio e risulta distribuita in due blocchi continui. Le altre due configurazioni spaziali, CS3 e CS4 risultano invece decisamente meno diffuse, coprendo rispettivamente il 6% e il 14% della superficie della porzione di territorio. CS3 risulta principalmente localizzata nella parte settentrionale dell'area di studio, mentre CS4 in quella centrale. Entrambe sono distribuite in aree molto localizzate e presentano una forte discontinuità spaziale.

Come si può osservare il totale delle superfici interessate da tali configurazioni supera il 100% della superficie interessata dall'indagine. Questo è dovuto al fatto che le configurazioni spaziali identificate si sovrappongono tra di loro. Ai fini del test dell'ipotesi di ricerca, è quindi necessario localizzare anche le aree di sovrapposizione tra configurazioni spaziali diverse. I risultati di tali sovrapposizioni sono illustrati nella Tabella 47.

Tra CS1 e CS2 esiste una sovrapposizione di 388 ha, corrispondenti a circa il 38% di CS1 e al 52% di CS2. Le aree sovrapposte risultano uniformemente distribuite all'interno dell'area di studio, tuttavia si può considerare come l'unione di CS1 e CS2 vada a coprire praticamente tutta l'area. Invece la sovrapposizione tra CS1 e CS3 copre circa 80 ha, ovvero l'8% di CS1 e l'82% di CS3. Risultano principalmente sovrapposti nell'area settentrionale dove è maggiormente localizzata CS3 (Figura 55). Tra CS1 e CS4 esiste una sovrapposizione di 202 ha, pari al 20% di CS1 e all'83% di CS4. Tra CS2 e CS3 risulta una sovrapposizione di 52 ha, ovvero pari al 7% di CS2 e al 52% di CS3. Invece tra CS2 e CS4 risulta una sovrapposizione di 100 ha, corrispondenti al 13% di CS2 e al 41% di CS4. Tra CS3 e CS4 esiste una sovrapposizione di 9 ha, pari al 9% di CS3 e al 4% di CS4.

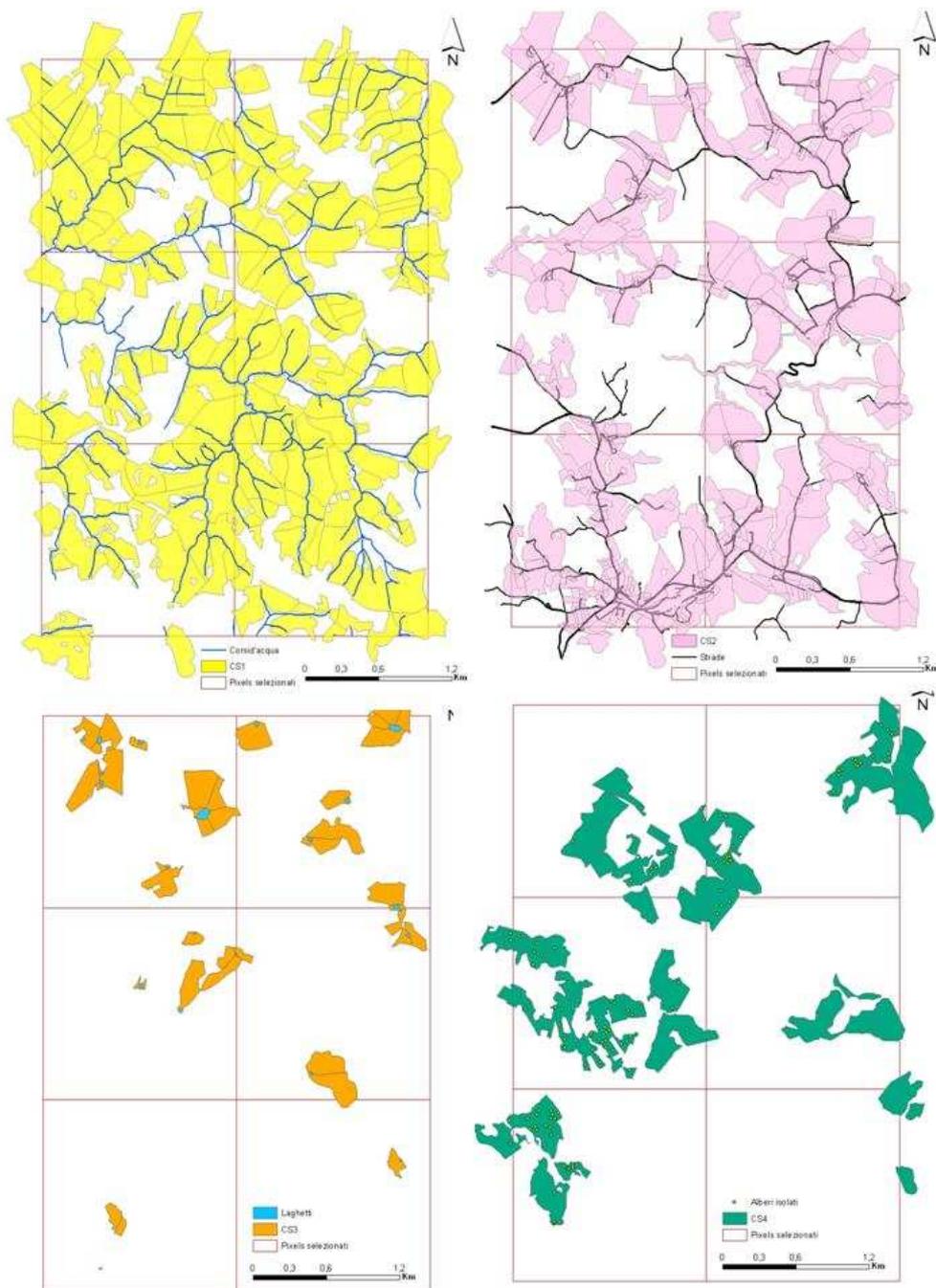


Figura 54: localizzazione delle quattro configurazioni spaziali identificate in una porzione del territorio di Cinigiano. Dall'alto verso il basso: a sinistra, CS1 e CS3; a destra CS2 e CS4.
Figure 54 : localisation des quatre configurations spatiales de l'occupation du sol dans le territoire de Cinigiano. A partir du haut : à gauche, CS1 et CS3 ; à droite, CS2 et CS4

Risulta evidente come le sovrapposizioni maggiori esistenti tra CS1 con CS3 e CS4 siano dovute al fatto che tutte queste configurazioni spaziali sono principalmente basate su un uso del suolo, ovvero i seminativi, mentre nel caso di CS2 gli usi del suolo maggiormente interessati sono il vigneto e l'oliveto. D'altra parte, invece, CS3 e CS4 risultano poco sovrapposte in quanto si trovano in settori completamente diversi: laghetti per l'irrigazione e boschi a basso rapporto perimetro/area sono localizzati in

zone completamente diverse. Quindi anche se l'uso del suolo principale tra le due configurazioni è il seminativo, queste risultano scarsamente sovrapposte.

Tabella 47: aree di sovrapposizione tra diverse configurazioni spaziali dell'uso del suolo in una porzione del territorio di Cinigiano.

Tableau 47 : surfaces de superposition entre les différentes configurations spatiale de l'occupation du sol dans le territoire de Cinigiano.

	CS1	CS2	CS3	CS4
CS1	-	388 ha	80 ha	202 ha
CS2		-	52 ha	100 ha
CS3			-	9 ha
CS4				-

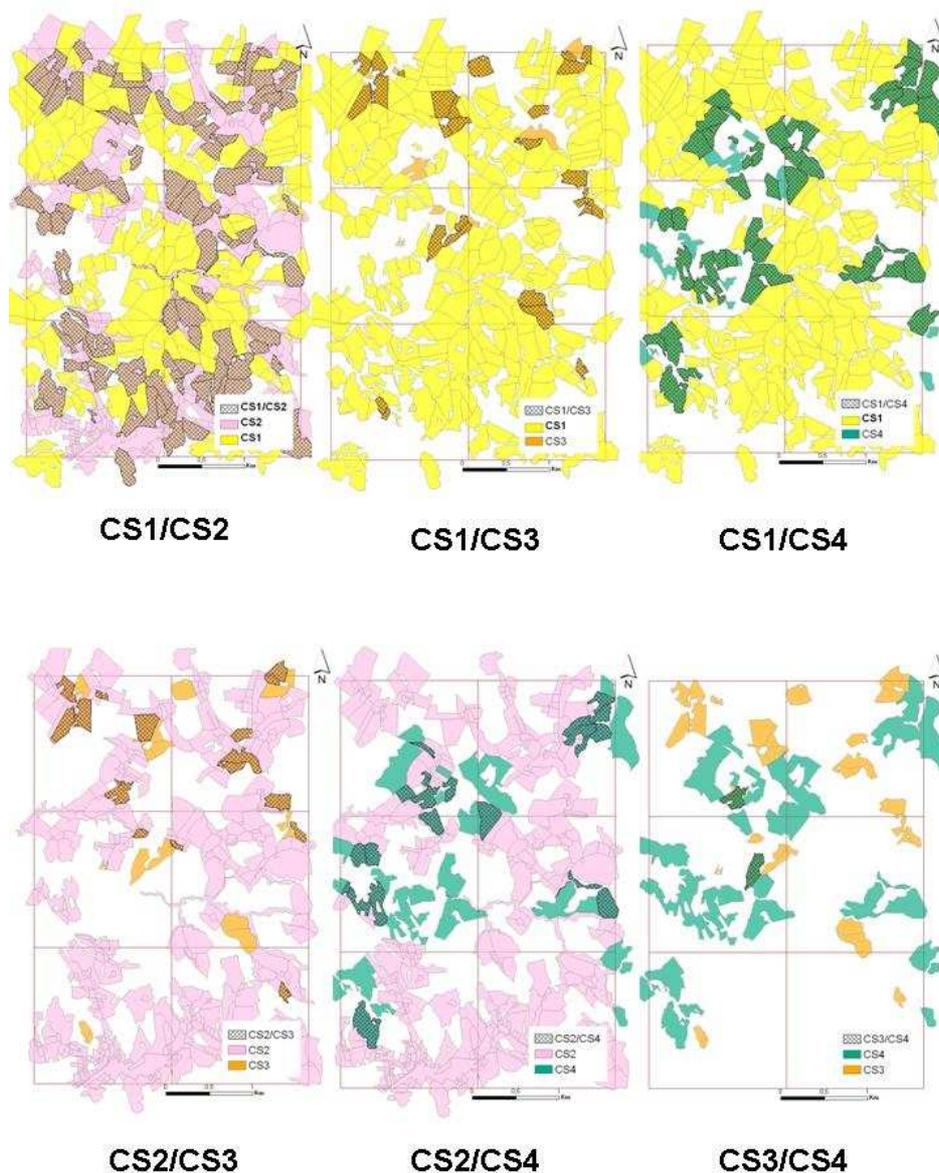


Figura 55: localizzazione delle sovrapposizioni tra configurazioni spaziali nel territorio di Cinigiano

Figure 55 : localisation des intersections entre configurations spatiales de l'occupation du sol dans le territoire de Cinigiano.

7.2.1.2.1 Le configurazioni spaziali dell'uso del suolo possono essere un indicatore del soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali?

7.2.1.2.1.1 Sovrapposizioni spaziali tra le configurazioni spaziali dell'uso del suolo e gli appezzamenti intervistati

Le superfici delle aziende intervistate sono parte di una o più configurazioni spaziali dell'uso del suolo. In particolare risultano sovrapposte per il 57% del totale delle superfici intervistate con la CS1, il 33% del totale con CS2, il 6% con CS3 e il 19% con CS4 (Tabella 48). Nella maggior parte dei casi e per tutte le configurazioni spaziali, la maggiore sovrapposizione si ha con superfici presentanti un soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali della Tipologia 2 (più favorevole alla funzione di protezione della qualità del suolo e intermedia per le altre funzioni) che peraltro risulta quella che interessa le aziende intervistate per il 53% della superficie totale, mentre interessa soltanto sporadicamente la Tipologia 3 (intermedia per tutte le funzioni) che interessa soltanto l'8% delle superfici. Tuttavia è interessante osservare come alcune sovrapposizioni escano da questo schema e sembrano indicare una corrispondenza più forte tra alcune configurazioni spaziali e delle tipologie di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali. È il caso ad esempio della relazione tra CS3 e la sovrapposizione tra CS1 e CS3 che si trovano rispettivamente per il 33% e il 43% nella Tipologia 1. Oppure è il caso della CS1, CS2 e della sovrapposizione tra CS1 e CS2 che interessano rispettivamente il 13% e il 18% della Tipologia 3, o della sovrapposizione tra CS2 e CS3 che interessa per il 43% la Tipologia 1.

Tabella 48: illustrazione delle aree intervistate interessate e delle loro caratteristiche dalle configurazioni spaziali dell'uso del suolo identificate e dalle loro sovrapposizioni.

Tableau 48 : illustration et caractéristiques des exploitations enquêtées à Cinigiano en lien avec les configurations spatiales de l'occupation du sol identifiées et leurs croisements.

	Superficie (ha)	% sovrapposizione superficie aziende agricole	% sovrapposizione Tipologia 1*	% sovrapposizione Tipologia 2**	% sovrapposizione Tipologia 3***
CS1	272 (57%)	100%	9%	71%	13%
CS2	158 (33%)	33%	18%	63%	13%
CS3	30 (6%)	36%	33%	57%	0%
CS4	92 (19%)	64%	7%	88%	0%
CS1/CS2	95 (20%)	45%	13%	68%	18%
CS1/CS3	23 (5%)	27%	43%	56%	0%
CS1/CS4	82 (17%)	64%	5%	89%	0%
CS2/CS3	14 (3%)	27%	43%	36%	0%
CS2/CS4	84 (18%)	27%	0%	100%	0%
CS3/CS4	0 (0%)	0%	0%	0%	0%

* La Tipologia 1 è più favorevole al soddisfacimento della funzione di tutela delle acque superficiali

** La Tipologia 2 è più favorevole al soddisfacimento della funzione di tutela della qualità del suolo

*** La Tipologia 3 presenta un soddisfacimento intermedio per tutte le tre funzioni considerate

Invece in Tabella 49 mostriamo qual è la superficie interessata da ciascuna diverso grado di soddisfacimento delle funzioni che risulta sovrapposta con le configurazioni spaziali.

Tabella 49 : percentuale della superficie di ciascun tipo di soddisfacimento delle funzioni coperta dalle diverse configurazioni spaziali dell'uso del suolo a Cinigiano.

Tableau 49 : pourcentage de la surface de chaque type de réalisation des fonctions présentant une configuration spatiale de l'occupation du sol à Cinigiano.

	CS1	CS2	CS3	CS4	Sovrapposizioni
Tipologia 1	77%	97%	43%	35%	CS1/CS2: 62%
Tipologia 2	96%	76%	23%	57%	CS1/CS4: 55%; CS1/CS2: 70%
Tipologia 3	95%	100%	0%	10%	CS1CS2: 95%

7.2.1.2.1.2 Relazioni tra configurazioni spaziali dell'uso del suolo e il soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali

Il confronto tra le quattro configurazioni spaziali dell'uso del suolo identificate e le tre tipologie di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali tramite Pearson's Chi-squared test per valori ripetuti ha messo in evidenza come esistano delle differenze significative tra di esse ($p\text{-value} < 0,001$).

Dato che lo scopo del lavoro è di testare quali siano le configurazioni spaziali a cui corrispondono diverse classi di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali, abbiamo effettuato un confronto a coppie per ciascuna configurazione spaziale rispetto alle tipologie di soddisfacimento delle funzioni (Tabella 50).

Tabella 50: significatività (Pearson's Chi-squared test) delle relazioni tra diverse configurazioni spaziali dell'uso del suolo e le tipologie di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali a Cinigiano.

Tableau 50 : significativité (Pearson's Chi-squared test) des relations entre les configurations spatiales de l'occupation du sol identifiées et les types de réalisation des fonctions agro-environnementales à Cinigiano.

	CS1	CS2	CS3	CS4
CS1	-	p-value < 0,01	p-value < 0,05	p-value < 0,05
CS2		-	Ns	p-value < 0,001
CS3			-	Ns
CS4				-

I risultati hanno evidenziato come non ci siano differenze significative rispetto alle tipologie di soddisfacimento delle funzioni soltanto tra CS2 e CS3 e tra CS3 e CS4. D'altro canto, invece, per le altre combinazioni, risulta interessante considerare come nonostante l'alta superficie di sovrapposizione, ci siano delle differenze significative tra CS1 e CS3 e tra CS1 e CS4. Infatti una lettura in questo senso della Tabella 48 mostra una diversa composizione in termini di configurazioni spaziali di CS1 e CS3 oltre che di CS1 con CS4. CS1 si distingue da CS3 per una sovrapposizione preponderante con la Tipologia 2, ma in con un 9 e 13% di sovrapposizioni rispettivamente con la Tipologia 1 e la Tipologia 3. Invece CS3 risulta sovrapposta soltanto alle Tipologie 1 e 2, con una

percentuale di sovrapposizione alla Tipologia 1 nettamente superiore (33%) che nel caso di CS1.

7.2.1.2.1.2 Le configurazioni spaziali dell'uso del suolo possono essere considerate un buon indicatore del soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali a Cinigiano?

A partire dalle relazioni identificate, è possibile predire la probabilità che una configurazione spaziale dia informazioni su una classe di combinazione di condizioni di soddisfacimento delle funzioni (Tabella 42) o su una delle tre tipologie di soddisfacimento delle funzioni (Tabella 43). Utilizzando un modello di tipo multinomial logit, mettiamo in evidenza come nel territorio studiato e mettendo in relazione le configurazioni spaziali dell'uso del suolo con le cinque classi di condizioni di soddisfacimento delle funzioni considerate (Tabella 51), la probabilità di trovare un determinato tipo di classe di combinazione di condizioni considerata una configurazione spaziale sia inferiore al 50% ($p=0,40$). In particolare le classi 4 e 5 non risultano mai predittibili, mentre le classi 1, 2, 3 risultano sempre predittibili. Se si relazionano invece le configurazioni spaziali con le tre tipologie di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali (Tabella 52), tale probabilità predittiva aumenta fino ad un valore di circa due terzi ($p= 0,66$).

Tabella 51: illustrazione dell'abilità predittiva di un modello multinomiale che descrive la probabilità di ottenere una classe di condizioni di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali sulla base delle configurazioni spaziali dell'uso del suolo identificate nel territorio di Cinigiano.

Tableau 51 : illustration de la capacité prédictive d'un modèle multinomial décrivant la probabilité d'obtenir un type de conditions de réalisation des fonctions agro-environnementales sur la base des types de configurations spatiales de l'occupation du sol identifiées dans une portion de territoire de Cinigiano.

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
Classe 1	32	21	9	0	0
Classe 2	25	73	19	0	0
Classe 3	22	56	31	0	0
Classe 4	18	20	6	0	0
Classe 5	3	5	1	0	0

Tabella 52: illustrazione dell'abilità predittiva di un modello multinomiale che descrive la probabilità di ottenere una tipologia di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali sulla base delle configurazioni spaziali dell'uso del suolo identificate nel territorio di Cinigiano.

Tableau 52: illustration de la capacité prédictive d'un modèle multinomial décrivant la probabilité d'obtenir une classe de réalisation des fonctions agro-environnementales sur la base des types de configurations spatiales de l'occupation du sol identifiées dans une portion de territoire de Cinigiano.

	Tipologia 1	Tipologia 2	Tipologia 3
Tipologia 1	0	71	0
Tipologia 2	2	226	0
Tipologia 3	0	44	0

I risultati mostrati in Tabella 52, anche se migliori da un punto di vista predittivo, indicano come il valore predittivo sia molto alto per quanto riguarda la Tipologia 2, dove si riesce a prevedere correttamente con le configurazioni spaziali il 99% dei casi,

mentre sia nullo per le Tipologie 1 e 3 dove tutti i valori vengono predetti dal modello in Tipologia 2.

Ciò sembra dovuto alla numerosità degli appezzamenti che si trovano in Tipologia 2 rispetto agli altri (Tabella 48). Per questo motivo è lecito ritenere che altri predittori insieme alle configurazioni spaziali possano migliorare le caratteristiche del modello. Tra questi, abbiamo sottolineato in precedenza come alcune caratteristiche delle aziende agricole sono già risultati interessanti (Tabella 44). Quindi i descrittori di condizione agronomica sembrerebbero interessanti in quanto non direttamente in relazione con le configurazioni spaziali. Infatti esiste una relazione tra i descrittori strutturali e le configurazioni spaziali che è data dalle relazioni di prossimità e frammentazione che sono prese in considerazione e dagli stessi parametri di uso del suolo. Considerando anche tali descrittori insieme alle configurazioni spaziali, la probabilità predittiva del modello diventa molto più interessante (Tabella 53), con valori intorno a $p = 0,85$.

Tabella 53: illustrazione dell'abilità predittiva di un modello multinomiale che descrive la probabilità di ottenere una classe di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali sulla base delle configurazioni spaziali dell'uso del suolo, dei bilanci di azoto e di sostanza organica e della lunghezza delle rotazioni nelle aziende agricole (NBALANCE, CBALANCE, CROPNUM) identificate nel territorio di Cinigiano.

Tableau 53 : illustration de la capacité prédictive d'un modèle multinomial décrivant la probabilité d'obtenir une classe de réalisation des fonctions agro-environnementales sur la base des types de configurations spatiales de l'occupation du sol, des bilans d'azote et de matière organique et de la longueur des rotations (NBALANCE, CBALANCE, CROPNUM) identifiées dans une portion de territoire de Cinigiano.

	Tipologia 1	Tipologia 2	Tipologia 3
Tipologia 1	30	35	5
Tipologia 2	10	204	0
Tipologia 3	0	0	44

Dall'osservazione della Tabella 53, si può desumere come il valore predittivo resti molto alto per la Tipologia 2 (95%), risulti pari al 100% per la Tipologia 3 che in precedenza non era considerata, mentre aumenti ma non sia risolutivo per quanto riguarda la Tipologia 1 (43%).

Da questi risultati si potrebbe pensare quindi che la tipologia di azienda agricola, con diversi itinerari tecnici, possa giocare un ruolo importante insieme alle configurazioni spaziali per determinare il soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali per l'area di studio considerata. Integrando quindi la tipologia di azienda come indicatore insieme alle configurazioni spaziali, avremmo una probabilità che scende a $p = 0,78$, ma che mantiene una buona capacità di predizione per le Tipologie 2 e 3, senza integrare descrittori che sono stati parte integrante dei risultati della *cluster analysis*.

A completamento di questa analisi, per tentare di meglio descrivere la Tipologia 1, abbiamo verificato che l'inclusione insieme alle configurazioni spaziali e alle aziende agricole dell'indicatore di tipologia di gestione (affitto vs proprietà degli appezzamenti), permette di migliorare notevolmente i risultati, ottenendo una $p= 0,82$ ed una migliore descrizione della Tipologia 1 (Tabella 54). In tal modo, la capacità predittiva del modello multinomiale è pari al 44% per la Tipologia 1, al 92% per la Tipologia 2 e al 95% per la Tipologia 3.

Tabella 54: illustrazione dell'abilità predittiva di un modello multinomiale che descrive la probabilità di ottenere una classe di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali sulla base delle configurazioni spaziali dell'uso del suolo, dell'identificativo dell'azienda agricola e della forma di gestione degli appezzamenti (ID_azienda, FG) identificate nel territorio di Cinigiano.

Tableau 54 : illustration de la capacité prédictive d'un modèle multinomial décrivant la probabilité d'obtenir une classe de réalisation des fonctions agro-environnementales sur la base des types de configurations spatiales de l'occupation du sol, du code identifiant des exploitations enquêtées et de la forme de contrats de gestion des parcelles (ID_azienda, FG) identifiées dans une portion de territoire de Cinigiano.

	Tipologia 1	Tipologia 2	Tipologia 3
Tipologia 1	31	37	3
Tipologia 2	19	207	0
Tipologia 3	2	0	42

L'identification des configurations spatiales s'est faite à partir d'observations de terrain, d'analyses de photographies aériennes et du contenu des enquêtes en exploitation. Quatre configurations ressortent pour Cinigiano, que l'on appelle Bord de rivière cultivé (CS1), Vergers domestiques (CS2), Périphérie de retenue collinaire (CS3), Clairière cultivée (CS4). Pour chacune d'elle, on a mis en évidence les spécificités d'agencement des occupations du sol. Des tests statistiques ont permis de ne pas en rester à une appréciation qualitative de ces spécificités (tests du Chi-carré et de Wilcoxon). Le niveau de signification de la relation existant entre la configuration et le critère d'agencement considéré est souvent élevé (10 test significatifs sur les 13 effectués).

Une fois ces relations identifiées, nous avons pu spatialiser les configurations spatiales identifiées dans l'ensemble du tissu d'exploitations. Des différences de distribution spatiale et de voisinage apparaissent dans l'espace caractérisé (Figure 8). Le type Bord de rivière cultivé (CS1) est très fréquent (57% de la surface étudiée) du fait de la prépondérance des cultures dans cette zone et des nombreux cours d'eau présents. Ce type présente souvent des recouvrements avec l'espace occupé par les types Périphérie de retenue collinaire (CS3) et Clairière cultivée (CS4). Les types Vergers domestiques (CS2), Périphérie de retenue collinaire (CS3) et Clairière cultivée (CS4) présentent par contre peu de recouvrements entre eux.

À partir de ces éléments nous pouvons faire l'hypothèse que l'analyse des relations entre configurations spatiales de l'occupation du sol et la réalisation des fonctions agro-environnementales doit aussi prendre en compte les superpositions entre configurations spatiales de l'occupation du sol plus importantes. A partir des données issues des deux phases précédentes, nous avons testé la relation existant entre la réalisation des fonctions et les configurations spatiales de l'occupation du sol dans l'espace analysé à Cinigiano.

Pour chaque configuration, il y a toujours, parmi les parcelles concernées, un type de réalisation très fréquent ; il correspond à celui relevé le plus souvent dans l'espace étudié (très favorable pour la fonction de conservation du sol et intermédiaire pour les autres). La fréquence des deux autres types discrimine par contre les configurations, sans nécessairement discriminer la réalisation effective de ces configurations. En effet, le Bord de rivière cultivé (CS1) est relativement spécifique en termes de réalisation des fonctions ; il diffère de CS2, CS3, CS4, et correspond à trois types de réalisation des fonctions T2, T3 et T5. Les Vergers domestiques (CS2) et la Clairière cultivée (CS4) correspondent à deux types de réalisation effective des fonctions, dont un est commun au Bord de rivière (T2 et T3).

Ceci signifie que la configuration la plus courante correspond à une réalisation spécifique des fonctions dans la zone étudiée. Les 3 autres configurations, minoritaires, correspondent pour deux d'entre elles à une réalisation spécifique de fonctions. Ces résultats montrent finalement

que trois des quatre configurations distinguent les types de réalisations des fonctions dans l'espace étudié (CS1, CS2 et CS4).

Des tests de régression multinomiale ont aussi permis de qualifier la valeur prédictive des configurations spatiales vis-à-vis de la réalisation des fonctions. La valeur prédictive n'est satisfaisante ($p=0,40$) que pour un type de réalisation (favorable pour la fonction sol et moyennement favorable pour les fonctions eau et paysage), alors que la valeur prédictive est améliorée pour les deux autres types de réalisation lorsque l'on ajoute les variables concernant le faire-valoir des parcelles et la localisation des exploitations utilisatrices des parcelles ($p=0,89$).

7.2.2 Sintesi dei risultati ottenuti nel caso di studio francese

7.2.2.1 La valutazione del soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali

I descrittori utilizzati sembrano ben discriminare una diversità di condizioni di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali, seppur in un comprensorio spazialmente limitato (totale 3000 ha, di cui 572 ha coperti da intervista).

Rispetto ai descrittori di gestione agronomica degli appezzamenti, si riscontra a livello del comprensorio:

- un bilancio annuo apparente dell'azoto eccedente sia nelle colture in rotazione che nel prato permanente (valore medio di + 40 kg/ha anno con maggior variabilità nel caso del prato permanente) che nelle condizioni strutturali del comprensorio stesso (pendenze medie non elevate, bassa densità di corsi d'acqua e precipitazioni ben distribuite nel corso dell'anno anche se più intense nel periodo autunno-vernino) non sembrano indicare un rischio elevato di lisciviazioni dei nitrati nelle acque superficiali;
- un carico animale non troppo elevato che nelle condizioni strutturali di pendenze medie basse ma di alta presenza di appezzamenti non meccanizzabili e destinati a prato permanente, alta densità e vicinanza di siepi e boschetti, può generare un rischio di chiusura del paesaggio;
- un basso numero di colture in rotazione e di diversità degli usi del suolo adiacenti agli appezzamenti, oltre che una scarsa visibilità, che sembrano indicare per il comprensorio una bassa diversità del paesaggio.

La cluster analysis ci ha permesso di discriminare 5 diverse classi di condizioni che contribuiscono al soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali (Tabella 55).

Tabella 55: medie dei descrittori³⁵ di soddisfazione delle funzioni agro-ambientali per le classi identificate, sulla riga differenze tra le medie secondo il test di Fisher e posizione dei valori medi rispetto ad una classificazione in 5 classi tramite criterio di Jenks³⁶. I valori tra parentesi indicano il numero di appezzamenti che interessano ciascuna classe.

Tableau 55 : moyennes des indicateurs de réalisation de fonctions agro-environnementales pour les cinq classes identifiées, leurs différences significatives selon le test de Fisher et la position des moyennes par rapport aux cinq classes identifiées avec le critère de Jenks (entre parenthèses les parcelles qui se trouvent dans chacun des types identifiés).

Descrittori	C1 (82)		C2 (107)		C3 (105)		C4 (25)		C5 (38)	
	Valore medio	Classe Jenks								
DISTHYDRO	159,20	2	26,22	0	138,70	2	103,70	1	415,20	4
DISTHEDGE	16,98	0	8,25	0	18,38	0	15,65	0	54,70	1
DENHYDRO	0	0	43,41	1	9,47	0	2,63	0	0,00	0
DENHEDGE	294,90	3	205,00	2	61,61	0	588,20	4	200,50	2
AVESLO	6,28	2	6,04	2	5,10	2	7,92	3	6,05	2
UBAFIELD	1,28	2	1,20	2	1,21	2	1,15	2	1,11	2
NBALANCE	55,91	2	66,51	3	22,74	2	49,48	2	17,58	2
CROPNUM	0,70	3	0,73	3	0,65	3	0,72	3	0,69	3
DENPATH	0,21	1	0,15	1	0,20	1	0,14	1	0,19	1
WATERDREN	0,12	1	0,17	1	0,09	1	0,00	0	0,26	1
FIELDVIS	0,40	2	0,22	1	0,47	2	0,45	2	0,23	1
LCNUM	1,08	2	1,44	2	1,16	2	1,00	1	1,16	2

La Classe 1 (C1) si caratterizza per un'alta presenza di siepi intorno agli appezzamenti (DISTHEDGE 16,98 m), una densità nulla di corsi d'acqua ma una presenza di drenaggi in circa il 12% degli appezzamenti (WATERDREN 0,12), un'alta visibilità (FIELDVIS 0,40) e una limitata diversità di usi del suolo dato che in media è presente un solo diverso uso del suolo adiacente all'appezzamento (LCNUM 1,08), una bilancio dell'azoto contenuto (NBALANCE 55,9 kg/ha). Si tratta quindi di una classe i cui appezzamenti sembrano presentare condizioni favorevoli per la realizzazione della funzione di protezione delle acque superficiali dai nitrati e condizioni intermedie per quanto riguarda le funzioni paesaggistiche (protezione dalla chiusura e conservazione della diversità del paesaggio). La Classe 2 (C2) presenta invece una grande vicinanza degli appezzamenti dai corsi d'acqua (DISTHYDRO 26,22 m) e alle siepi (DISTHEDGE 8,26) e un'alta densità di corsi d'acqua (DENHYDRO 43,41 m/ha), un elevato bilancio dell'azoto (NBALANCE 66,51), una bassa visibilità degli appezzamenti (FIELDVIS 0,22) e una limitata diversità di usi del suolo dato che in media è presente tra uno e due diversi usi del suolo adiacenti all'appezzamento (LCNUM 1,44). Si tratta quindi di una

³⁵ AVESLOPE indica la pendenza media, DENHYDRO la densità di corsi d'acqua, DENHEDGE la densità di siepi, AVEPERM la permeabilità media del suolo, DISTHYDRO la distanza minima ad un corso d'acqua, DISTHEDGE la distanza minima dalle siepi, DENPATH la densità di strade, FIELDVIS la % di superficie visibile da punti panoramici; NBALANCE indica il bilancio apparente dell'azoto, CBALANCE il bilancio del carbonio, CROPNUM il rapporto tra numero di colture in rotazione e la sua durata; ITNUM il numero di alberi isolati per appezzamento.

³⁶ Il metodo degli intervalli naturali, o di Jenks, classifica una popolazione di valori comparando iterativamente la somma della differenza dei quadrati tra i valori osservati in ciascuna classe e la media della classe.

classe che presenta condizioni sfavorevoli al soddisfacimento della funzione di protezione della qualità delle acque superficiali e condizioni intermedie per il soddisfacimento delle funzioni paesaggistiche. La Classe 3 (C3) si caratterizza per una grande vicinanza degli appezzamenti alle siepi (DISTHEDGE 18,38 m), una bassa densità di corsi d'acqua intorno all'appezzamento (DENHYDRO 9,47 m/ha), un bilancio dell'azoto contenuto (NBALANCE 22,74), una diversità limitata degli usi del suolo adiacenti agli appezzamenti (LCNUM 1,16). Si tratta quindi di appezzamenti che sembrano presentare condizioni favorevoli per il soddisfacimento della funzione di protezione delle acque superficiali dai nitrati, mentre che sembrano presentare condizioni intermedie per le funzioni paesaggistiche. La Classe 4 presenta invece una grande vicinanza degli appezzamenti alle siepi (DISTHEDGE 15,65 m), una bassa densità di corsi d'acqua (DENHYDRO 2,63 m/ha) e presenza di drenaggi (WATERDREN 0,00) e al contrario un'altissima densità di siepi (DENHEDGE 588,20 m/ha). Inoltre presenta un'alta pendenza media (AVESLOPE 7,92 %), un bilancio contenuto dell'azoto (NBALANCE 49,48 kg/ha) e un'alta visibilità degli appezzamenti (FIELDVIS 0,45). Si tratta quindi di una classe che presenta appezzamenti favorevoli al soddisfacimento della funzione di tutela delle acque superficiali e intermedio per quanto riguarda il soddisfacimento delle funzioni paesaggistiche. Infine, a Classe 5 (C5), presenta appezzamenti molto lontani dai corsi d'acqua (DISTHYDRO 415,20 m e DENHYDRO 0,00 m/ha), un bilancio contenuto dell'azoto (NBALANCE 17,58 kg/ha), una scarsa visibilità degli appezzamenti (FIELDVIS 0,23). Rappresenta quindi una classe favorevole per il soddisfacimento della funzione di tutela delle acque superficiali dai nitrati e intermedia per il soddisfacimento delle funzioni paesaggistiche.

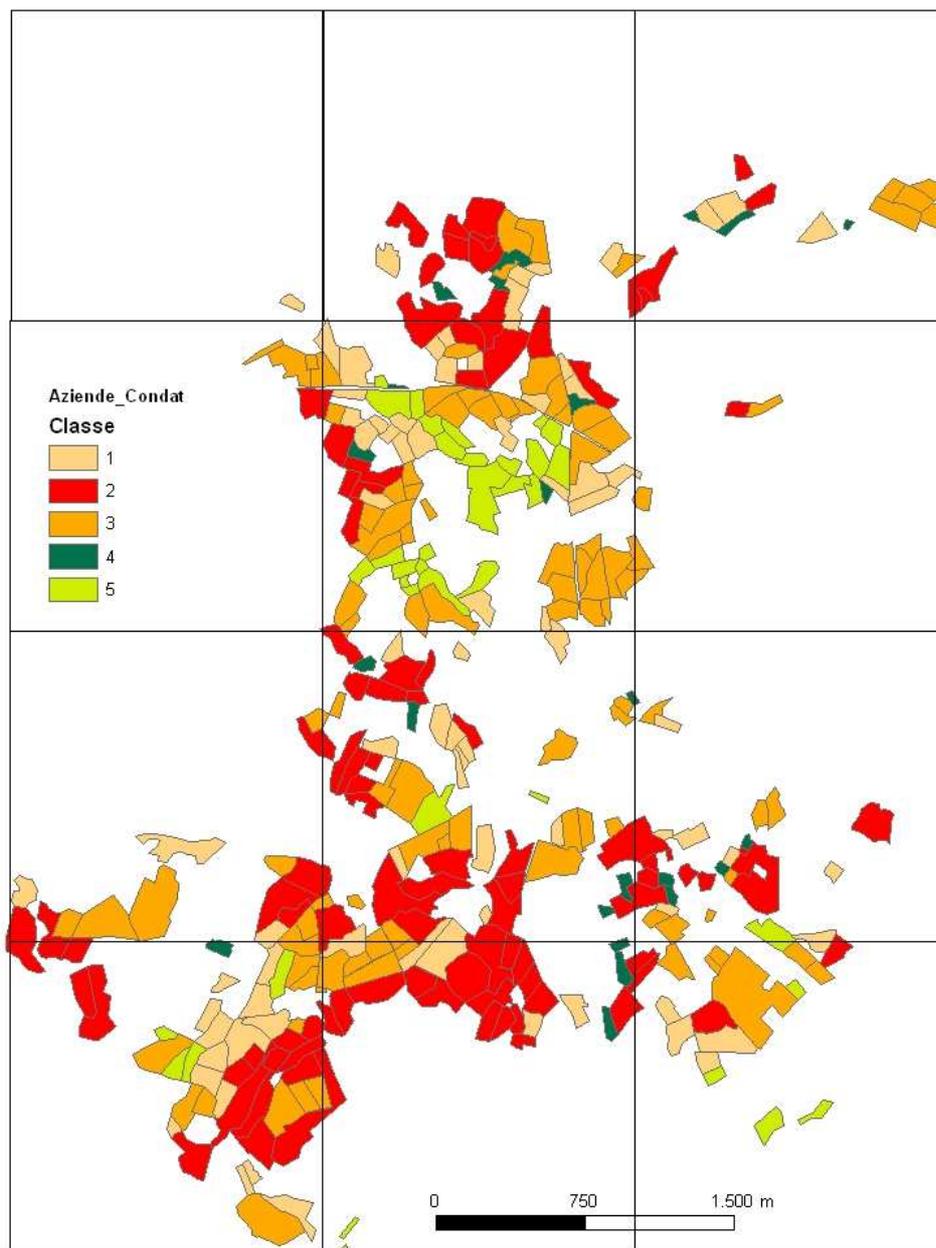


Figura 56: distribuzione delle combinazioni di diverse condizioni di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali considerate nelle aziende intervistate a Condat-en-Combrailles.

Figure 56 : spatialisaton des différentes combinaisons de conditions de réalisation des fonctions agro-environnementales considérées dans les exploitations enquêtées à Condat-en-Combrailles.

Nella Figura 56 è rappresentata la distribuzione di queste cinque classi. Come si può osservare, la distribuzione delle classi è molto frammentata nell'area di studio. Tuttavia possono essere identificate alcune ricorrenze: la Classe 5 si trova sempre in prossimità della Classe 3, la Classe 4 si trova in appezzamenti più piccoli e molto frammentati anche se sempre in prossimità della Classe 2. Questi elementi possono far ipotizzare che le diverse classi rappresentino delle combinazioni graduali di condizioni di soddisfacimento delle funzioni e in continuità tra di loro.

A partire dalle cinque diverse combinazioni di condizioni di soddisfacimento delle funzioni, sono state identificate soltanto due tipologie di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali nelle aziende agricole intervistate. La prima tipologia è largamente dominante e raggruppa le Classi 1, 2, 3, 5, mentre la seconda tipologia è poco rappresentata e costituita dalla Classe 4. Tali tipologie si differenziano per il contributo più o meno favorevole dato dalla funzione di protezione dalla chiusura del paesaggio. La funzione di conservazione della diversità del paesaggio non risulta variare all'interno del comprensorio ed ha sempre valori intermedi, così come la funzione di protezione delle acque superficiali dai nitrati non sembra variare significativamente e risulta sempre favorevole.

Abbiamo testato le differenze esistenti sia tra le cinque classi di combinazioni di condizioni di soddisfacimento che le due tipologie di soddisfacimento delle funzioni rispetto ad alcuni fattori di organizzazione delle aziende agricole che sono sembrati significativi al momento delle interviste, ossia la distanza degli appezzamenti dal centro aziendale, le superfici degli appezzamenti, l'uso del suolo (prato permanente o seminativo), la tipologia di imprenditore agricolo (full-time o part-time o pensionato), l'orientamento della produzione (esclusivamente allevamento bovino da carne, bovino da carne e latte oppure bovino da carne e ovino). Abbiamo verificato che le classi differiscono significativamente tra loro per tutti questi parametri. Invece le due tipologie identificate di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali differiscono significativamente per la distanza degli appezzamenti rispetto ai centri aziendali, l'uso del suolo, e le superfici degli appezzamenti. In particolare, la Tipologia due si distingue dalla Tipologia 1 per superfici più piccole, una maggiore distanza dal centro aziendale e un uso del suolo che è principalmente prato permanente (78% vs 46% delle superfici interessate).

Tali elementi sembrano confortare il fatto che ci possa essere un legame tra le tipologie di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali e le configurazioni spaziali dell'uso del suolo.

7.2.2.2 La caratterizzazione delle configurazioni spaziali dell'uso del suolo

I principali usi del suolo nell'area selezionata a Condat en Combrailles (Figura 58) sono stati il prato permanente (51%), i seminativi (22%) e i boschi (20%).

Tabella 56: consistenza degli usi del suolo e di altri elementi spaziali in una porzione del territorio di Condat-en-Combrailles.

Tableau 56 : quantification des occupations du sol et d'autres éléments spatiaux dans une portion du territoire de Condat-en-Combrailles.

	Usi agricoli del suolo				Altri elementi spaziali					
	Seminativi	Prato permanente	Frutteto	Non coltivati	Boschi	Lagheti	Aree artificiali	Strade	Corsi d'acqua	Siepi
Totale sui 3000 ha	681 ha	1586 ha	4 ha	79 ha	625 ha	37 ha	122 ha	127 km	45 km	116 km
Totale/ha	0,22	0,51	<0,01	0,02	0,20	0,01	0,04	42 m/ha	14,5 m/ha	37 m/ha

Rispetto ai valori medi di superficie occupata per gli usi del suolo, lunghezza totale per gli elementi lineari e superficie media di ciascun uso del suolo, lunghezza media di ciascun elemento lineare, un'analisi delle correlazioni tra questi per ciascun pixel di cui si compone l'area di studio (limitandosi ad un intervallo di confidenza del 95%) ha portato a determinare che:

- un'alta superficie a seminativo all'interno dei pixel è correlata con basse superfici abbandonate (- 0,77) e boscate (-0,67) e con una bassa densità di corsi d'acqua (- 0,75);
- alte superfici medie degli appezzamenti a seminativo all'interno dei pixel sono correlate con alte superfici medie degli appezzamenti abbandonati (0,65), e con una bassa densità di aree artificiali, data da bassa superfici medie delle aree artificiali, (- 0,60);
- un'alta superficie a prato permanente all'interno dei pixel è correlata con una bassa superficie boscata (-0,66) e con una bassa superficie media degli appezzamenti a bosco (-0,70) e con un'alta densità di siepi (0,72) e che presentano inoltre una continuità importante (0,67);
- alte superfici medie degli appezzamenti a prato permanente all'interno dei pixel non presentano correlazioni significative, indicando una situazione diversificata all'interno dei pixel;
- un'alta superficie degli appezzamenti abbandonati all'interno dei pixel è correlata con una bassa densità di seminativi (-0,77) e con alte superfici medie degli appezzamenti abbandonati (0,89), oltre che con un'alta superficie media dei boschi (0,53);
- un'alta superficie media degli appezzamenti abbandonati all'interno dei pixel è correlata con una bassa densità di seminativi (-0,58), un'alta superficie media dei seminativi (0,65), un'alta superficie media dei boschi (0,54), con basse superfici medie delle aree artificiali (-0,59) e con una bassa densità di siepi (-0,62);
- un'alta superficie boscata all'interno dei pixel è correlata con una bassa superficie a seminativo (-0,67), una bassa superficie a prato permanente (-0,66) e, come ci si può

aspettare, con un'alta superficie media dei boschi (0,97). Inoltre è correlata con una bassa densità di aree artificiali (-0,57). Sulla base delle osservazioni effettuate tramite foto interpretazione, osservazione di campo e analisi della distribuzione degli usi del suolo e degli altri elementi spaziali, è stato possibile identificare cinque configurazioni spaziali dell'uso del suolo distinte (Figura 57).

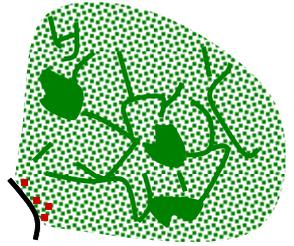
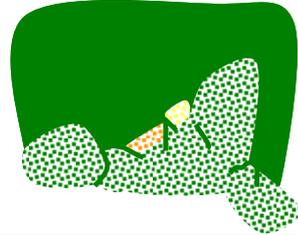
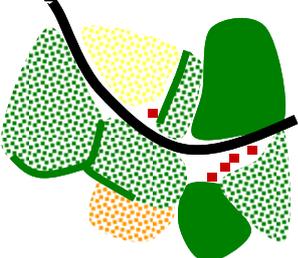
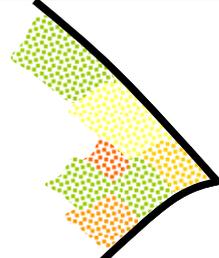
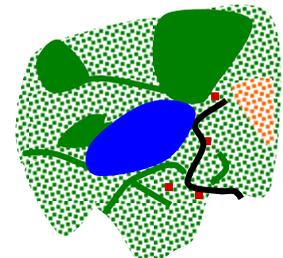
Codice	Configurazioni spaziali identificate	Esempio da foto aerea	Esempio da fotografia
CS1			
CS2			
CS3			
CS4			
CS5			

Figura 57: principali configurazioni spaziali dell'uso del suolo identificate a Condat-en-Combrailles.

Figure 57 : configurations spatiales de l'occupation du sol identifiées à Condat-en-Combrailles.

- Configurazione 1 (CS1) caratterizzata dalla presenza maggioritaria di piccole superfici a prato permanente con un'alta densità di siepi e piccoli boschetti in prossimità di aree abitate frammentate e poco dense;
- Configurazione 2 (CS2) caratterizzata dalla presenza di una maggioranza di grandi appezzamenti a prato permanente e dalla scarsa presenza di superfici a seminativo in prossimità delle foreste;
- Configurazione 3 (CS3) caratterizzata dalla presenza di un mosaico di appezzamenti a prato permanente e piccoli appezzamenti a seminativo in prossimità delle aree abitate;
- Configurazione 4 (CS4) caratterizzata dalla presenza di una maggioranza di grandi appezzamenti a prato permanente e seminativo lontane dai centri abitati e in prossimità delle strade;
- Configurazione 5 (CS5) caratterizzata dalla presenza di una maggioranza di appezzamenti a prato permanente, piccoli boschi e abbandonati in prossimità ai laghetti.

A partire dai criteri identificativi di ciascuna configurazione, sopra menzionati, abbiamo effettuato dei test quantitativi per valutarne la significatività e la distribuzione sul territorio. Questa analisi quantitativa delle configurazioni spaziali dell'uso del suolo identificate sul territorio di Condat-en-Combrailles ci ha permesso di affinarne la loro descrizione iniziale. In particolare:

- CS1 è risultata dall'analisi quantitativa identica alla preliminare caratterizzazione qualitativa, ovvero caratterizzata dalla presenza maggioritaria di piccole superfici a prato permanente con un'alta densità di siepi e piccoli boschetti in prossimità di aree abitate frammentate e poco dense;
- CS2 è anch'essa risultata significativa dopo l'analisi quantitativa quindi caratterizzata dalla presenza di una maggioranza di grandi appezzamenti a prato permanente in prossimità delle foreste e dalla scarsa presenza di seminativi;
- CS3 non è risultata significativa rispetto alle dimensioni degli appezzamenti a seminativo vicini alle aree edificate, per cui risulterà caratterizzata da un mosaico di diversi usi del suolo in prossimità delle aree edificate con una forte presenza di seminativi;
- CS4 non è risultata significativa rispetto alle maggiore presenza degli appezzamenti a seminativo posti in prossimità delle strade e quindi sarà caratterizzata da presenza di un mosaico di usi del suolo in cui le superfici degli appezzamenti hanno una maggiore superficie e sono collocati in lontananza rispetto alle aree edificate;

-CS5 non è risultata significativa rispetto ad una maggioranza di appezzamenti a prato permanente e abbandonato in prossimità dei laghetti, per cui risulterà caratterizzata da un mosaico di piccoli appezzamenti a seminativo, boschetti e grandi appezzamenti a prato permanente.

L'analisi spaziale ha mostrato come CS1 e CS4 risultino le più presenti sul territorio analizzato in quanto coinvolgono gli usi del suolo e altri elementi spaziali più diffusi nell'area di studio ovvero il prato permanente, le siepi e le strade (Figura 58).

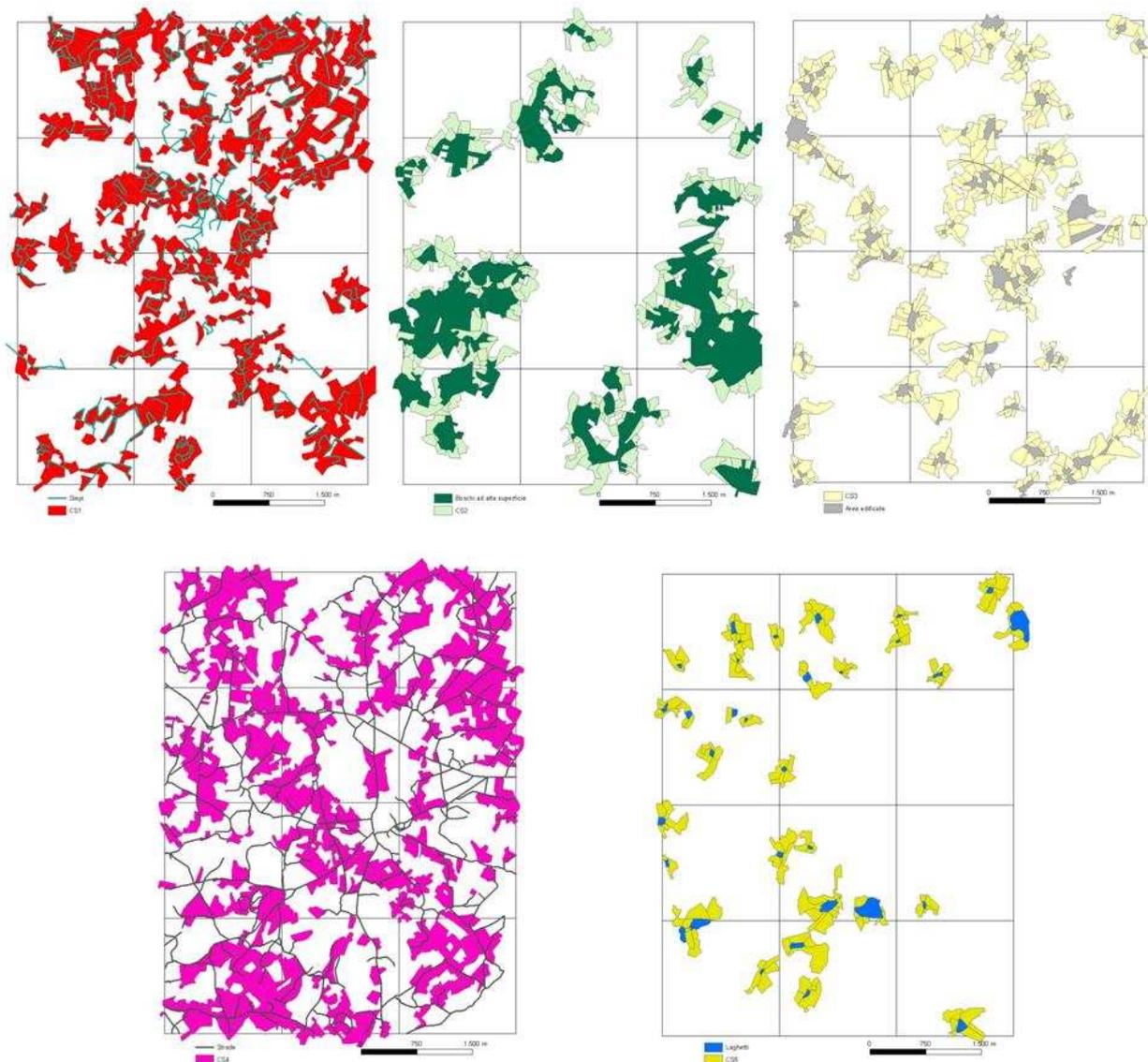


Figura 58: mappatura delle cinque configurazioni spaziali dell'uso del suolo identificate a Condat-en-ombrailles.

Figure 58 : localisation des cinq configurations spatiales de l'occupation du sol identifiées à Condat-en-Combrailles.

CS1 e CS4 risultano quindi ben sovrapposte a CS2, CS3 e CS4 anche se tale sovrapposizione non supera quasi mai il 50% della superficie interessata da ciascuna singola configurazione spaziale. Le altre configurazioni spaziali risultano invece

scarsamente sovrapposte, addirittura quasi non sovrapposte nel caso di CS3 e CS4. Da questi elementi si può ipotizzare che l'analisi delle corrispondenze tra tipologie di configurazioni spaziali e di potenziali di realizzazione delle funzioni agro-ambientali debba tener conto delle sovrapposizioni esistenti tra CS1 con CS2, CS3 e CS4 e tra CS2 e CS4. Per tale motivo dovrà essere testata anche l'area di sovrapposizione oltre a quelle di configurazione spaziale. Invece per le altre configurazioni, vista la bassa entità delle sovrapposizioni, non sembra necessario prevedere un test ad hoc.

7.2.2.3 Le configurazioni spaziali dell'uso del suolo possono essere un indicatore del soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali?

In una prima fase abbiamo verificato che esiste una buona sovrapposizione spaziale tra le superfici appartenenti alle aziende intervistate e le superfici delle configurazioni spaziali dell'uso del suolo identificate. Tali sovrapposizioni sono tra un minimo del 13% per la CS2, spiegabile con la tipologia di configurazione che interessa maggiormente le superfici boscate, e un massimo del 62% per la CS4. Tali sovrapposizioni rendono significativo il test della relazione da testare tra tipologie di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali e configurazioni spaziali dell'uso del suolo. Rispetto all'appartenenza di ciascuna di queste ultime alle due tipologie di soddisfacimento delle funzioni, il criterio prevalente sembrerebbe quello di una corrispondenza tra le superfici appartenenti alle tipologie più diffuse nell'area e le configurazioni spaziali dell'uso del suolo. Alcuni casi anomali potrebbero indicare delle corrispondenze specifiche tra tipologie e configurazioni spaziali da indagare.

In una seconda fase, le analisi hanno permesso di rilevare delle differenze significative tra le configurazioni spaziali dell'uso del suolo e le tipologie di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali per il caso di studio di Condat-en-Combrailles. Nello specifico, esistono differenze significative tra CS1 e CS3, CS4, CS5 oltreché tra CS2 e CS3, CS4, tra CS3 e CS4, CS5 e tra CS4 e CS5. Questi dati sembrano ammettere quindi anche per questo caso di studio la fondatezza dell'ipotesi formulata per cui ad una configurazione spaziale del suolo corrisponde una tipologia di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali. Tuttavia, questi dati non sono sufficienti per poter dire che le configurazioni spaziali dell'uso del suolo nel caso di studio considerato siano dei buoni descrittori del soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali, data la grande diffusione della Tipologia 1 che occupa più del 90% delle superfici.

Infatti, le configurazioni spaziali dell'uso del suolo non sono sembrate sufficientemente esplicative delle classi di soddisfacimento delle funzioni nel territorio di Condat-en-

Combrailles, dato che hanno un'abilità predittiva delle cinque classi pari soltanto al 39%, mentre ad esempio l'uso del suolo in sé e per sé ha un'abilità predittiva del 40%. Considerando invece le classi raggruppate, ovvero le due tipologie di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali considerate, tale abilità predittiva sale al 89%, ma è in grado di spiegare soltanto la Tipologia 1 che risulta la più diffusa. Considerando la pendenza come fattore esplicativo addizionato alle configurazioni spaziali dell'uso del suolo, siamo in grado di aumentare l'abilità predittiva fino al 93%, ma soprattutto di riuscire a predire quasi il 50% della Tipologia 2 oltre al 99% della Tipologia 1. Ciò porta a concludere che nel caso di studio di Condat-en-Combrailles le configurazioni spaziali dell'uso del suolo possono essere parzialmente utilizzate per l'identificazione di tipologie di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali in quanto le condizioni morfologiche, in particolare la pendenza, sembrano essere un fattore concomitante alle configurazioni spaziali dell'uso del suolo per la loro identificazione.

Nous avons synthétisé les résultats de la caractérisation de la réalisation effective des fonctions agro-environnementales au niveau du tissu d'exploitations dans la commune de Condat-en-Combrailles (12 pixels, 3000 ha) ; nous avons aussi identifié des configurations spatiales indicatrices de cette réalisation. Les fonctions considérées étaient la préservation de la qualité des eaux de surface quant aux nitrates, la conservation de la diversité des paysages et la préservation de l'ouverture des paysages. Nous avons sélectionné treize descripteurs de conditions contribuant à la réalisation de ces fonctions ; chacun de ces descripteurs a été évalué pour chaque parcelle enquêtée du tissu d'exploitations. Ce sont des indicateurs géophysiques et structurels (e.g. pente moyenne, densité de haies, distance minimale aux cours d'eau) et agronomiques (e.g. chargement animal des parcelles, bilan d'azote). Les combinaisons de valeurs de ces descripteurs nous ont amené à distinguer cinq types, correspondant à deux réalisations différentes des trois fonctions. L'une, peu courante, est défavorable à la fonction de préservation de l'ouverture des paysages, tandis que l'autre, majoritaire, est moyennement favorable pour cette fonction.

Concernant l'identification des configurations spatiales de l'occupation du sol, elle a porté sur les occupations dominantes du sol (prairies permanentes et cultures), ainsi que sur des éléments spatiaux fixes tels que les routes, les haies, les forêts, les plans d'eau. Nous avons dégagé cinq configurations spatiales dont deux majoritaires (zone herbagère avec bocage et openfield en bordure de route). Ces deux configurations ont une forte capacité prédictive de la forme dominante de réalisation des fonctions ($p = 0,89$). En couplant aux configurations spatiales une caractéristique de pente, la capacité prédictive s'étend à d'autres formes peu fréquentes de réalisation des fonctions, et globalement s'améliore ($p=0,93$).

Sintesi

A partire dai risultati ottenuti nei due casi di studio possono essere sottolineati alcuni elementi comuni tra i due casi di studio.

In entrambi i casi abbiamo ottenuto poche tipologie di soddisfacimento delle funzioni (quindi bassa variabilità di soddisfacimento a fronte di un'alta variabilità spaziale della loro distribuzione) probabilmente a causa del fatto che le aree di studio sono piccole (infatti sono comprese tra 1500 e 3000 ha) dove tutto sommato esiste una certa diversità che però a tale scala non sembra essere rappresentativa. Ciò può tuttavia essere visto sia in positivo, in quanto da un lato riduce le possibilità di diverse combinazioni con le configurazioni spaziali dell'uso del suolo, semplificando l'analisi, dall'altro permette di fare nuove ipotesi, ovvero che spostandosi in altre altri settori di aree che presentino uno stesso grado di soddisfacimento delle funzioni, l'equilibrio tra le diverse tipologie di soddisfacimento possa essere variabile.

Stesso fenomeno si riscontra per le configurazioni spaziali dell'uso del suolo, dove a fronte di una configurazione prevalente, ce ne sono molte altre più limitate nello spazio, il cui apporto non è facilmente quantificabile. Una differenza importante rilevata nei due casi di studio sta nelle sovrapposizioni tra le diverse configurazioni spaziali che sono molto più importanti nel caso di Cinigiano. Ciò sembra indicare una struttura dell'uso del suolo complessa e in cui esiste una prossimità importante tra diversi usi del suolo e elementi spaziali strutturanti il territorio agricolo.

Dalla sovrapposizione spaziale tra i diversi gradi di soddisfacimento delle funzioni negli appezzamenti e le configurazioni spaziali dell'uso del suolo, si riscontra come le configurazioni spaziali risultino parzialmente utilizzabili come indicatori spaziali. Tuttavia in entrambi i casi di studio abbiamo messo in evidenza come associare alle configurazioni dei semplici e accessibili fattori bio-fisici o di strutturazione del tessuto produttivo permetta di arrivare con un'alta probabilità alla determinazione delle tipologie di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali. Nel caso di studio francese, la pendenza risulta il fattore che associato alle configurazioni spaziali permette di avere una probabilità predittiva del 93% del grado di soddisfacimento delle funzioni. Invece, nel caso di studio italiano, la localizzazione delle aziende agricole e la natura della conduzione (affitto o gestione vs proprietà) permettono di avere una probabilità predittiva del soddisfacimento delle funzioni pari all'82%. Questo sembra indicare come nel caso di studio francese le condizioni morfologiche giochino un ruolo determinante

anche per quanto riguarda le scelte produttive, mentre ne caso di studio italiano, siano la strutturazione della proprietà fondiaria (aziende generalmente piccole e molto concentrate intorno al centro aziendale) e le modalità di gestione degli appezzamenti in funzione di quest'ultima che giocano un ruolo determinante per le scelte produttive e quindi le pratiche agricole effettivamente utilizzate. Questo ha due conseguenze importanti:

- in termini metodologici, indica come le configurazioni spaziali dell'uso del suolo associate ed elementi specifici riguardanti le condizioni morfologiche o la strutturazione del territorio agricolo (e quindi riguardanti dati facilmente accessibili ed analizzabili ad altre scale) permettano di spiegare circa il 90% del soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali per le aree di studio analizzate. Ciò indica quindi che in questi due casi di studio la metodologia prodotta può essere generalizzabile ad un'altra scala rispetto a quella aziendale dove si acquisiscono i dati sugli itinerari tecnici.

- in termini di casi di studio, indicano come tali fattori associati alle configurazioni spaziali dell'uso del suolo siano variabili e differenti da un territorio all'altro e debbano essere presi diversamente in considerazione. Ciò vuol dire ad esempio che la pendenza, non sarà fattore determinante per tutto il territorio europeo ma lo sarà soltanto laddove esistano dei sistemi per i quali la pendenza sia un fattore determinante. Non a caso, nell'area di Cinigiano la pendenza media risulta molto più importante che a Condat-en-Combrailles, ma in quest'ultimo caso la pendenza è associata ad una maggiore siccità estiva che rende le strategie di produzione dei prati e prati-pascoli completamente diverse rispetto alle aree più pianeggianti.

Dans les deux portions d'espaces agricoles étudiées à Cinigiano et Condat-en-Combrailles (respectivement 1500 et 3000 hectares), les types de réalisation des fonctions mis en évidence sont peu différents avec cependant des distributions spatiales spécifiques.

Concernant les configurations spatiales, on observe plus souvent des recouvrements de configurations dans le cas de Cinigiano que dans celui de Condat-en-Combrailles. Ceci indique probablement l'existence de configurations supplémentaires à Cinigiano, correspondant à ces intersections, qui seraient des zones d'interfaces entre différents éléments fixes du paysage et qui combindraient une part seulement de caractéristiques des configurations initiales.

La qualité prédictive des configurations spatiales pour la réalisation effective des fonctions n'est pas totalement satisfaisante pour les deux zones étudiées. Des perspectives d'amélioration sont possibles par l'ajout de quelques caractéristiques d'exploitation et de milieu aux conditions géophysiques et agronomiques initiales (pente dans le cas de Condat-en-Combrailles, localisation des exploitations et mode de faire-valoir des parcelles dans le cas de Cinigiano). Ces différences de perspectives d'amélioration entre les cas français et italien révèle que très probablement les règles et critères d'attribution des usages et des pratiques agricoles sont différents entre les régions, mais restent à préciser et à confronter. Finalement, les types de configurations spatiales de l'occupation du sol associés à quelques éléments morphologiques ou structurelles du tissu d'exploitation (relativement accessibles en terme d'information) permettent d'expliquer près de 90% de la variabilité des types de réalisation effective des fonctions agro-environnementales. Dans les deux cas d'étude, la caractérisation de la réalisation des fonctions peut se faire à un autre niveau que celui de l'exploitation ; il s'agit d'un niveau qui englobe des portions de tissu d'exploitations, décrites par leurs configurations spatiales.

Quarta parte – Discussione e conclusioni

Discussione

Il progetto di tesi ha avuto l'obiettivo di sviluppare una metodologia di valutazione delle funzioni agro-ambientali a scala territoriale. Le caratteristiche del metodo sono riassumibili in tre punti:

- considerare molteplici funzioni agro-ambientali;
- includere esplicitamente l'apporto delle attività agricole al soddisfacimento delle funzioni;
- verificare la possibilità dell'identificazione di un indicatore spaziale di gestione delle funzioni attraverso l'analisi delle configurazioni spaziali dell'uso del suolo.

L'obiettivo primario non è stato quindi quello di fornire un sistema di supporto alle decisioni per gli attori locali che si interessano alla gestione delle problematiche agro-ambientali, ma di concepire uno studio che potesse fornire elementi teorici e metodologici utili per una messa a punto di tale sistema per le ricerche future.

Per verificare l'applicabilità e la bontà della metodologia proposta, ci siamo riferiti a due aree europee: il Département du Puy-de-Dôme e la Provincia di Grosseto che abbiamo analizzato per gradi di dettaglio sempre maggiori, dalla scala NUTS 3 (provinciale) a quella interaziendale. Tali gradi di dettaglio sono stati finalizzati:

- all'identificazione delle funzioni agro-ambientali (NUTS 3) e alla loro valutazione (agro-ecozone e scala interaziendale);
- ad una diversa inclusione delle attività agricole passando dai sistemi agricoli (NUTS 3), all'uso del suolo (agro-ecozone), al sistema colturale (scala interaziendale) in tale valutazione.

Con quanto segue saranno proposte alcune riflessioni su come il progetto di tesi ha risposto alle domande di ricerca discutendone i risultati, sugli elementi di novità introdotti sul piano metodologico, sulla trasferibilità in termini di supporto alle decisioni nella programmazione e pianificazione agro-ambientale

Discussione dei risultati: la valutazione del soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali

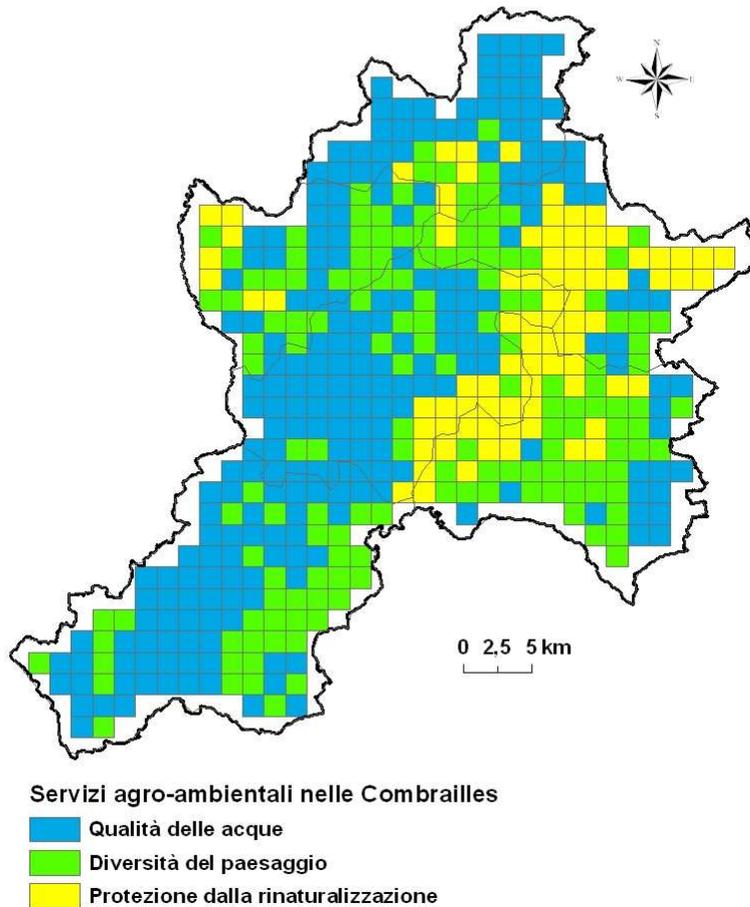
La valutazione del soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali effettuata in questo lavoro riguarda essenzialmente la valutazione di come le interazioni tra attività agricole e processi agro-ambientali sia in grado di rispondere a un insieme di obiettivi finalizzati alla gestione del territorio. Mancando un quadro di riferimento teorico e metodologico

sul'interazione tra multiple funzioni e tra attività agricole e funzioni agro-ambientali a scala territoriale, la valutazione è stata compiuta a due scale diverse, portatrici di informazioni complementari rispetto alle attività agricole e alla loro interazione con i processi agro-ambientali: quella sub-regionale (soddisfacimento potenziale) e quella interaziendale (soddisfacimento effettivo).

Soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali

La scala sub-regionale, ovvero quella che comprende le aree poste sotto al livello NUTS 3, rappresenta come abbiamo visto una scala chiave nella gestione del territorio. Infatti, è a questa scala che sono messe in pratica le misure di programmazione e in alcuni casi di pianificazione agro-ambientale. La conoscenza su come vengono soddisfatte le funzioni agro-ambientali a questa scala risulta quindi di grande rilevanza. E' stata condotta una valutazione del soddisfacimento potenziale di tre funzioni agro-ambientali: la protezione della qualità delle acque superficiali, la conservazione della diversità del paesaggio e la protezione dalla rinaturalizzazione delle aree agricole per quanto riguarda il caso francese (Combrailles) e la protezione delle acque superficiali, la conservazione del suolo e la conservazione della diversità del paesaggio per quanto riguarda il caso di studio italiano (Collina interna grossetana). L'analisi ha valutato due fattori principali: come le funzioni siano nel loro complesso diversamente soddisfatte nei due territori e quali siano le interazioni esistenti tra diverse funzioni agro-ambientali (multifunzionalità).

Per quanto riguarda la diversità del soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali, abbiamo identificato rispettivamente quattro diversi gradi di soddisfacimento e nel caso di studio francese e tre in quello italiano. Nel caso francese è interessante rilevare che per due funzioni su tre sono presenti tutti i diversi gradi di soddisfacimento e due di questi gradi per una funzione, indicando che in questo territorio presenta una forte diversità di soddisfacimento delle funzioni. Considerando che quando le funzioni sono soddisfatte, dato che rispondono favorevolmente a degli obiettivi agro-ambientali per quel territorio, si può configurare l'esistenza di servizi agro-ambientali. Nel caso delle Combrailles l'intera superficie considerata fornisce servizi agro-ambientali (Figura 59). Nel caso italiano le funzioni risultano invece globalmente poco soddisfatte e l'intera area della Collina interna grossetana non risulta allo stato attuale fornire servizi agro-ambientali.



Nel caso delle Combrailles le aree che contribuiscono ai servizi agro-ambientali sono mono-funzionali. Si delineano due settori: l'area più occidentale e più agricola, che fornisce principalmente servizi rispetto alla qualità delle acque e l'area orientale che invece fornisce servizi paesaggistici.

Figura 59: distribuzione delle funzioni potenzialmente soddisfatte nelle Combrailles (servizi agro-ambientali).

Figure 59 : localisation des fonctions potentiellement réalisées dans les Combrailles (services agro-environnementaux)

E' emersa quindi una diversa variabilità di soddisfacimento delle funzioni all'interno di due aree sub-regionali sia in termini di presenza di diversi gradi di soddisfacimento (favorevole, sfavorevole, intermedio) che di diverse combinazioni di questi. Si forniscono quindi delle valide ragioni per cui sia necessaria una valutazione delle funzioni agro-ambientali. Seppur in condizioni di un uso essenziale di dati – inteso come numero limitato di semplici descrittori - abbiamo potuto mostrare come a fronte di aree sulle quali esistono gli stessi obiettivi gestionali, ci sia un contributo molto diverso delle attività agricole al soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali e una diversa interazione tra diverse funzioni.

Un tema che è spesso presente nel dibattito sulla multifunzionalità, ovvero l'esistenza di molteplici funzioni generate dalle attività agricole in un territorio, è quello delle relazioni tra le diverse funzioni. Secondo Willemen et al. (2010), queste relazioni possono essere di tre tipi: sinergiche quando hanno uno stesso contributo che migliora il grado di multifunzionalità di un territorio, conflittuali quando hanno un contributo opposto che

diminuisce il grado di multifunzionalità di un territorio e infine compatibili quando le diverse funzioni coesistono senza modificare il grado di multifunzionalità di un territorio. A partire da tali considerazioni, è possibile identificare *hotspot* di multifunzionalità, ovvero delle aree particolarmente ricche di servizi oppure dei *coldspot*, ovvero delle aree scarsamente dotate di servizi. Nella Tabella 57 mostriamo degli alcuni esempi di tali relazioni applicate ai descrittori di soddisfacimento delle funzioni per il caso della Collina interna grossetana. Come si può osservare, se rispetto ai descrittori la maggior parte delle relazioni tra le funzioni risulta sinergica, esiste un sostanziale equilibrio tra i contributi favorevoli e sfavorevoli dati dai descrittori al soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali. Per questo motivo nella Collina interna grossetana si ha un soddisfacimento potenziale prevalentemente intermedio delle funzioni agro-ambientali analizzate. La sinergia rilevata tra le funzioni rispetto ai descrittori risulta rilevante anche nel caso di studio francese.

Tuttavia, ci differenziamo da quanto prodotto da Willemen et al. (2010) ma anche da altri autori (Kienast et al. 2010, Egoh et al. 2008), in quanto consideriamo che a priori ciascuna entità spaziale di analisi (pixel di 250 ha nel nostro caso) contribuisce con un diverso grado al soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali.

Tabella 57: descrittori del soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali, interazioni tra le funzioni e contributo al grado di multifunzionalità del territorio.

Tableau 57 : descripteurs de réalisation potentielle des fonctions agro-environnementales, interactions entre fonctions et contribution à la multifonctionnalité d'un territoire.

Descrittore	Contributo favorevole	Contributo sfavorevole	Contributo intermedio	Interazione	Effetto sul soddisfacimento delle funzioni
Pendenza media (AVESLOPE)	-	Qualità acqua, conservazione suolo	-	Sinergia	Sfavorevole
	-	Qualità acqua, conservazione paesaggio	-	Sinergia	Sfavorevole
	-	Conservazione del suolo, conservazione paesaggio	-	Sinergia	Sfavorevole
Densità della rete scolante (DENHYDRO)	Conservazione del suolo	Qualità dell'acqua	-	Conflitto	Intermedio
	Conservazione del paesaggio	Qualità dell'acqua	-	Conflitto	Intermedio
	Conservazione del suolo, conservazione del paesaggio	-	-	Sinergia	Favorevole
Permeabilità del suolo (HPERM)	Qualità dell'acqua	-	Diversità del paesaggio	Compatibilità	Favorevole
	Qualità dell'acqua, conservazione del suolo	-	-	Sinergia	Favorevole
	Conservazione del suolo	-	Diversità del paesaggio	Compatibilità	Favorevole
Superficie orientati ai seminativi (ARABLELC)	-	Qualità dell'acqua	Diversità del paesaggio	Compatibilità	Sfavorevole
	-	Qualità dell'acqua, conservazione del suolo	-	Sinergia	Sfavorevole
	-	Conservazione del suolo	Diversità del paesaggio	Compatibilità	Sfavorevole
Superficie boscata (WOODLC)	Qualità dell'acqua, conservazione del suolo	-	-	Sinergia	Favorevole
	Conservazione del suolo, diversità del paesaggio	-	-	Sinergia	Favorevole
	Qualità dell'acqua, diversità del paesaggio	-	-	Sinergia	Favorevole

Se consideriamo allora che gli *hotspots* corrispondono ad aree dove le funzioni agro-ambientali sono soddisfatte (ovvero ad aree in cui le attività agricole forniscono servizi agro-ambientali), in tal caso i nostri casi di studio non mostrano una variabilità sostanziale come invece avviene negli studi sopracitati. Come mostrato in Figura 59, nel caso delle Combrailles tutta la superficie fornisce un tipo di servizio agro-ambientale che nella parte occidentale corrisponde ad un servizio in termini di protezione della qualità delle acque e nella parte orientale invece a servizi paesaggistici, mentre nel caso della Collina interna grossetana nessuna parte di essa fornisce servizi agro-ambientali. Questo diverso risultato si può spiegare sia perché il numero di funzioni considerato è inferiore ad alcuni di questi studi (Kienast et al., 2010; Wilemen et al., 2010), sia per il numero inferiore di descrittori (Willement et al., 2010) che per la scala di analisi che nel nostro caso risulta inferiore (Egoh et al., 2008; Kienast et al., 2010).

In termini di relazioni tra le diverse funzioni agro-ambientali abbiamo mostrato come i descrittori selezionati rilevino un quadro di sostanziale sinergia tra le funzioni agro-ambientali considerate. Tuttavia, l'effetto combinato di tali relazioni sul soddisfacimento delle funzioni risulta assai diversificato nei due casi di studio. Non abbiamo rilevato sostanziali differenze nel numero di servizi agro-ambientali forniti dai due territori, mentre la tipologia di servizi risulta distinta nelle Combrailles a causa della loro marcata localizzazione.

Soddisfacimento effettivo delle funzioni agro-ambientali

La scala inter-aziendale rappresenta una scala chiave nella comprensione del contributo delle attività agricole al soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali. Infatti, è a questa scala che si possono conoscere le scelte degli agricoltori nella gestione dei loro sistemi colturali e quindi il contributo di queste scelte al soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali. Abbiamo effettuato una valutazione del soddisfacimento effettivo di tre funzioni agro-ambientali ciascuna risultante dagli obiettivi di gestione pianificazione e programmazione agro ambientale delle due aree di studio.. Anche in questo caso, come nel paragrafo precedente, abbiamo messo in evidenza dalla nostra analisi due elementi principali:

- le funzioni sono nel loro complesso diversamente soddisfatte nei due territori;
- quali sono le relazioni tra combinazioni di descrittori e diverse funzioni agro-ambientali.

Riguardo al soddisfacimento di queste funzioni, si può notare come in entrambi i due casi di studio, ci sia molta variabilità, che passa da funzioni soddisfatte a funzioni non soddisfatte.

Nel caso di studio francese sono risultati due diversi gradi di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali: in un primo caso (T1) la funzione di protezione della qualità delle acque superficiali risulta soddisfatta, quella di conservazione delle diversità del paesaggio e di protezione dalla rinaturalizzazione risultano invece intermedie; mentre in un secondo caso (T2), differisce per la funzione di protezione dalla rinaturalizzazione delle aree agricole che risulta sfavorevole. Quindi in definitiva su tutta la superficie intervistata la funzione di protezione delle acque superficiali è risultata soddisfatta, per cui l'intera area di indagine oggetto di servizi riguardanti la protezione delle acque (Figura 60). Nel caso di studio italiano sono evidenziati tre diversi gradi di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali: in un caso (T1) la funzione di protezione della qualità delle acque superficiali risulta soddisfatta, quella di conservazione delle diversità del paesaggio e di protezione della chiusura del paesaggio risultano invece parzialmente soddisfatte; invece un secondo caso (T2), la funzione di conservazione del suolo risulta soddisfatta, invece le altre risultano intermedie; in un terzo caso (T3) tutte le funzioni risultano intermedie. Quindi in definitiva quasi tutta la superficie intervistata (89% del totale) vi sono dei servizi agro-ambientali che riguardano per il 14% della superficie la protezione delle acque superficiali e per il 75% la conservazione del suolo (Figura 60).

Ma quali sono le condizioni che generano maggiormente questi servizi agro-ambientali? Si tratta di condizioni geo-fisiche o strutturali favorevoli? Oppure esiste effettivamente un contributo specifico delle attività agricole? Questa è la scala a cui si può dare una risposta a queste domande.

Nella Tabella 58 si può osservare come i diversi descrittori tendano a compensarsi tra di loro per ottenere uno stesso effetto rispetto alla funzione di protezione della qualità delle acque superficiali. Da notare come nel caso francese, i descrittori più discriminanti nella maggior parte dei casi non sono quelli riguardanti le pratiche aziendali (l'unico è WATERDREN, ovvero la presenza di dreni sugli appezzamenti), ma quelli che necessitano una gestione "diffusa" in quanto condivisa tra diversi agricoltori: la densità di siepi (le siepi possono essere condivise tra diversi agricoltori), la diversità degli usi del suolo adiacenti agli appezzamenti (non è detto che l'appezzamento adiacente abbia lo stesso proprietario), la distanza dai corsi d'acqua (a parità di distanza possono

concorrere al runoff appezzamenti di diversi agricoltori). Allo stesso modo, anche nel caso italiano sono i descrittori strutturali che danno un migliore contributo per la funzione di protezione delle acque superficiali, indicando che vi sono ancora margini di miglioramento nelle pratiche agricole aziendali (cf. bilanci dell'azoto e della sostanza organica).

Tabella 58: contributo (più favorevole, verde; più sfavorevole, rosso; dello stesso tipo, grigio) dei descrittori rilevanti per i servizi agro-ambientali nei due casi di studio.

Tableau 58 : contribution (rouge, plus favorable; vert, défavorable; gris, du même type) des descripteurs aux services agro-environnementaux dans les deux cas d'étude.

Condat-en-Combrailles (Combrailles)			Cinigiano (Collina interna grossetana)		
Descrittori	Servizi agro-ambientali: protezione delle acque superficiali		Descrittori	Servizi agro-ambientali	
	T1	T2		Protezione delle acque	Conservazione del suolo
				T1	T2
DISTHYDRO ³⁷			DISTHYDRO		
DISTHEDGE			DISTHEDGE		
DENHYDRO			DENHYDRO		
DENHEDGE			DENHEDGE		
UBAFIELD			NBALANCE/ CBALANCE		
NBALANCE			CROPNUM		
CROPNUM			LCNUM		
WATERDREN					
LCNUM					

Anche al livello interaziendale, come a quello sub-regionale, è stato messo in evidenza come vi possa essere una diversa variabilità di soddisfacimento delle funzioni (effettivo e non potenziale) sia in termini di presenza di diversi gradi di soddisfacimento (funzioni soddisfatte, non soddisfatte, parzialmente soddisfatte) che in termini di diverse combinazioni. Anche in questo caso si conferma quindi come sia necessario procedere ad una valutazione effettiva delle funzioni agro-ambientali, perlomeno a carattere conoscitivo in aree campione, perché a fronte di aree sulle quali esistono diversi obiettivi produttivi e simili condizioni strutturali, ci può essere un contributo molto diverso delle attività agricole al soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali e una diversa interazione tra diverse funzioni. Emerge nei due casi di studio l'importante contributo degli elementi strutturali a gestione collettiva quali siepi e corsi d'acqua per i servizi agro-ambientali.

³⁷ DISTHYDRO indica la distanza minima dai corsi d'acqua, DISTHEDGE la distanza minima dalle siepi, DENHYDRO la densità di corsi d'acqua sull'appezzamento, DENHEDGE la densità di siepi, UBAFIELD il carico animale per ciascun appezzamento, NBALANCE il bilancio apparente dell'azoto, CBALANCE il bilancio della sostanza organica (o umico), CROPNUM il numero delle colture in rotazione, WATERDREN la presenza/assenza di drenaggi, LCNUM la diversità di uso del suolo adiacente all'appezzamento.

Rispetto all'interazione tra diverse funzioni, anche in questo caso, come sopra per il livello sub-regionale, rileviamo come non vi siano *hotspots* e *coldspots* rispetto ai servizi agro-ambientali. Avevamo ipotizzato che questo potesse essere dovuto al basso numero delle funzioni considerate o al basso numero dei descrittori. Tuttavia in questo caso, a fronte dello stesso numero di funzioni che quindi può essere considerato basso, il numero dei descrittori delle condizioni di soddisfacimento delle funzioni sono molto più numerosi (+66% nel caso francese e + 50% nel caso italiano).

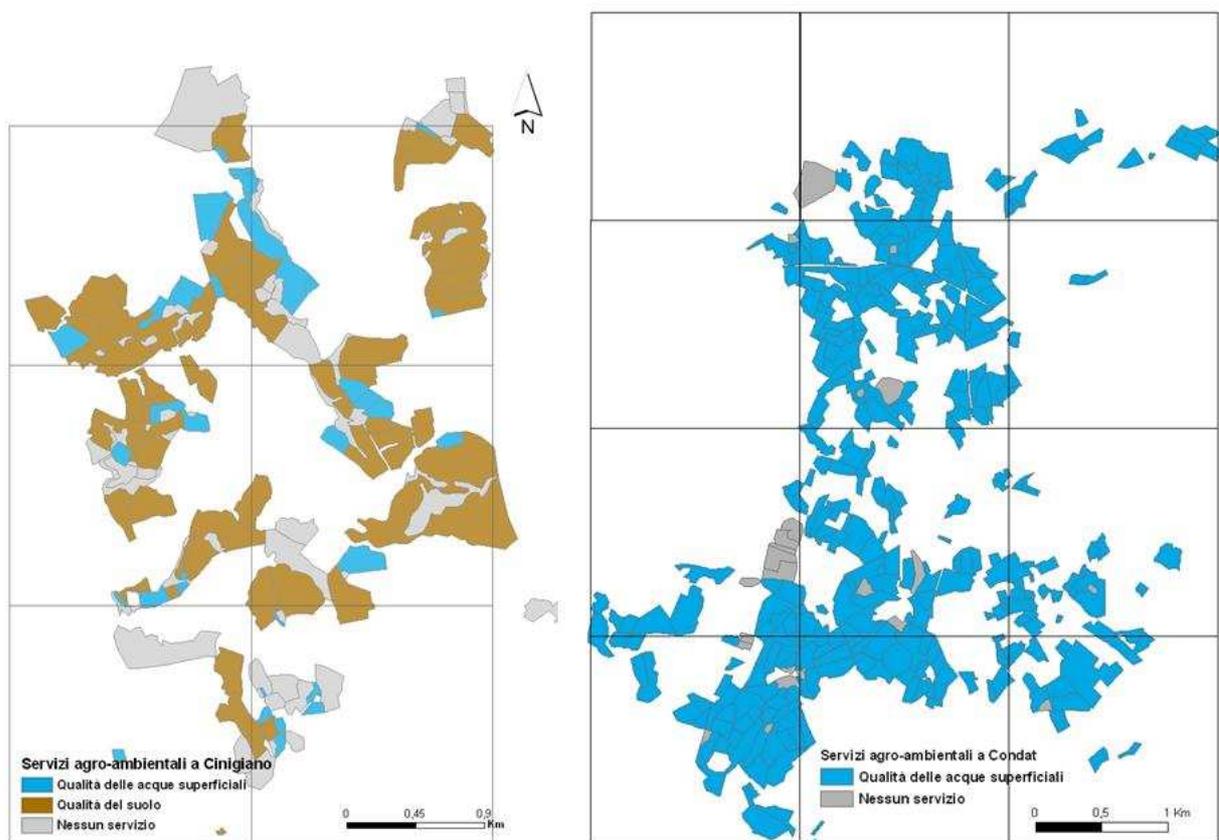


Figura 60: distribuzione dei servizi agro-ambientali: a sinistra, Cinigiano (Collina interna grossetana); destra, Condat-en-Combrailles (Combrailles).
Figure 60 : localisation des services agro-environnementaux : à gauche, Cinigiano (Collina interna grossetana) ; à droite, Condat-en-Combrailles (Combrailles).

Analisi delle interazioni tra soddisfacimento delle funzioni a livello meso e micro

L'analisi dei risultati in termini di soddisfacimento potenziale/effettivo delle funzioni agro-ambientali alle due scale di analisi meso e micro ha evidenziato due punti principali di discussione: da un lato, una corrispondenza differente nei due casi di studio, dall'altro un miglioramento del grado di soddisfacimento delle funzioni passando dalla scala della agro-ecozone (meso) a quella inter-aziendale (micro) (Tabella 59). Per quanto riguarda

la diversa corrispondenza tra i due livelli di analisi, nel caso francese si nota come la corrispondenza tra il grado di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali ai due livelli sia alta, indicando una grande vicinanza dei risultati per il livello interaziendale (Condat-en-Combrailles) con quello dell'agro-ecozone del plateau di montagna. Infatti, soltanto in un caso si ha una non rispondenza tra il soddisfacimento potenziale/effettivo delle funzioni, ovvero quello della funzione di conservazione della diversità del paesaggio, dove il soddisfacimento passa da sfavorevole nella agro-ecozone (potenziale) a favorevole al livello interaziendale (effettivo). Nel caso invece del caso italiano, tale corrispondenza risulta l'eccezione, nel caso della funzione suolo (parzialmente soddisfatta/parzialmente soddisfatta nei due casi) e della funzione di conservazione della diversità del paesaggio che risulta corrispondente soltanto nel caso della agro-ecozone della Collina interna grossetana.

Tabella 59: confronto tra il soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali al livello della scala intermedia e di quella interaziendale per i due casi di studio. In verde è indicata una funzione soddisfatta, in arancione una funzione parzialmente soddisfatta, in rosso una funzione non soddisfatta.

Tableau 59 : comparaison des types de réalisation des fonctions agro-environnementales aux niveaux intermédiaire et du tissu d'exploitation pour les deux cas d'étude. En vert nous indiquons une fonction réalisée, en orange une fonctions dont la réalisation est partiellement réalisée, en rouge une fonction qui n'est pas réalisée.

	Caso di studio francese						Caso di studio italiano											
	Plateau di montagna						Area interna a seminativo			Collina interna grossetana								
	Acqua		Rinat.		Div. paesaggio		Acqua		Suolo		Div. paesaggio		Acqua		Suolo		Div. paesaggio	
Soddisfacimento potenziale	[Green]		[Orange]		[Red]		[Red]		[Orange]		[Red]		[Red]		[Orange]		[Orange]	
	Condat-en Combrailles						Cinigiano						Cinigiano					
	Acqua		Rinat.		Div. paesaggio		Acqua		Suolo		Div. paesaggio		Acqua		Suolo		Div. Paesaggio	
Soddisfacimento effettivo	T1 ³⁸	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T2	T3	T2	T3	T2	T3

Come si possono spiegare tali differenze tra i due casi di studio? Un primo livello interpretativo è quello della minore variabilità di condizioni di soddisfacimento effettivo delle funzioni agro-ambientali nel caso di studio francese, che si traduce al livello sub-regionale in una maggiore omogeneità delle *agro-ecozone* e al livello interaziendale nella preponderanza (93% della superficie studiata) di un solo grado di soddisfacimento effettivo delle funzioni agro-ambientali. Tale minore variabilità può essere dovuta al fatto che nel caso francese abbiamo lavorato unicamente all'interno di una *agro-ecozone* (plateau di montagna), mentre nel caso italiano abbiamo lavorato a cavallo tra due *agro-ecozone* (area interna a seminativo e Collina interna grossetana). Un secondo

livello interpretativo riguarda le diverse condizioni agronomiche di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali considerate: a livello sub-regionale si tratta soltanto di uso del suolo, mentre nel caso inter-aziendale si tratta di elementi di funzionamento delle aziende agricole. Nel caso francese abbiamo mostrato come i descrittori di tale funzionamento, sebbene diversificati a livello aziendale, risultino omogenei nelle classi di soddisfacimento delle funzioni (Tabella 55), in particolare il carico bovino, il numero di colture in rotazione e la diversità di usi del suolo contigui agli appezzamenti. Invece nel caso di studio italiano tali descrittori sono risultati tutti molto variabili (Tabella 42). La diversità dei sistemi produttivi, degli usi del suolo e delle pratiche agricole rappresenta una specificità delle aree mediterranee, in particolare quelle di origine mezzadrile (Pinto-Correia e Vos, 2004).

Questa diversa corrispondenza tra il soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali al livello sub-regionale (potenziale) e inter-aziendale (effettivo), riferita ai casi di studio analizzati, può indicare che nelle aree più omogenee come quelle francesi una valutazione del soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali al livello sub-regionale possa avere una buona approssimazione anche per quanto riguarda quella della scala inter-aziendale (soddisfacimento effettivo).

Per quanto riguarda invece il miglioramento del grado di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali passando alla scala interaziendale si può osservare come questo interessi maggiormente il caso italiano ma che sia valido anche per la funzione di conservazione della diversità del paesaggio del caso francese. L'unica eccezione è rappresentata dalla Tipologia 2 del caso di studio francese che però risulta poco rappresentativa (interessa infatti il 7% della superficie considerata) e riferita ad appezzamenti prevalentemente a prato permanente, di piccolissime dimensioni, con un'alta densità di siepi, una bassa accessibilità e abbastanza distanti dal centro aziendale (circa 1 km). Si tratta quindi di appezzamenti per i quali si può ipotizzare una situazione di minore intensificazione. Tali appezzamenti rappresentano una specificità dei sistemi pastorali di montagna sovente legati ad un rischio di rinaturalizzazione (Camacho, 2004; Mottet, 2005).

Relativamente ai nostri casi di studio si può quindi generalizzare il fatto che una valutazione del soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali basata esclusivamente

³⁸ Con Tn si indicano i diversi gradi di soddisfacimento delle funzioni calcolati in Tabella 43.

su descrittori di uso del suolo (soddisfacimento potenziale) risulta meno favorevole di quella basata su descrittori di funzionamento aziendale (soddisfacimento effettivo) e quindi in definitiva che l'impiego esclusivo dell'uso del suolo, laddove esista una variabilità di attività agricole, risulta da associare ad una valutazione del soddisfacimento effettivo delle funzioni agro-ambientali.

Relazione tra soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali e configurazioni spaziali dell'uso del suolo

Nel settimo capitolo abbiamo mostrato le relazioni esistenti tra configurazioni spaziali dell'uso del suolo e soddisfacimento effettivo delle funzioni agro-ambientali. Tuttavia, è necessario verificare se l'uso delle configurazioni spaziali dell'uso del suolo apporta un valore aggiunto rispetto all'uso del suolo (approccio *ecological economics*) e ad un approccio classico dell'agronomia attraverso l'analisi delle pratiche agricole.

La Tabella 60 ci fornisce diversi elementi interpretativi sulla possibilità di impiegare le configurazioni spaziali dell'uso del suolo come indicatori del soddisfacimento effettivo delle funzioni agro-ambientali. Nel caso francese, tutti i predittori considerati hanno la stessa abilità predittiva, sia che si tratti di uso del suolo, di configurazioni spaziali, di pratiche agricole. Anche la qualità della predizione è simile. Infatti, se la classe T1 (cf. Nota 37), che è la più frequente, è sempre caratterizzata a partire dalle configurazioni spaziali identificate, la classe T2 (cf. Nota 38) è minimamente caratterizzata soltanto dal descrittore della pendenza. Questo ci fa concludere che nel caso di studio francese, il soddisfacimento effettivo delle funzioni agro-ambientali è globalmente positivo, anche se da migliorare per quanto riguarda le funzioni paesaggistiche, e che il territorio in questione è molto strutturato dalla morfologia del territorio con delle pratiche agricole che sono adattate a tale strutturazione. In questo caso le configurazioni spaziali dell'uso del suolo non apportano elementi esplicativi rispetto una alla conoscenza dell'uso del suolo, della pendenza o delle pratiche agricole.

Quindi per Condat-en-Combrailles non abbiamo un valore aggiunto delle configurazioni spaziali dell'uso del suolo e, limitatamente al nostro caso di studio, si può concludere che le informazioni raccolte al livello intermedio sub-regionale, eventualmente affinate nella caratterizzazione dell'uso del prato permanente, possono essere sufficienti per fare una valutazione delle funzioni agro-ambientali.

Tabella 60: confronto delle informazioni fornite da diversi predittori del soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali nelle due aree di studio.

Tableau 60 : comparaison des informations apportées par différentes variables prédictives de la réalisation des fonctions dans les deux cas d'étude.

	Condat-en-Combrailles (3000 ha)			Cinigiano (1500 ha)		
	Abilità predittiva (Multinomial Logit 1000 ripetizioni)		Qualità della predizione	Abilità predittiva (Multinomial Logit 1000 ripetizioni)		Qualità della predizione
Uso del suolo	p=0,89		100% T1 ³⁹ , 0% T2 ⁴⁰	p=0,54		0% T1 ⁴¹ , 100% T2 ⁴² , 0% T3 ⁴³
Configurazione spaziale dell'uso del suolo	p=0,89		100% T1; 0% T2	p=0,65		6% T1, 99% T2, 0% T3
Pendenza	p=0,89		99% T1; 1% T2	p=0,72		48% T1, 97% T2, 0% T3
Pratiche agricole	UBAFIELD	p= 0,89	100% T1; 0% T2	NBALANCE	p=0,65	0% T1, 100% T2, 0% T3
				CBALANCE	p=0,69	29% T1, 99% T2, 0% T3
Localizzazione aziende agricole	p=0,89		100% T1, 0% T2	p=0,78		13% T1, 93% T2, 82% T3
Gestione delle aziende	Tipologia di agricoltori	p=0,89	100% T1, 0% T2	Forma di gestione degli appezzamenti	p=0,78	0% T1, 100% T2, 81% T3

Diversa è invece la situazione che appare nel caso di studio di Cinigiano. In questo caso emerge in primo luogo come il soddisfacimento effettivo delle funzioni sia spiegato in modo migliore attraverso le configurazioni spaziali dell'uso del suolo anziché attraverso l'uso del suolo stesso. Inoltre altri predittori sono globalmente in grado di migliorare le informazioni sul grado di soddisfacimento effettivo delle funzioni quali la pendenza, il bilancio dell'azoto, la localizzazione delle aziende agricole, la forma di gestione. In termini di qualità della predizione, se anche in questo caso si può verificare che la classe più rappresentata (T2) sia quasi sempre predetta, esistono alcune differenze importanti. La T1 non è predetta dall'uso del suolo, né dal bilancio dell'azoto, mentre gli altri predittori hanno un grado più o meno importante di predizione di T1 (tra 6% e 48%). Invece T3 risulta predetta soltanto dalla localizzazione delle aziende

³⁹ T1, per il caso di Condat-en-Combrailles, rappresenta la classe in cui la funzione di protezione delle acque superficiali è soddisfatta, quella di conservazione della diversità del paesaggio e di protezione dell'apertura del paesaggio sono intermedie.

⁴⁰ T2, per il caso di Condat-en-Combrailles, rappresenta la classe in cui la funzione di protezione delle acque superficiali è soddisfatta, quella di conservazione della diversità del paesaggio non è soddisfatta, quella di protezione dalla chiusura del paesaggio è parzialmente soddisfatta.

⁴¹ T1, per il caso di Cinigiano, rappresenta la classe in cui la funzione di protezione delle acque superficiali non è soddisfatta, quella di conservazione del suolo è parzialmente soddisfatta e quella di conservazione della diversità del paesaggio non è soddisfatta.

⁴² T2, per il caso di Cinigiano, rappresenta la classe in cui la funzione di protezione delle acque superficiali è parzialmente soddisfatta, quella di conservazione del suolo è soddisfatta, quella di conservazione della diversità del paesaggio è parzialmente soddisfatta.

⁴³ T3, per il caso di Cinigiano, rappresenta la classe in cui tutte le funzioni hanno un grado di soddisfacimento intermedio.

agricole e dalla forma di gestione. In questo caso la situazione risulta più complessa che nelle Combrailles. Infatti, esistono diversi predittori in grado di descrivere il grado di soddisfacimento effettivo delle funzioni agro-ambientali, con una qualità predittiva differenziata. Al fine di migliorare la qualità e l'abilità predittiva, abbiamo combinato questi descrittori e in particolare le configurazioni spaziali dell'uso del suolo con la localizzazione delle aziende agricole e la forma di gestione degli appezzamenti.

Per il caso di studio di Cinigiano le configurazioni spaziali dell'uso del suolo unitamente ad alcune caratteristiche di strutturazione e gestione del territorio agricolo, sono in grado di apportare informazioni sul soddisfacimento effettivo delle funzioni agro-ambientali a livello locale. Quindi le configurazioni spaziali apportano un valore aggiunto rispetto, da una parte, all'uso del suolo, dall'altra, alle pratiche agricole. Ciò ci fa concludere che per questo caso di studio le configurazioni spaziali possono essere considerate come un elemento che permette di riconsiderare un'analisi al livello locale per identificare aree a priorità gestionali basate sulle configurazioni spaziali dell'uso del suolo e su alcune caratteristiche strutturali delle aziende agricole che vi si trovano. Tali entità gestionali non sono né completamente agricole (infatti non corrispondono al territorio di un'azienda e includono anche elementi semi-naturali come siepi e boschi), né completamente ambientali (non si tratta di un bacino idrografico o di una vallata, ma in alcuni casi includono la parte terminale di un bacino).

Le differenze tra i due casi di studio appaiono importanti alle due scale considerate e per l'insieme degli elementi analizzati in questa ricerca: soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali, configurazioni spaziali dell'uso del suolo, tipologie di sistemi agricoli. Queste differenze sembrano essere dettate dalla diversa collocazione geografica e agro-ambientale dei due casi di studio: continentale e orientata all'allevamento estensivo e al pascolo per il caso delle Combrailles e mediterranea e orientata ad un sistema misto con allevamento per il caso della Collina interna grossetana. Questo ultimo sistema, che ha un'impronta molto marcata ereditata dai sistemi agricoli passati, sembra oggi essere sottoposto a pressioni forti come la bassa competitività a causa delle piccole dimensioni aziendali, alta età media dei conduttori (Bonari et al., 2009). Una caratteristica che ci sembra da sottolineare ai fini dell'interpretazione dei nostri dati è il fatto che il sistema produttivo misto risulta estremamente diversificato negli usi del suolo ed è modulare nel territorio in quanto composto da piccole unità aziendali simili (si veda in Figura 61 la complessità degli elementi che storicamente lo costituiscono). Per questo motivo non è possibile una semplificazione di tale sistema a scala sub-regionale

e devono essere trovate delle entità di gestione delle funzioni agro-ambientali che abbiano una valenza più locale.

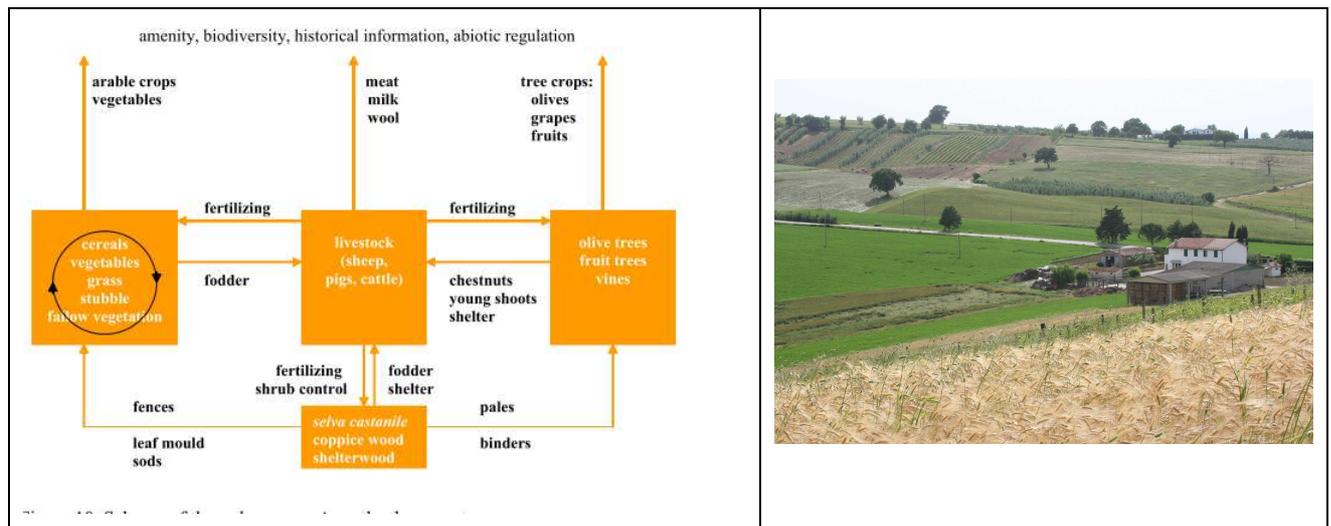


Figura 61: la complessità del sistema di uso agricolo del suolo (e le funzioni connesse) nelle aree dell'Italia centrale dove è stata presente la mezzadria (a destra, Pinto-Correia e Vos, 2004 a sinistra, foto dell'area di Cinigiano dove è ben visibile l'impronta dei sistemi misti sul paesaggio). Figure 61 : la complexité du système d'usage du sol (et ses fonctions) dans les secteurs du Centre de l'Italie caractérisés par le métayage (à gauche, Pinto-Correia et Vos, 2004 ; à droite, photo de Cinigiano illustrant le paysage résultant de ces systèmes).

Alcuni limiti della ricerca: qualità dei dati, validazione dei risultati

loro validazione: saranno quindi trattati alcuni aspetti riguardanti le tipologie di dati utilizzati, alcune scelte di elaborazione dei dati e le difficoltà di validazione dei risultati ottenuti.

Per quanto riguarda la tipologia di dati utilizzati per la stima del soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali, bisogna considerare che si è trattato di uno studio esplorativo, per cui vi è una forte dipendenza dalla qualità dei dati utilizzati. Per quanto riguarda lo studio a livello delle agro-ecozones, l'applicazione del metodo è stata basata su fonti di dati facilmente accessibili, come il Modello Digitale del Terreno, la rete idraulica, la qualità del suolo e la copertura del suolo. Questi dati hanno scale diverse e alcuni limiti: ad esempio, il database usato per valutare la copertura del suolo, Corine Land Cover, sottostima la superficie a prato permanente (Schmit et al., 2006) e non ha una risoluzione abbastanza dettagliata, essendo l'unità minima mappabile di 25 ha, per descrivere la diversità di seminativi e legnose agrarie (e.g. vite e olivo) tipiche delle aree mediterranee, orientate verso i sistemi misti con allevamento (Gallego et al., 2000; Neumann et al., 2009). Allo stesso modo, per quanto riguarda le Combrailles non abbiamo potuto accedere ad una cartografia pedologica abbastanza dettagliata⁴⁴ e la

⁴⁴ La carta pedologica a cui abbiamo avuto accesso conferma peraltro la suddivisione sommaria delle agro-ecozones delle Combrailles, nonostante che non sia stata utilizzata ai fini dell'analisi.

cartografia pedologica relativa alla Collina interna grossetana risultava anch'essa di difficile uso (1:250000) e in grado di discriminare soltanto alcune tendenze in termini pedologici, a fronte di un dettaglio abbastanza importante nelle unità di suolo (Nevini et al., 2005). Tuttavia, dato che a questa scala vi sono difficoltà di accesso a dati ad alta risoluzione, abbiamo optato per un compromesso tra ciò che era disponibile e il livello di dettaglio che si voleva fornire. In questo senso, anche altri autori per studi simili si sono limitati alle stesse tipologie di dati. Ad esempio Williams et al. (2008) hanno utilizzato un data-set simile per la loro agro-ecoregionalizzazione dello Iowa (USA). Riteniamo che questo limite possa essere superato attraverso lo sviluppo di migliori tecnologie di telerilevamento e di tecniche in grado di affinare le informazioni sull'uso del suolo a partire dalla sua copertura (Sommer et al., 1998; Vrieling, 2006; Schellberg et al., 2008; Meroni et al., 2009). In questo senso, Fava et al. (2010) hanno ad esempio mostrato come possa essere ipotizzata una relazione tra la riflettanza e un indicatore di diversità delle specie basata sulle proprietà biochimiche del prato.

Per quanto riguarda invece la stima del soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali alla scala inter-aziendale, il limite maggiore rilevato nella qualità dei dati è relativo ai dati ottenuti tramite intervista. In molti casi si è trattato di un dato medio (e.g. resa dei cereali nel caso di Cinigiano oppure resa in fieno per i prati nel caso di Condat-en-Combrailles) che non ha tenuto conto della variabilità inter-annuale che può essere importante soprattutto nel caso francese dove è più forte la sensibilità alla variabilità climatica (Andrieu, 2004). In altri casi si è evidenziata l'assenza del dato, come ad esempio nel caso delle fertilizzazioni organiche delle quali spesso non si conosce (o non si vuol trasmettere) l'entità. In questi casi abbiamo proceduto come suggerito in Castoldi (2007): è stata considerata l'intera superficie come fertilizzata se non vi erano altre indicazioni in merito e l'intera produzione di letame come applicata in azienda, cercando di bilanciare anche sulla base delle tipologie colturali e delle pratiche locali. Tuttavia in alcuni casi gli apporti risultanti sono sembrati eccessivi, soprattutto in aziende che aderivano alle misure agro-ambientali. Riteniamo che per questi dati vi possa essere stata una sovrastima. A partire da questi dati sono stati costruiti descrittori di diversa complessità: in alcuni casi si è trattato di descrittori semplici e di uso corrente in letteratura (es. pendenza media, densità di siepi, vicinanza ai corsi d'acqua), in altri casi di descrittori più complessi ma sempre di uso corrente (es. i bilanci dei nutrienti) in altri casi di descrittori ancora poco utilizzati in letteratura (numero di colture in rotazione, diversità dell'uso del suolo adiacente all'appezzamento). Aldilà di numerose

considerazioni che potrebbero essere fatte sulla scelta e l'uso dei descrittori, ci preme sottolineare un aspetto. Abbiamo, infatti, assunto che ciascun descrittore avesse lo stesso peso rispetto al proprio contributo alle funzioni agro-ambientali dato che non sono esaustive le conoscenze sulla differenza di contributo di ciascun descrittore rispetto alle singole funzioni. Eventuali miglioramenti del metodo potrebbero prevedere una definizione di pesi sulla base di interviste con portatori di interesse come proposto da Castoldi e Bechini (2010), oppure sulla base della loro importanza relativa come proposto da Kienast et al. (2009).

Un altro punto importante riguarda la validazione del presente lavoro e in generale degli approcci territoriali. Infatti, questi approcci risultano di difficile validazione, come affermato da diversi autori che hanno condotto studi simili (Williams et al., 2008; Willemen et al., 2008). La validazione può riguardare in questo caso diversi aspetti: in primo luogo i singoli descrittori utilizzati per l'analisi (Rizzo, 2009), in secondo luogo i risultati dell'analisi. Riteniamo che i singoli descrittori utilizzati per l'analisi siano sufficientemente semplici e di uso diffuso da non doversi ritenere oggetto di validazione. Invece, anche data la novità dei risultati ottenuti, ci interessano particolarmente i risultati dell'analisi. Un approccio promettente sembra essere quello dell'uso di metodi quantitativi per comparare la corrispondenza tra diverse cartografie aventi lo stesso tema, come proposto da Kienast et al. (2009) o da Williams et al. (2008). Si tratta di un approccio molto interessante quando, però, esistono cartografie comparabili. Invece nel nostro caso, poiché sia la agro-ecozona che la scala inter-aziendale sono di maggior dettaglio, sono pochissime le carte comparabili, principalmente a livello di NUTS 2 o 3. Per questo motivo, abbiamo comparato le carte prodotte con alcune di quelle utilizzate nella gestione agro-ambientale del territorio come ad esempio i Piani di Indirizzo Territoriale o i Piani Territoriali di Coordinamento nel caso italiano con lo scopo di mostrare i limiti e i potenziali benefici dell'applicazione della nostra metodologia.

Nella Tabella 61 mostriamo alcuni esempi di questa comparazione limitati al caso di studio italiano. In primo luogo si può notare come la cartografia utilizzata non abbia come obiettivo quello di rappresentare il soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali. Invece si concentra maggiormente su alcuni elementi delle condizioni di soddisfacimento come copertura o l'uso del suolo (e.g. ad esempio a fini di conservazione della biodiversità) oppure su classi di rischio rispetto ai processi agro-ambientali (e.g. erosione dei suoli). In questo senso, la cartografia che abbiamo prodotto può essere considerata innovativa nell'introduzione del concetto di

soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali. Con la cartografia di confronto, la zonazione effettuata è poligonale (e.g. aree protette), lineare (es. fiumi) oppure puntuale (es. siti di interesse paesaggistico), tuttavia nel nostro caso introduciamo per la tipologia di elaborazione dei buffer intorno agli elementi lineari o puntuali. Per esempio, nella carta delle aree protette (Regione Toscana, 2000), il Fiume Albegna è considerato di per sé come un'area da proteggere, mentre nella nostra cartografia, tutta l'area intorno al fiume Albegna risulta appartenere ad un'unica area omogenea con caratteristiche simili in termini di soddisfacimento potenziale delle funzioni. Per questo motivo, possiamo apportare una migliore considerazione degli usi agricoli del suolo all'interno del bacino considerando il loro contributo per condizioni geo-fisiche simili e includendo le interazioni esistenti tra uso del suolo e condizioni geo-fisiche.

Tabella 61: comparazione della cartografia prodotta per la Collina interna grossetana e altre carte presenti in letteratura o utilizzate nella gestione del territorio.

Tableau 61 : comparaison de la cartographie produite pour la Collina interna grossetana et d'autres cartes présentées en bibliographie ou utilisées pour la gestion du territoire.

Carta	Citazione	Contenuto	Principali differenze e similitudini	Contributo della carta prodotta
Soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali	Capitolo 3 risultati	Morfologia, rete scolante, qualità del suolo, uso del suolo.	Cartografia di riferimento	-
Quadro dei vincoli e delle aree di interesse	Regione Toscana, (2000)	Aree protette, aree ad alto valore paesaggistico, copertura del suolo, rete idrica.	Zonizzazione lineare o poligonale attorno a specifiche occupazioni del suolo come fiumi o boschi.	- Zonizzazione lineare: viene considerata anche un'area di buffer intorno all'elemento lineare (protezione della qualità delle acque superficiali) - Zonizzazione poligonale: aree continue ed omogenee per le funzioni agro-ambientali dove si trova un uso del suolo dominante.
Aree sensibili e vulnerabili per la protezione delle acque dai nitrati di origine agricola	Regione Toscana (2003)	Perimetro di una zona sensibile o vulnerabile per inquinamento diffuse da nitrati.	Non ci sono zone sensibili o vulnerabili nella Collina interna grossetana.	Permette di considerare quello che succede a monte delle aree sensibili e vulnerabili.
Rischio di erosione dei suoli in Toscana	Angeli et al., 2004	Stima e localizzazione delle perdite di suolo in Toscana.	Buona concordanza sulla variabilità spaziale della funzione di conservazione del suolo che presenta un basso soddisfacimento nelle aree settentrionali e meridionali della Collina interna grossetana. In quest'area la mappa stima delle perdite di suolo da 0 a 40 t/ha/anno.	Sono considerate anche altre funzioni oltre alla conservazione del suolo. La funzione di protezione delle acque superficiali presenta la stessa variabilità della funzione suolo, mentre nessuna variabilità è stata osservata per la diversità del paesaggio.
Carta delle aree a vincolo paesaggistico	Lamma Cres, 2004	Aree che presentano degli specifici valori paesaggistici nella Regione Toscana.	Carta sito-specifica delle emergenze architettonico-paesaggistiche ma non legata nello specifico alle attività agricole.	Non vi è nessun contributo possibile dato che non è stata rilevata una variabilità della funzione di diversità del paesaggio.

Apporto per le politiche di gestione del territorio

Nella prima parte abbiamo ricordato come le politiche di gestione del territorio abbiano due principali necessità: quella di definire delle aree-obiettivo e quella di definire delle priorità gestionali. Rispetto a questi due elementi, analizzeremo gli apporti dei risultati ottenuti per la valutazione delle funzioni agro-ambientali. Nonostante che questa sia stata effettuata per il livello sub-regionale e inter-aziendale, anche al livello di NUTS 3, ci siamo confrontati con le politiche agro-ambientali per identificare le funzioni ambientali attribuite alle attività agricole. I risultati che abbiamo ottenuto possono fornire alcuni elementi di riflessione. Nella Tabella 21 si nota chiaramente come per singole funzioni agro-ambientali simili o per combinazioni uguali di funzioni agro-ambientali i sistemi agricoli presenti siano spesso molto diversi. Al fine di ottenere la migliore risposta possibile delle attività agricole a tali funzioni, le caratteristiche di tali sistemi agricoli dovrebbero maggiormente orientare le politiche locali. Infatti, ad esempio, non ha senso impostare le stesse politiche e le stesse misure di sostegno all'agricoltura nel caso di aree sulle quali siano espresse le stesse aspettative agro-ambientali ma che da un lato siano fortemente agricole con grandi aziende diversificate e allevamento estensivo, dall'altro, boscate, con aziende orientate alla foraggicoltura e all'allevamento estensivo. In tal senso, attraverso l'analisi dei sistemi agricoli a scala NUTS 3, analisi che potrebbe essere migliorata includendo ad esempio dei descrittori di performance economica delle aziende e di dinamica, forniamo elementi per migliorare la territorializzazione di tali politiche.

Al livello sub-regionale o delle agro-ecozones, ci siamo invece confrontati con una valutazione del grado di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali, definite a partire dagli obiettivi delle politiche. I risultati ottenuti possono fornire elementi di riflessione sia per gli amministratori locali, sia per altri attori implicati in una gestione collettiva delle attività agricole (cooperativi e consorzi di produttori) e ambientali (aree protette in generale). Infatti, per gli amministratori locali, la conoscenza sulla variabilità territoriale del soddisfacimento delle funzioni può supportare la finalizzazione delle politiche territoriali per la gestione delle risorse agro-ambientali. Un'area agricola che presenta un'importante variabilità del soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali può, infatti, richiedere politiche più territorializzate per valorizzare tale variabilità, mentre aree più omogenee potrebbero necessitare soltanto di politiche più settoriali. Inoltre, i risultati che abbiamo fornito per i due casi di studio potrebbero supportare i processi decisionali nell'identificazione delle funzioni per le quali sia

prioritario intervenire, ad esempio attraverso una maggiore considerazione delle funzioni che sono mediamente o poco soddisfatte. A partire dai descrittori di uso del suolo di condizioni di soddisfacimento potenziale delle funzioni (che sono gli unici sui quali si può pensare di avere un effetto, dato che quelli geofisici si modificano su tempi molto più lunghi di quelli dell'azione politica) si può anche valutare l'effetto delle misure prese per migliorare il soddisfacimento delle funzioni meno soddisfatte. Gli attori coinvolti in una gestione collettiva delle attività agricole o ambientali (es. cooperativa agricola, agricoltori situati all'interno di un'area protetta) potrebbero beneficiare del metodo proposto nella messa a punto e nella proposta di nuove colture o tecniche colturali o nel dare priorità tra gli associati ad alcune misure agro-ambientali finalizzate a soddisfare le funzioni meno soddisfatte all'interno del set ritenuto prioritario dalle politiche.

Su quali elementi si può quindi intervenire per migliorare il grado di soddisfacimento potenziale delle funzioni agro-ambientali alla scala sub-regionale? Nel caso di studio francese, si rileva come il margine d'intervento sia scarso, da un lato perché comunque esiste un buon grado globale di soddisfacimento delle funzioni, dall'altro perché la valutazione è stata effettuata principalmente tramite descrittori geo-fisici e l'unico descrittore agronomico risulta la percentuale di prato permanente. Tale superficie a prato permanente risulta molto alta nelle due aree plateau di montagna e plateau orientato al pascolo (50 e 60% rispettivamente della superficie totale), mentre bassa nelle due aree che presentano condizioni sfavorevoli per le attività agricole a causa soprattutto della forte differenza di altitudine all'interno di ciascun pixel. Quindi sulla base di tale valutazione, anche tenendo conto delle condizioni globalmente favorevoli al soddisfacimento potenziale delle funzioni, gli interventi da effettuare potrebbero essere mirati ad un aumento della diversità degli usi del suolo che risulta attualmente bassa nelle due aree dove più sono importanti gli usi agricoli del suolo (Figura 62). Infatti negli ultimi anni la copertura a prato permanente è rimasta globalmente invariata (SMADC, 2002) al contrario di quanto avvenuto in aree simili per sistemi di allevamento, come il Limousin (Agreste, 2003). Se tale dinamica ha probabilmente permesso il soddisfacimento della funzione di protezione della qualità delle acque, è invece risultata poco favorevole alle funzioni paesaggistiche, da un lato, perché la diminuzione del carico animale per effetto delle politiche agricole può aver generato dei fenomeni di rinaturalizzazione degli appezzamenti aziendali più marginali (per condizioni di declività

o di localizzazione rispetto al centro aziendale), dall'altro, perché coincide con una minore diversità della copertura del suolo.

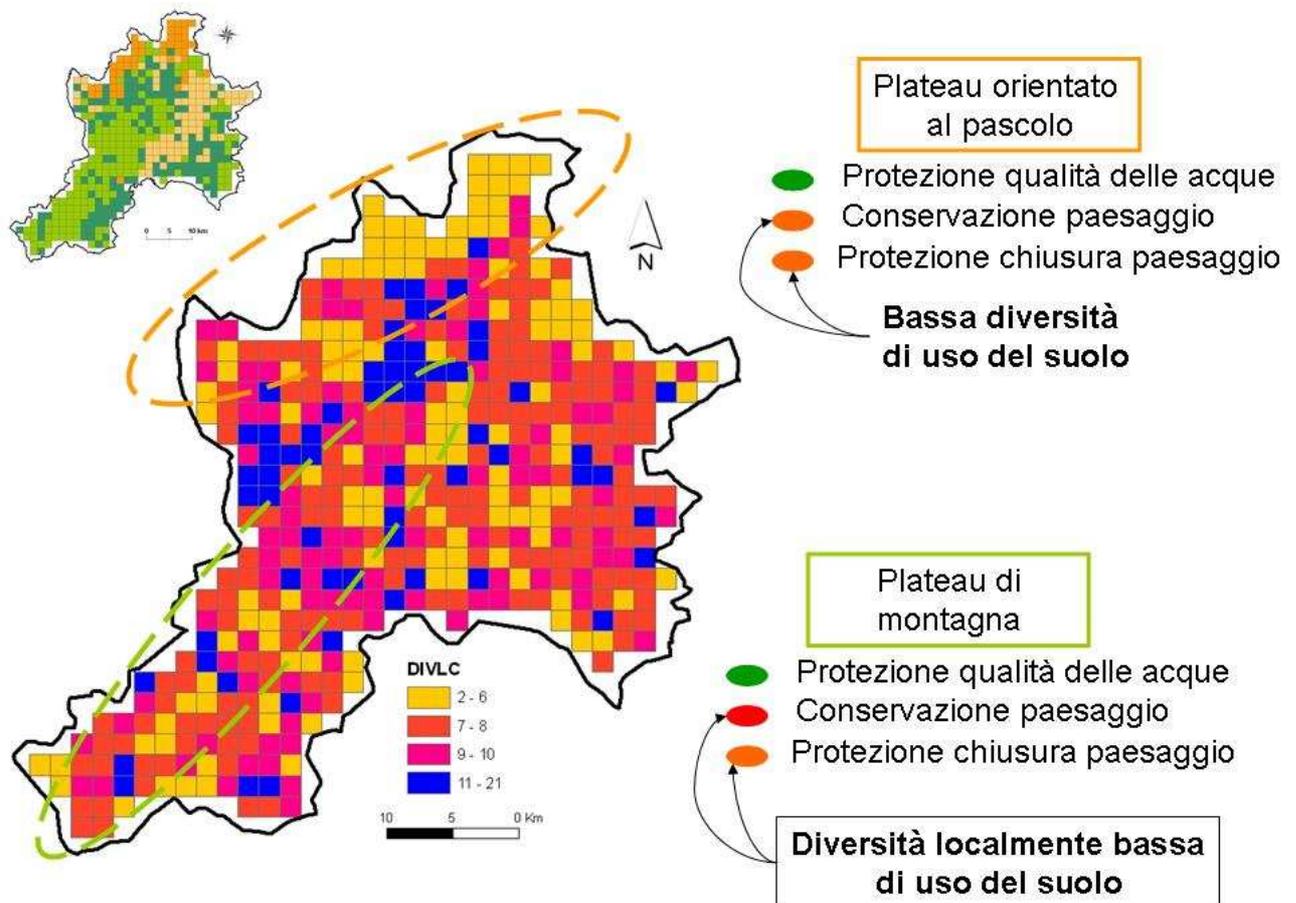


Figura 62: diversità degli usi del suolo in relazione alle due classi di soddisfacimento potenziale legate alle aree più agricole delle Combrailles e possibilità di miglioramento del grado di soddisfacimento delle funzioni paesaggistiche rispetto all'attuale.

Figure 62 : diversité de l'occupation du sol en relation aux deux types de réalisation des fonctions localisés dans les deux secteurs plus agricoles des Combrailles et possibilités d'amélioration de la réalisation des fonctions paysagères.

Invece nel caso italiano, dove la valutazione è stata effettuata sulla base di un maggior numero di descrittori agronomici, per migliorare il grado di soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali si potrebbe giocare su due aspetti: un aumento della diversità degli usi del suolo (eventualmente attraverso rinaturalizzazione degli appezzamenti situati nelle aree a maggiore declività) e una diminuzione ragionata dei seminativi in favore di coperture permanenti del suolo laddove ancora le condizioni geo-fisiche siano più sfavorevoli alle attività agricole.

Abbiamo definito alcune misure di miglioramento del grado di soddisfacimento potenziale delle funzioni basate sui risultati ottenuti alla scala sub-regionale e sugli unici descrittori rispetto ai quali si possono preconizzare cambiamenti, ovvero quelli di attività

agricole. Tuttavia, anche le valutazioni fatte in tal senso necessitano di uno studio dei sistemi produttivi e delle pratiche agricole al fine di capire le driving-forces del soddisfacimento delle funzioni.

Per quanto riguarda la scala inter-aziendale, le informazioni sul soddisfacimento effettivo delle funzioni agro-ambientali che potrebbe apportare il metodo proposto sono di due tipi. Riguardano la valutazione effettiva delle funzioni e l'identificazione delle configurazioni spaziali dell'uso del suolo. Rispetto alla valutazione del soddisfacimento effettivo delle funzioni, riteniamo con i nostri risultati possano fornire degli elementi di discussione per gli attori locali sulla performance ambientale del territorio da loro gestito in termini sia di migliore finalizzazione delle misure che di identificazione di aree-obiettivo. Infatti, per un agricoltore, potrebbe essere utile per mostrare un grado di soddisfacimento effettivo favorevole (quindi che le pratiche agricole contribuiscono favorevolmente alle funzioni) in un'ottica di revisione post-2013 della PAC orientata al sostegno dei risultati e non delle pratiche oppure per motivare alcuni miglioramenti aziendali (es. per il caso di studio italiano nel Piano di Miglioramento Agricolo e Ambientale) o la richiesta di adesione a misure agro-ambientali. Per un consorzio di produttori o di una cooperativa, l'obiettivo potrebbe essere invece quello di migliorare l'immagine dei propri prodotti, quindi di utilizzare le informazioni prodotte strumentalmente al marketing territoriale, oppure quello di migliorare la gestione collettiva di alcuni aspetti agro-ambientali ad esempio attraverso l'adesione a patti territoriali. Infine, a livello di un Ente Locale (e.g. Comune), potrebbe supportare la valutazione dell'impatto di alcuni interventi previsti (e.g. Piano Strutturale nel caso italiano) sulle aree agricole. Su quali elementi si può quindi intervenire per migliorare il grado di soddisfacimento effettivo delle funzioni agro-ambientali al livello inter-aziendale? Utilizziamo come esempio emblematico il caso di studio di Condat-en-Combrailles. Abbiamo visto che la funzione di protezione dalla rinaturalizzazione delle aree agricole è poco soddisfatta. Ciò riguarda appezzamenti piccoli, frammentati, lontani dai centri aziendali e in pendenza. L'opzione per l'azienda agricola è duplice: o recuperare tali superfici in un'ottica di incremento del patrimonio animale per avere delle superfici di riserva per il pascolo, oppure quella di aderire a delle misure di protezione degli habitat naturali e quindi lasciare che tali appezzamenti si rinaturalizzino da soli. Rispetto a tale scelta, Camacho (2004) ha mostrato come nelle aree alpine, gli agricoltori preferiscano piuttosto lasciar rinaturalizzare gli appezzamenti più difficili e migliorare invece la produttività di quelli più accessibili.

A livello di attori intermedi (es. Enti Locali o cooperativa di produttori), sebbene con diversi mezzi e scopi, l'obiettivo potrebbe essere quello di migliorare alcuni aspetti legati alla diversità del paesaggio. Ciò potrebbe essere attuato attraverso un maggiore coordinamento nell'applicare alcune misure agro-ambientali (es. impianto e gestione delle siepi) nelle aree dove minore risulta la loro attivazione, oppure nelle aree che si trovano particolarmente visibili da punti panoramici.

Per quanto riguarda invece il secondo punto, ovvero l'identificazione delle configurazioni spaziali dell'uso del suolo che sono significative per il soddisfacimento effettivo delle funzioni agro-ambientali nel territorio, dobbiamo mettere in evidenza come tali configurazioni siano state identificate attraverso un approccio *object-based* e quindi apportino informazioni sulla struttura del territorio di per sé, senza necessitare ulteriori elaborazioni. L'utilità di tali configurazioni spaziali sta nel fatto che in quanto oggetto intermedio che raggruppa elementi emblematici del territorio, hanno un significato sia per i produttori che le possono associare al territorio da loro percepito ogni giorno, sia per coloro che si occupano di pianificazione del territorio in quanto rappresentano un struttura riconoscibile e ripetuta nello spazio. In questo senso, potrebbero rappresentare uno strumento di dialogo tra diversi attori locali e quindi facilitare gli approcci partecipativi nelle problematiche agro-ambientali come suggerito da vari autori (Blaschke, 2006; Pinto-Correia et al., 2006; Toillier, 2009; Lardon et al., 2010). Inoltre, le configurazioni spaziali possono rappresentare anche uno strumento per identificare in modo più diretto il grado di soddisfacimento effettivo delle funzioni anche in altre aree del territorio oltre a quello oggetto di indagine. Permettono quindi in definitiva l'*up-scaling* tra la scala inter-aziendale dove sono identificate e quella della agro-ecozone che rappresenta il loro dominio di validità e quindi potrebbero facilitare la valutazione del soddisfacimento effettivo delle funzioni anche alla scala sub-regionale.

Nous discutons dans ce chapitre trois points de résultats. D'abord, concernant la caractérisation des fonctions, nous nous intéressons à ce qui se dégage au niveau de l'agro-écozone et du tissu d'exploitation et aux relations entre ces deux niveaux. Ensuite, nous mettons en évidence la valeur ajoutée issue de la prise en compte des configurations spatiales de l'occupation du sol pour caractériser la réalisation des fonctions agro-environnementales. Enfin, nous analysons l'apport du travail pour la mise en œuvre des politiques agro-environnementales.

Au niveau de l'agro-écozone, nous avons mis en évidence qu'il existe une variabilité de réalisation des fonctions agro-environnementales qui touche à la fois leurs différents niveaux de réalisations (très favorable, moyennement favorable, peu favorable) et les combinaisons de cette réalisation. Nous montrons dans les deux cas d'étude qu'il est prioritaire de préciser les objectifs de gestion du territoire sur les secteurs considérés, avant d'effectuer une caractérisation de la réalisation des fonctions, car il peut y avoir une contribution différente des activités agricoles à la réalisation des fonctions et des interactions distinctes entre les fonctions.

Au niveau du tissu d'exploitation, comme au niveau de l'agro-écozone, nous avons identifié différentes formes de réalisation des fonctions, en termes de contribution et de combinaisons. Face à un plus grand nombre de descripteurs, nous assistons dans les deux cas à des phénomènes de compensation de ces descripteurs.

En comparant les résultats de la caractérisation de la réalisation des fonctions au niveau de l'agro-écozone et du tissu d'exploitations, nous pouvons dégager deux points importants de cette comparaison.

En premier, on constate qu'il y a des différences dans les relations entre caractérisation produite pour l'agro-écozone et caractérisation produite pour le tissu d'exploitations ; ces deux caractérisations sont très proches dans le cas français et plus différentes dans le cas italien. Ceci peut indiquer que dans les secteurs plus homogènes en termes de géomorphologie et d'utilisation du sol, tels que les Combrailles, une caractérisation au niveau infrarégional peu suffire et être relativement significatif de ce qui se passe au niveau du tissu d'exploitation. Il y aurait donc dans ce cas une proximité importante entre réalisation potentielle et réalisation effective des fonctions. En deuxième, on note que les types de réalisation des fonctions sont plus favorables quand il s'agit du tissu, comparativement à ce qu'on observe dans l'agro-écozone, dans le cas italien. Nous en concluons qu'une caractérisation des fonctions agro-environnementales basée exclusivement sur des descripteurs d'occupation du sol (réalisation potentielle / agro-écozone) est moins favorable que celle basée sur des descripteurs relevant du fonctionnement des exploitations (réalisation effective / tissu d'exploitations). En conséquence, pour les terrains à forte variabilité d'occupation du sol, une caractérisation de la réalisation effective des fonctions sera particulièrement nécessaire pour discriminer plus exactement les niveaux de réalisation des fonctions.

Par rapport à la relation entre configurations spatiales de l'occupation du sol et types de réalisation des fonctions, nous avons deux résultats différents. Nous concluons de la comparaison qu'à Condat-en-Combrailles, les configurations spatiales de l'occupation du sol n'apportent pas de valeur ajoutée pour la caractérisation de la réalisation effective des fonctions ; ceci conforte nos conclusions précédentes quant au fait que l'occupation du sol est suffisante pour estimer les types de réalisation effective des fonctions, et qu'une caractérisation au niveau infrarégional est suffisante. Au contraire, dans le cas de Cinigiano, les configurations spatiales et d'autres facteurs concernant la localisation et le mode de faire-valoir des parcelles apportent une valeur ajoutée (en termes de capacité prédictive et de qualité de la prédiction) pour la caractérisation des fonctions au niveau du tissu d'exploitations (par rapport à l'occupation du sol ou à la pente prise isolément). Dans ce cas, les configurations spatiales de l'occupation du sol, associées à quelques indicateurs relatifs aux exploitations agricoles, pourraient donc représenter un indicateur efficace pour identifier des entités spatiales de gestion agro-environnementale dans le territoire. De tels entités ne sont pas de nature exclusivement agricole (parcelles de différentes exploitations incluant des éléments naturels en lisière tels que haies et cours d'eau) ni de nature exclusivement environnementale.

Les trois niveaux d'analyse de la thèse apportent des éléments pouvant contribuer à mieux définir des politiques agro-environnementales. Au niveau NUTS 3, nous avons montré que pour des fonctions agro-environnementales similaires, les systèmes agraires peuvent être très différents. Il est donc important que les politiques prennent mieux en compte à ce niveau ces différents systèmes. La variabilité spatiale des fonctions constatée à ce niveau conduit à renforcer et affiner la territorialisation des politiques. Au niveau de l'agro-écozone, la variabilité de la réalisation des fonctions apporte des éléments de réflexion pour les acteurs impliqués dans une gestion combinée des activités agricoles et de l'environnement (collectivités territoriales, coopératives agricoles et groupement de producteurs, parcs) ; ces éléments portent sur la localisation et le contenu des mesures pour améliorer la réalisation des fonctions. Enfin, au niveau du tissu d'exploitation, il est possible d'identifier à la fois les parcelles d'exploitations favorables à la réalisation effective des fonctions et celles où un changement de pratiques est possible en lien avec les caractéristiques du milieu. A ce niveau, les configurations spatiales pourraient constituer un support dans des actions de médiation, ou dans des démarches participatives, entre producteurs et gestionnaires du territoire, étant donné que ces entités spatiales ont du sens pour ces deux types d'acteurs.

Discussione della metodologia di ricerca

Nella tesi abbiamo presentato una metodologia per valutare il soddisfacimento (potenziale ed effettivo) delle funzioni agro-ambientali a scala territoriale basata su un approccio agronomico-territoriale. Tra gli aspetti di maggiore interesse, da rilevare è l'apporto specifico rispetto agli elementi fondanti dell'approccio (processi agro-ambientali, pratiche agricole e configurazioni spaziali dell'uso del suolo, Figura 9), alle loro relazioni e alla considerazione degli aspetti spaziali.

Nella Figura 63 si propone una schematizzazione dei differenti elementi studiati nella tesi e delle loro relazioni a partire da quelle che sono state le principali scelte a ciascuno delle scale di analisi. Si nota subito come i processi agro-ambientali risultino sempre "schermati", in quanto sono stati utilizzati strumentalmente alla definizione degli obiettivi e delle funzioni agro-ambientali, ma non sono mai stati oggetti di ricerca in sé stessi.

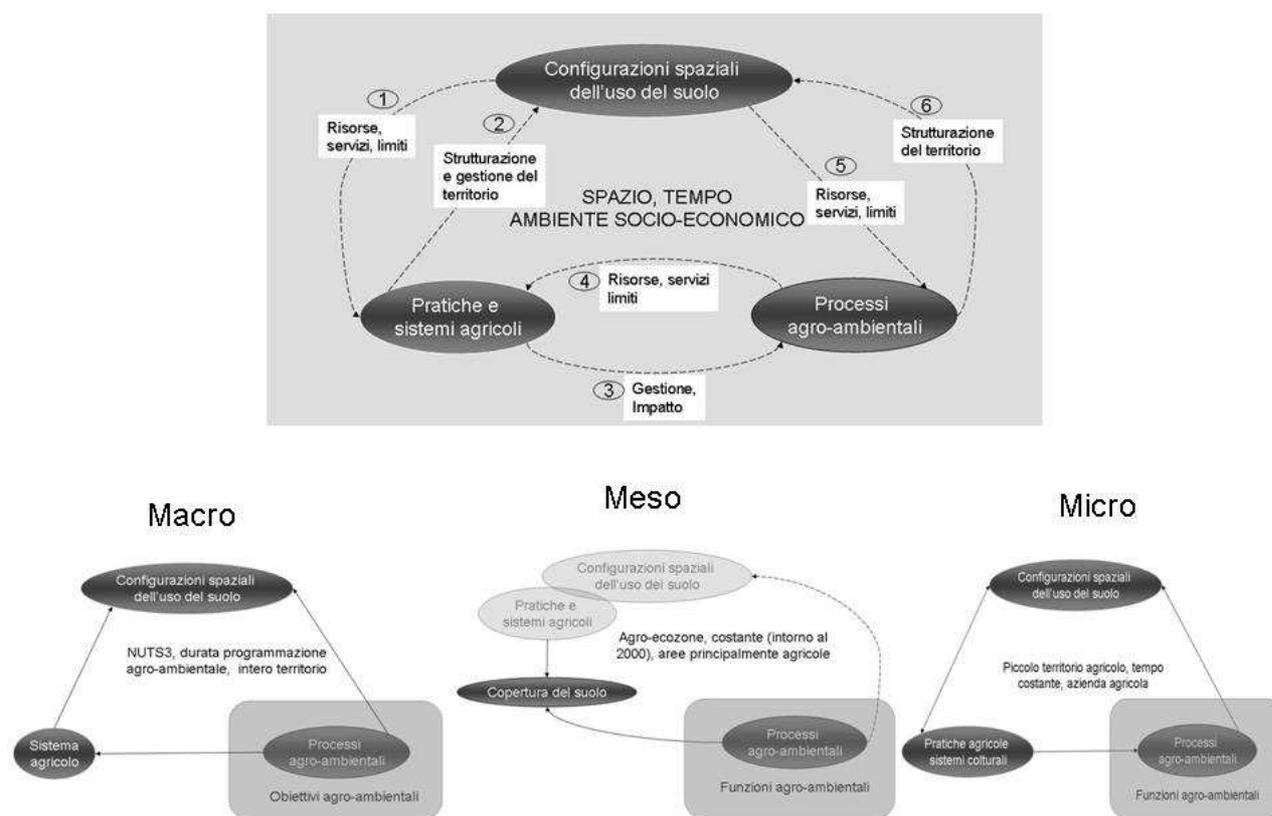


Figura 63: definizione delle relazioni studiate tra pratiche e sistemi agricoli, processi agro-ambientali e configurazioni dell'uso del suolo per le tre scale di questo lavoro.

Figure 63 : Relations étudiées, aux trois niveaux de cette thèse, en référence au schéma général.

In secondo luogo si può osservare come le configurazioni spaziali dell'uso del suolo abbiano anch'esse un ruolo differenziato nella tesi. Infatti, se nel caso di studio alla

scala macro (NUTS 3) rappresentavano una delle modalità attraverso le quali erano espressi i sistemi agricoli (frammentazione di uso del suolo, uso del suolo) e gli elementi attraverso i quali venivano esplicitati i processi agro-ambientali (elementi spaziali), alla scala sub-regionale tali configurazioni spaziali sono state completamente messe da parte e integrate con i sistemi agricoli per andare a confluire nell'uso del suolo come *proxy* appunto dei sistemi agricoli e delle configurazioni spaziali. È infine soltanto alla scala inter-aziendale che tali configurazioni spaziali sono state studiate (e non sono derivate da altre fonti di informazioni) e messe in relazione con gli altri elementi dello schema. Per quanto riguarda infine le attività agricole, sono state caratterizzate gerarchicamente ai tre livelli come sistemi agricoli, uso del suolo e pratiche agricole e sistemi colturali, riprendendo le classificazioni comunque presenti in letteratura. Manca la forma di sistema produttivo che, in uno studio di questo tipo, risulta di difficile attuazione per una mancanza di dati riguardanti tutta la sfera socio-economica dell'azienda agricola a scala territoriale, gli unici dati disponibili sono dati campionari derivanti da inchieste (si veda ad esempio Bonari et al., 2009 per quanto riguarda la Provincia di Grosseto) o da monitoraggi periodici come quelli effettuati dalla RICA (INEA, 2000) o nell'indagine sulla struttura delle aziende agricole (Istat, 2005).

In termini di relazioni tra sistemi agricoli, processi agro-ambientali e configurazioni spaziali dell'uso del suolo, queste sono state particolarmente sviluppate alla scala micro (inter-aziendale), dove abbiamo potuto testare la rilevanza delle configurazioni spaziali dell'uso del suolo per il soddisfacimento effettivo delle funzioni agro-ambientali. In tal senso, abbiamo contribuito ad una migliore caratterizzazione e comprensione delle configurazioni spaziali dell'uso del suolo. Infatti, a livello agronomico pochi studi le hanno considerate. Con un approccio quantitativo, Thenail et al., 2004 hanno mostrato, ad esempio come gli appezzamenti posti vicino alle aree riparie potessero contribuire ad una migliore gestione di tali aree. Tuttavia in questo studio, sono stati considerati separatamente i diversi costituenti di tali configurazioni (uso del suolo, dimensioni appezzamenti). Con un approccio qualitativo, Galli et al. (2006) hanno qualificato le principali configurazioni spaziali dell'uso del suolo ma a livello descrittivo, senza quindi accedere ad una loro identificazione automatica, ma eventualmente accedendovi e potendole localizzare sul territorio attraverso la conoscenza esperta degli attori (Bottignole, 2009). Invece Lardon et al., utilizzando delle rappresentazioni spaziali di tali configurazioni spaziali (coremi), hanno determinato le relazioni tra l'organizzazione spaziale delle aziende agricole e le dinamiche di rinaturalizzazione dei pascoli estensivi

in Francia (Bommel e Lardon, 2000). In ecologia del paesaggio, sono state sviluppate, come abbiamo visto nello stato dell'arte, diverse metodologie per la quantificazione e la mappatura delle configurazioni spaziali dell'uso del suolo (Mc Garigal e Marks, 1995; Forman, 2005), tuttavia sono principalmente basate su pixel o descritte attraverso indici che se hanno una rilevanza nella relazione con i processi ecologici, sono però di difficile collegamento con la realtà di campo. Possibili sviluppi per l'agronomia rappresentano l'inclusione degli aspetti temporali (Thenail et al., 2009; Schaller et al., 2010) e prove di campo o simulazioni per la valutazione della relazione effettiva con le funzioni agro-ambientali.

In questo lavoro abbiamo utilizzato una metodologia che ha caratterizzato la valutazione delle funzioni agro-ambientali attraverso le informazioni combinate di tre diverse scale, dalla scala regionale del NUTS 3 alla scala interaziendale. Abbiamo quindi utilizzato un approccio multi-scalare discendente. Non si tratta dell'approccio più frequentemente usato in agronomia, dove generalmente vengono studiati i processi agro-ambientali o il funzionamento dell'azienda e poi vengono generalizzati a scale di minor dettaglio (si veda ad esempio il lavoro di Castoldi, 2007 rispetto agli indicatori agro-ambientali), quindi con un approccio ascendente, frequentemente usato in geografia e nella pianificazione territoriale (Herrmann e Osinski, 1999). Tuttavia per affrontare alcune problematiche territoriali bisogna confrontarsi con la scala territoriale in primo luogo, ed è a partire dalle analisi a questa scala che possono essere definite ulteriori ipotesi di ricerca da testare alla scala di campo o di azienda agricola. Nel nostro caso sarà quindi l'utilità delle configurazioni spaziali dell'uso del suolo e la sua relazione con il soddisfacimento effettivo delle funzioni agro-ambientali che potrà eventualmente essere testato a scale di minor dettaglio. Abbiamo in ogni caso in questo lavoro considerato alcune scale classiche per un'analisi a molteplici livelli, che spesso includono la scala di campo, quella aziendale, quella comprensoriale e infine quella regionale (e.g. Herrmann e Osinski, 1999; Veldkamp et al., 2001; Roschewitz et al., 2005; Castoldi, 2007).

Nous avons au départ fait le choix de traiter la question de la caractérisation des fonctions agro-environnementales à partir d'une approche d'agronomie des territoires. Pour cela, nous avons proposé un schéma de base pour représenter ce champ disciplinaire (Figure 1) ; il considérait et représentait des relations entre pratiques et systèmes agricoles, processus agro-environnementaux et configurations spatiales de l'occupation du sol. Pour rendre notre approche opérationnelle, nous avons décliné ce schéma avec nos objets de recherche et les trois niveaux d'organisation considérés. A chaque étape, des relations spécifiques entre ces objets ont été prises en compte. Concernant les systèmes et pratiques agricoles, ils ont été déclinés à chacun des trois niveaux sous forme de systèmes agraires (niveau NUTS 3), d'occupations du sol (niveau agro-écozone), et systèmes de cultures (niveau tissu d'exploitations). Chacune de ces informations étaient en lien avec celles de niveau supérieur, puisque la nature et l'entité spatiale des informations concernées ont été fixées sur la base des résultats du niveau supérieur. Par exemple, au niveau des agro-écozones, l'occupation du sol a été identifiée en fonction d'éléments de la caractérisation des systèmes agricoles, et au niveau du tissu d'exploitations, les systèmes de cultures enquêtées ont concerné les occupations du sol dominantes mises en évidence par l'analyse des agro-écozones. Les configurations spatiales de l'occupation du sol, bien que présentes au niveau NUTS 3, ont été étudiées plus spécifiquement au niveau du tissu d'exploitation. Nous avons toutefois montré précédemment qu'elles pourraient aussi être traités au niveau de l'agro-écozone dans des territoires à forte diversité d'occupation du sol et de milieu, et qu'elles ont alors aider à identifier des secteurs présentant un même type de réalisation des fonctions. Concernant les processus agro-environnementaux, ils ont été pris en compte à tous les niveaux, mais pas de manière explicite, car les connaissances sur ces processus ont servi pour la caractérisation de la réalisation des fonctions.

Dans la thèse, nous avons pris en compte plusieurs fonctions agro-environnementales et identifié des entités spatiales, sous forme de configurations spatiales de l'occupation du sol qui, dans certains cas (e.g. en situation de forte diversité d'occupation du sol et de milieu), sont significatives de niveaux de réalisation de plusieurs fonctions agro-environnementales. Bien qu'il s'agisse là de premiers résultats et limités à un secteur d'un cas d'étude, cette recherche ouvre des pistes pour l'identification de zones "iso-multi fonctionnelles" mobilisables pour la gestion des ressources naturelles dans les territoires à dominante agricole. Dans ce sens, cette recherche participe à l'appui à des acteurs du territoire au-delà des agriculteurs ou groupements d'agriculteurs. Nous avons montré précédemment que la méthode développée peut apporter des résultats à la fois pour les collectivités territoriales, en termes d'arguments pour une territorialisation des politiques, pour des acteurs intermédiaires, afin de localiser des secteurs pour l'adoption de différentes mesures agro-environnementales, et pour les agriculteurs, afin de fournir des éléments concernant les choix d'intensification ou

d'extensification de parcelles d'exploitation (e.g. petites parcelles défavorables pour la fermeture du paysage dans le cas français).

Enfin, par rapport à une approche classique en agronomie, la prise en compte des potentialités agricoles des territoires (Rossiter, 1996 ; Deffontaines, 1998) est ici revisitée dans ce travail avec une prise en compte des fonctions de production et des fonctions environnementales qui leurs sont associées.

Prospettive di ricerca

Molteplici sono le prospettive da dare a questa ricerca, anche per il suo carattere esplorativo e metodologico. In particolare, sarebbe importante poter effettuare alcuni test dell'ipotesi di ricerca sulla relazione tra configurazioni spaziali dell'uso del suolo e il soddisfacimento effettivo delle funzioni agro-ambientali anche all'interno di altre aree inter-aziendali (micro) nelle stesse *agro-ecozones* studiate per il caso di studio trattato. In tal senso, per quanto riguarda il caso italiano, alcuni elementi comparativi si potrebbero ricavare dal lavoro effettuato da Debolini et al. (2010), che ha caratterizzato le pratiche agricole e i sistemi colturali in un diverso comprensorio della *agro-ecozona* della Collina interna grossetana. Per quanto riguarda invece il caso di studio francese, alcuni elementi di comparazione potrebbero essere ricavati da un caso di studio effettuato nell'area di Saint Quintin-sur-Sioule (Rapey et al., 2005) che invece risulta situato in un'*agro-ecozona* differente rispetto a quella di Condat-en-Combrailles.

Sicuramente poter effettuare ulteriori test permetterebbe di rafforzare il tipo di risultati ottenuti e poter estrarre elementi più generali di relazioni tra sistemi agricoli, configurazioni spaziali dell'uso del suolo e funzioni agro-ambientali. Dato che abbiamo messo in evidenza come esista una differenza nella valutazione del soddisfacimento potenziale ed effettivo delle funzioni agro-ambientali nell'ambiente mediterraneo e continentale, potrebbe valere la pena di approfondire questo aspetto, in quanto rilevante ad esempio per la modellizzazione agro-ambientale. Per questo motivo, il metodo potrebbe essere testato anche in altre aree mediterranee, magari prendendo in considerazione anche sistemi pastorali mediterranei come quelli legati all'ovicoltura, che sono riconosciuti come particolarmente strutturanti il paesaggio agrario, oppure sistemi in ambito continentale più diversificati di quelli considerati nelle Combrailles. Naturalmente questo pone alcune difficoltà come l'adattamento del metodo ad altre funzioni agro-ambientali, l'identificazione di nuovi sistemi agricoli, e la messa a punto di altri descrittori di soddisfacimento delle funzioni. Sempre in questa dinamica di adattamento del metodo, potrebbe anche essere sfruttato il cambiamento di periodo di

programmazione territoriale per comparare i risultati ottenuti dagli obiettivi agro-ambientali 2000-2006 a quelli 2007-2013 ma anche quelli riguardanti i cambiamenti dei sistemi agricoli attuabili attraverso i nuovi censimenti generali dell'agricoltura effettuati nel 2010.

Oltre a prospettive in termini di applicazione del metodo, un altro punto importante risulta quello della condivisione dei risultati della ricerca con gli attori locali. Infatti i risultati attuali come abbiamo visto sono stati o confrontati con un set molto limitati di attori locali, in un'ottica pragmatica di avanzamento del lavoro, oppure con la cartografia esistente, ma questa ricerca non è stata oggetto di un confronto sistematico. Riprendendo i punti principali della discussione dei risultati, tale validazione potrebbe riguardare gli agricoltori e alcuni attori intermedi quali cooperative, consorzi locali di produttori, enti locali. Porterebbe inoltre su tre elementi: 1- la valutazione del soddisfacimento delle funzioni a livello aziendale e territoriale; 2- l'identificazione delle configurazioni spaziali dell'uso del suolo sia localmente che all'interno delle *agro-ecozones*; 3- la discussione di quelle che loro ritengono essere le aspettative agro-ambientali. In tal modo, oltre che a validare i risultati della ricerca, si potrebbe superare uno dei limiti di questo lavoro, ovvero l'aver considerato le aspettative agro-ambientali soltanto in termini di obiettivi delle politiche e quindi in definitiva averle considerate costanti per tutto il territorio considerato.

Plusieurs suites peuvent être données à cette recherche, principalement à cause de son caractère méthodologique et exploratoire ; nous en énonçons ici trois qui nous semblent plus rapidement souhaitables et faisables. Elles concernent : 1) le test de la relation entre réalisation des fonctions et configurations spatiales dans d'autres secteurs des agro-écozones prises en compte, afin de compléter et conforter nos conclusions sur ce lien dans des secteurs très hétérogènes, 2) la validation plus large de la différence entre territoires méditerranéens et continentaux, concernant la relation entre des types de réalisation des fonctions et des configurations spatiales, 3) la confrontation des résultats obtenus sur les fonctions avec les acteurs locaux. La première perspective semble particulièrement possible dans le cas italien. En effet, une thèse vient d'être terminée sur la caractérisation de la fonction conservation du sol au niveau d'un bassin versant dans l'agro-écozone (Debolini, 2010). Les données disponibles portent sur l'occupation du sol d'environ 17000 ha et sur 23 exploitations agricoles représentatives de ce secteur. La deuxième perspective relative aux différences entre secteurs méditerranéens et continentaux, est à mettre à l'épreuve sur une diversité de systèmes agraires en zone méditerranéenne. En effet, les systèmes pastoraux méditerranéens présentent des contraintes fourragères et d'utilisation des surfaces qui peuvent finalement aboutir à des résultats similaires aux systèmes d'élevage continentaux observés ; les systèmes méditerranéens considérés jusqu'à présent dans cette thèse sont plutôt de type polyculture-élevage avec des élevages principalement hors-sol. Enfin, les résultats sont à communiquer et débattre avec les acteurs de terrains. En effet, des confrontations ponctuelles ont été effectuées, mais pas de manière systématique. Trois éléments pourraient être objets de confrontation pour permettre une validation des résultats obtenus : les attentes environnementales et fonctions agro-environnementales identifiées, la réalisation des fonctions, le rôle et l'efficacité des configurations spatiales de l'occupation du sol comme entité spatiale de référence pour les questions environnementales.

Conclusioni

*... Viandante, no hay camino
el camino se hace al andar ...*

A. Machado (1912)

Questa ricerca si è basata sulla constatazione che sono necessari degli strumenti aggiuntivi, a quelli ordinariamente utilizzati, per implementare le politiche agro-ambientali. Ciò è particolarmente importante per effettuare una valutazione del contributo delle attività agricole e dei territori al soddisfacimento delle aspettative e delle funzioni agro-ambientali che attraverso gli strumenti di programmazione e pianificazione sono attribuite a tali territori. Infatti, il limite attuale maggiore è causato da una mancanza sia di conoscenza legata alle interazioni tra diverse funzioni, sia di dati riguardanti il funzionamento delle aziende agricole e le caratteristiche ambientali.

In questo contesto, partendo da un approccio agronomico – territoriale, che ha considerato le relazioni tra sistemi e pratiche agricole, processi agro-ambientali e configurazioni spaziali dell'uso del suolo, abbiamo proposto un metodo di valutazione delle funzioni agro-ambientali (potenziale ed effettivo). Tale metodo non ha l'ambizione di essere uno strumento di supporto alle decisioni dei decisori locali, ma rappresenta una prima applicazione nella ricerca di uno strumento in grado di essere indicativo del soddisfacimento effettivo delle funzioni. Abbiamo applicato questo metodo a tre diverse scale spaziali significative per la programmazione e l'analisi agro-ambientale, oltreché per il funzionamento delle aziende agricole e a due casi di studio europei situati rispettivamente in un'area continentale (Département du Puy-de-Dome) e mediterranea (Provincia di Grosseto). Abbiamo mostrato come le configurazioni spaziali dell'uso del suolo possano avere un valore aggiunto rispetto agli strumenti attualmente utilizzati per valutare il soddisfacimento delle funzioni, ovvero la copertura del suolo (approcci di *ecological economics*) e le pratiche agricole (approcci agronomici). Ciò è risultato particolarmente adeguato nelle aree con maggiore eterogeneità di uso del suolo e di caratteristiche ambientali quali le aree mediterranee dove potrebbero essere valutate quale strumento di supporto ai decisori. Le aree continentali che risultano invece più omogenee non sembrano necessitare di una valutazione del soddisfacimento effettivo delle funzioni dato che una valutazione potenziale apporta già molti elementi conoscitivi sulla variabilità delle funzioni nel territorio.

Non abbiamo in questo lavoro affrontato due aspetti che permetterebbero di rafforzare queste conclusioni. Il primo aspetto riguarda l'identificazione delle configurazioni spaziali risultanti dal nostro studio all'interno di aree più vaste (*agro-ecozones*) che presentino lo stesso soddisfacimento potenziale, in modo da mettere in relazione soddisfacimento potenziale ed effettivo delle funzioni agro-ambientali. Il secondo riguarda una validazione di tali configurazioni spaziali con gli attori locali. Queste rappresentano quindi le prospettive più immediate da dare a questo lavoro.

Sul piano teorico e metodologico, questa ricerca ha contribuito alla definizione di un approccio territoriale dell'agronomia, per quanto riguarda lo studio delle funzioni agro-ambientali, mettendo al centro di tale studio le pratiche e i sistemi agricoli che le generano. Rispetto agli approcci di economia applicata (*ecological economics*), che risultano quelli che fino ad ora hanno principalmente dominato la letteratura, abbiamo quindi considerato le attività agricole, invece delle attività antropiche in generale, e gli usi agricoli del suolo, invece degli ecosistemi naturali e semi-naturali, che sono il luogo dove viene effettivamente realizzata la gestione delle risorse naturali.

Per questo motivo, riteniamo che le configurazioni spaziali dell'uso del suolo e gli stessi usi del suolo rappresentano un terreno comune su cui possano confrontarsi approcci ecologici e geografici con quelli agronomici, quindi uno strumento di interazione tra diverse discipline, oltretutto come confronto tra ricercatori e attori locali per una gestione più sostenibile e partecipata del territorio.

Cette thèse est fondée sur le constat que des outils sont nécessaires, dans le cadre des récentes politiques agro-environnementales européennes, pour évaluer et différencier la contribution des territoires et des activités agricoles aux fonctions agro-environnementales. Toutefois, à cause d'un manque de connaissances des relations entre différentes fonctions ainsi que d'un manque de données adaptées sur les activités agricoles et les milieux dans les territoires, cette contribution reste difficile à appréhender.

En partant d'une approche d'agronome et prenant en compte la dimension territoriale des systèmes et activités agricoles, des processus et fonctions agro-environnementales et des configurations spatiales de l'occupation du sol, nous avons proposé une méthode de caractérisation des fonctions agro-environnementales. Cette méthode n'a pas eu l'ambition de produire un outil pour la mise en place ou le suivi de politiques, mais de tester si les configurations spatiales de l'occupation du sol pouvaient aider à différencier les niveaux de réalisation des fonctions dans les territoires. Nous avons travaillé à trois niveaux spatiaux et dans deux cas d'étude européens en région continentale et méditerranéenne (département du Puy-de-Dôme en France et province de Grosseto en Italie). Nous avons montré que les configurations spatiales de l'occupation du sol représentent une valeur ajoutée pour différencier la réalisation des fonctions agro-environnementales, au niveau du tissu d'exploitation, seulement dans le cas d'une forte variabilité des occupations du sol et des caractéristiques de milieu, typiques des régions méditerranéennes. Dans les autres cas, une analyse à un niveau infrarégional (agro-écozone) semble apporter des éléments suffisants de différenciation de cette réalisation. Ceci indique qu'il existe des cas où l'on peut s'abstraire du niveau d'analyse relatif au fonctionnement de l'exploitation, et où les données sont difficiles à obtenir ; on en reste alors à une caractérisation large de l'occupation du sol et des caractéristiques du milieu physique. Dans certains cas, il est important de prendre en compte le niveau de l'exploitation agricole ; la connaissance complémentaire des configurations spatiales de l'occupation du sol est un indicateur de la réalisation des fonctions agro-environnementales par les exploitations. Ces configurations spatiales pouvant être identifiées à différentes échelles, elles pourraient aider à la mise en place de des politiques territoriales. Nous n'avons pas traité dans ce travail le niveau de signification des configurations spatiales de l'occupation du sol identifiées dans de larges territoires, ni testé leur mise à l'épreuve par des gestionnaires locaux : ces deux aspects restent à développer.

Sur le plan méthodologique et conceptuel, cette thèse a contribué à mieux définir les bases d'une approche territoriale des fonctions environnementales de l'agriculture en positionnant les pratiques et systèmes agraires au cœur des dynamiques agro-environnementales. Elle a permis de redéfinir le rôle de l'agronomie dans cette thématique qui est actuellement largement dominée par des approches en économie appliquée (cf. ecological economics). En effet, l'agronomie considère d'une part les activités agricoles comme des activités humaines

d'agriculteurs, d'autre part elle a développé une étude des écosystèmes agraires allant au delà des écosystèmes naturels et semi-naturels, comme lieu de pratiques agricoles et donc de la gestion des ressources naturelles. La prise en compte de l'occupation du sol et des configurations spatiales de l'occupation du sol pour caractériser la réalisation des fonctions permettent de rapprocher des approches écologiques et spatiales avec une approche agronomique ; ceci constitue donc un outil de dialogue à la fois scientifique entre différentes disciplines et avec les acteurs en charge de la programmation agro-environnementale des territoires.

Riferimenti bibliografici

Addiscott T. M., Mirza N. A. (1998). Modelling contaminant transport at catchment or regional scale. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 67: 211-221.

ADEME – Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie (non datato). Fiche co-produits riches en ligno-cellulose, 16 pp. Consultato online il 22 Aprile 2009 sul sito Internet: <http://www.inst-elevage.asso.fr/html1/IMG/pdf/Fichecoprod01.pdf>

Agreste (2003). Le Bassin charolais, une zone emblématique de l'élevage bovin allaitant. Accesso online il 26 Ottobre 2010 al sito Internet: <http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/articles03073A1.pdf>

Agreste (2006). Enquête sur la structure des exploitations agricoles en 2005. Accesso online il 26 ottobre 2010 al sito Internet: http://draaf.auvergne.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Numero75structures2005_cle01b5b7.pdf

Agreste (2007). Teruti - Lucas - Utilisation du territoire. Accesso online il 15 Maggio 2007: http://agreste.agriculture.gouv.fr/enquetes_3/territoire_prix_terres_542/utilisation_du_461/index

Ahern, J. (1991). Planning for an extensive open space system: linking landscape structure and function. *Landscape and Urban Planning* 21, 131-145.

Altieri M. (1995). *Agroecology: the science of sustainable agriculture*. Westview Press, 433 pp.

Andrieu N. (2004). Diversité du territoire de d'exploitation d'élevage et sensibilité du système fourrager aux aléas climatiques : étude empirique et modélisation. Thèse en Sciences Agronomiques, INA-PG, 320 pp.

ARSIA - Agenzia regionale per lo sviluppo e l'innovazione nel settore agricolo e forestale (2007) Le zone vulnerabili dai nitrati. Accesso online il 12 Aprile 2010: <http://risorseidriche.arsia.toscana.it/pagebase.asp?p=545>

ARSIAL - Agenzia regionale per lo sviluppo e l'innovazione nel settore agricolo della Regione Lazio (2005). L'inerbimento dell'oliveto con leguminose annuali riseminanti. Collana Servizi di Sviluppo Agricolo, Roma, 40 pp.

Auerswald K., Gerl G., Kainz M. (2006). Influence of cropping system on harvest erosion under potato. *Soil and Tillage Reserch* 89: 22-34.

Aviron S., Burel F., Baudry J., Schermann N. (2005). Carabid assemblages in agricultural landscapes: impacts of habitat features, landscape context at different spatial scales and farming intensity. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 108:205-217.

Bastian, O. (2004). Functions, leitbilder, and red lists - expression of an integrative landscape concept. In: Brandt J., Vejre H. (Eds.) "Multifunctional landscapes. Theory, values and history" I: 75-95. WIT Press.

Bastian O., Corti C., Lebboroni M. (2007). Determining environmental minimum requirements for functions provided by agro-ecosystems. *Agronomy for Sustainable Development* 27:1-13.

Bastian O., Lutz M. (2006). Landscape functions as indicators for the development of local agri-environmental measures. *Ecological Indicators* 6: 215-227.

Bastian, O., and Lütz, M. (2006). Landscape functions as indicators for the development of local agri-environmental measures. *Ecological Indicators* 6, 215-227.

Baudry, J., Steyaert, P., Thenail, C., Deffontaines, J. P., Maigrot, J. L., Léouffre, M. C., Santucci, P., and Balent, G. (1996). Approche spatiale des systèmes techniques agricoles et environnement. In "Nouvelles fonctions de l'agriculture et de l'espace rural. Enjeux et défis identifiés par la recherche." pp. 123-137. INRA.

Bazzoffi P. (2009). Soil erosion tolerance and water runoff: minimum environmental standards. *Regional Environmental Change* 9: 169-179.

Benoît M., Barberi P., Marraccini E., Rapey H., Rizzo D., Thenail C., Moonen A. C., Lardon S., Galli M., Caron P., Silvestri N., Bonari E., in preparazione. Landscape agronomy: conceptualizing a new research field, 30 pp. manoscritto

Benoît M., Deffontaines J. P., Lardon S. (2006). Acteurs et territoires locaux – vers une géoagronomie de l'aménagement. Quae Editions.

Bills N., Gross D. (2005). Sustaining multifunctional agricultural landscapes: comparing stakeholders perspectives in New York (US) and England (UK). *Land Use Policy* 22: 313-321.

Blaschke T. (2006). The role of the spatial dimension within the framework of sustainable landscapes and natural capital. *Landscape and Urban Planning* 75: 198-226.

Boardman J., Poesen J. (2006). Soil erosion in Europe. John Wiley and Sons, England.

Bocchi S., Pileri P., Gomasasca S., Sedazzari M. (2004). L'indicatore siepe-filare per il monitoraggio e la pianificazione. In: Atti del convegno internazionale "The rural system, a challenge for planning between protection, sustainability and changing management", Milano, 113-123.

Bocchi S., Castrignanó A. (2007). Identification of different potential production areas for corn in Italy through multitemporal yield map analysis. *Field Crops Research* 102: 185-197.

Bommel P., Lardon S. (2000). Un simulateur pour explorer les interactions entre dynamiques de végétation et de pâturage. Impact des stratégies sur les configurations spatiales. *Revue internationale de Géomatique* 10: 107-130.

Bonari E. (1993). *Coltivazioni erbacee e rischi ambientali in provincia di Pisa*. Centro Studi Economico-Finanziari, Pisa, 304 pp.

Bonari E. (2003). *Agricoltura, ambiente e qualità della vita: alcune riflessioni agronomiche*. *Economia e ambiente* 3, 7-15.

Bonari E., Pàmpana S. (2001). Problemi aperti e criteri di applicabilità in una visione globale di agricoltura sostenibile. In: Bonari E., Barberi P. (Eds.), *Problematiche dell'agricoltura italiana. Scenari possibili*. Vol. 3: Possibilità evolutive di destinazioni colturali e pacchetti tecnologici, Accademia Nazionale di Agricoltura-Consiglio Nazionale delle Ricerche, Ed. Avenue media, Bologna, 185-210.

Bonari E., Rosso F. (2002). Sistemi colturali e mondo agricolo: percezione della problematica e ricadute della ricerca. In Bonari E., Ceccon P. (Eds): *Verso un approccio integrato allo studio dei sistemi colturali*, Franco Angeli, Milano, 191 – 201.

Bonari E., Galli M., Rizzo D. (2006). Gestione del territorio rurale e paesaggio. In: Lorenzi R. e Semproni M. P. (Eds), *La Tutela del paesaggio tra economia e storia*, Ed. Ministero per i Beni e le attività culturali, 47-56.

Bonari E., Galli M., Balducci E., Debolini M., Marraccini E. (2009). *Competitività rurale: elementi di analisi e sfide progettuali*. In: *Conoscenza, innovazione & Sviluppo. Un futuro possibile per il sistema territorio della Provincia di Grosseto*. Edizioni ISGREC, 89-135.

Bonciarelli F. (1989). *Fondamenti di agronomia generale*. Edagricole, Bologna.

Bonciarelli F., Bonciarelli U. (2001). *Coltivazioni erbacee da pieno campo*. Edagricole, Bologna.

Boody G., Vondracek B., Andow D. A., Krinke M., Westra J., Zimmerman J., Welle P. (2005). *Multifunctional Agriculture in the United States*. *BioScience* 55: 27-38.

Borgioli E. (1991). *Nutrizione e alimentazione degli animali agricoli*. Edagricole, Bologna.

Borlizzi A., Povellato A., Trisorio A. (2009). High nature value farming systems in Italy: a policy perspective. OECD report, 12 pp. Consultato online il 22 Settembre 2010 sul sito Internet: <http://www.oecd.org/dataoecd/9/4/45447828.pdf>

Borreani G., Tabacco E., Grignani C. (2003). Quantificazione dell'azotofissazione nelle leguminose foraggere. *Rivista di Agronomia* 37: 21-31.

Bottignole M. (2009). Ricerca degli elementi identitari del paesaggio agrario in un sistema agro-silvo-pastorale montano. Tesi di Laurea in Gestione e Tutela dell'Ambiente Agro-forestale. Università di Pisa, 101 pp.

Brandt J., and Vejre H. (2004). Multifunctional landscapes - motives, concepts and perceptions. In: J. Brandt , H. Vejre (Eds) "Multifunctional landscapes" Vol. I - Thory, Values and History, 3-33. WIT Press.

Cairol D., Coudel E., Caron P. (2006). Multifonctionnalité et développement durable des territoires ruraux en Europe: état des lieux et perspectives de recherche. EAT - Ingénieries n. Special FEADER, 189-199.

Camacho O. (2004). L'alimentation des troupeaux peut-elle empêcher le boisement spontané des espaces ruraux dans les Alpes du Nord ? Organisation spatiale des pratiques fourragères et d'entretien mécanique des prairies permanentes dans la vallée d'Abondance (Haute-Savoie). Thèse en agronomie, INA-PG, Paris, 339 pp.

Caron P. (2005). A quels territoires s'intéressent les agronomes? Le point de vue d'un géographe tropicaliste. Natures, Sciences, Sociétés 13, 145-153.

Casini L., Lombardi G. V. (2006). Comparison of MEA based interpretation with interpretations of multifunctionality by other organizations. Deliverable 2.2, MEA-Scope EU project, 43 pp. Consultato online il 20 Marzo 2007 al sito Internet: http://www.zalf.de/home_meascope/website/publications/meascope_vol2_comparison_multifunctionality_interpretations.pdf

Castellazzi M.S., Perry J.N., Colbach N., Monod H., Adamczyk K., Viaud V., Conrad K.F. (2007) New measures and tests of temporal and spatial pattern of crops in agricultural landscapes. Agriculture, Ecosystems and Environment 118: 339-349.

Castoldi N. (2007). Environmental and economic assessment of agricultural systems at crop, field, farm, and regional scale. Application of agro-ecological and economic indicators in Northern Italy. Ph.D. Thesis, University of Milan (Italy), 333 pp.

Castoldi N., Bechini L. (2010). Integrated sustainability assessment of cropping systems with agro-ecological and economic indicators in northern Italy. European Journal of Agronomy 32: 59-72.

Castrignanó A., De Benedetto D., Girone G., Guastaferro F., Sollitto D. (2010). Characterisation, visualization and delineation of agro-ecozones using multivariate geographical clustering. Italian Journal of Agronomy 5: 121-132.

Causarano H. J., Shaw J. N., Franzluebbers A. J., Reeves D. W., Raper R. L., Balkcom K. S., Norfleet M. L., Izaurrealde R. C. (2007). Simulating field-scale soil organic carbon dynamics using EPIC. *Soil Science Society of America Journal*, 71: 1174-1185.

Cavazza L. (1996). *Agronomia aziendale e agronomia del territorio*. *Rivista italiana di agronomia* 30, 310-319.

Chambre d'Agriculture de la Marne (non datato). Fiche de calculs des effluents d'élevage. Fiche n. 35, 2 pp. Consultato online il 22 Aprile 2009 sul sito Internet: <http://www.cda55.fr/documents/calculseffluents.pdf>

Chambre d'Agriculture du Puy-de-Dome (2009). Guide zone vulnérable. 36 pp. Consultato online il 22 Aprile 2009 sul sito Internet: http://www.chambre-agri63.com/documents/guide_ZV.pdf

Cheesman O. D. (1998). The impact of some field boundary management practices on the development of *Dipsacus fullonum* L. flowering stems, and implications for conservation. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 68: 41-49.

Clements D.R., Shrestha A. (2004). New dimensions in agroecology for developing a biological approach to crop production. *Journal of Crop Improvement* 11: 1-20.

Colbach N., Devuax C., Angevin F. (2009). Comparative study of the efficiency of buffer zones and harvest discarding on gene flow containment in oilseed rape. A modelling approach. *European Journal of Agronomy* 30: 187-198.

Collinge S. K. (1998). Spatial arrangement of habitat patches and corridors: clues from ecological field experiments. *Landscape and Urban Planning* 42, 157-168.

Colombo S., Calatrava-Requena J., Hanley N. (2006). Analysing the social benefits of soil conservation measures using stated preference methods. *Ecological Economics* 58: 850-861.

Commissione Europea (1991). Council Directive 91/676/EEC of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources. Consultato online il 14 ottobre 2010 sul sito Internet: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31991L0676:EN:NOT>

Commissione Europea (2006). Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - Thematic Strategy for Soil Protection [SEC(2006)620] [SEC(2006)1165]. Consultato online il 14 Ottobre 2010 sul sito Internet: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31992L0043:EN:NOT>

Consiglio d'Europa (1992). Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. Consultato online il 16 Ottobre 2010 sul sito Internet: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52006DC0231:EN:NOT>

Consiglio d'Europa (2000). European Landscape Convention. Consultato online il 14 Ottobre 2010 su sito Internet <http://conventions.coe.int/Treaty/en/Treaties/Html/176.htm>

CORPEN - Comite d'orientation pour des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement (2001). Estimation des flux d'azote, de phosphore et de potassium associés aux bovins allaitants et aux bovins en croissance ou à l'engrais, issus des troupeaux allaitants et laitiers, et à leur système fourrager, 33 pp.

Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg C., Naeem S., O'Neill R., Paruelo J., Raskin R. G., Sutton P., Van den Belt M. (1997) The value of world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387:253-260.

Croissant, C. (2004). Landscape patterns and parcel boundaries: an analysis of composition and configuration of land use and land cover in south-central Indiana. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 101, 219-232.

Debolini M., Galli M. Bonari E. (2010). Assessing cropping systems changes in Mediterranean environments. A case study in the Grosseto Province (Tuscany, Italy). XI Congress of the European Society for Agronomy, Montpellier (France), 939-940.

de Bonneval L., (Ed.) (1993). "Systèmes agraires, systèmes de productions. Vocabulaire français-anglais avec index anglais," 285 pp. INRA Éditions, Paris.

De Groot, R. (2006). Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes. *Landscape and Urban Planning* 75: 175-186.

De Groot, R. S., Wilson, A. M., and Boumans, R. N. J. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystems functions, goods and services. *Ecological Economics* 41: 393-408.

DEART – Dipartimento di Economia Agraria, Università di Firenze (2008). Confronto tra i principali approcci delle organizzazioni internazionali sul tema della multifunzionalità. Report finale progetto MULTIDIM, 1: 2-34.

Deffontaines J. P. (1991). L'agronomie, science du champ. Le champ, lieu d'interdisciplinarité : de l'écophysiologie aux sciences humaines. *Agronomie* 11: 581-591.

Deffontaines J. P. (1998a). Enjeux spatiaux en agronomie. In : Deffontaines J. P. (Ed.) *Les sentiers d'un géoagronome*. Editions Arguments, 64-71

Deffontaines, J. P. (1998b). En agriculture, quelles relations entre gestion des ressources naturelles et développement durable? In Deffontaines J. P. (ed.) "les sentiers d'un géo-agronome", 72-77. Editions Arguments.

Deffontaines, J. P. (1998c). Un champ de questions centré sur le fait technique. In Deffontaines J. P. (ed.) "Les sentiers d'un géo-agronome" 142-149. Editions ARGUMENTS.

Deffontaines, J. P., Landais, E., and Benoit, M. (1998). Les pratiques des agriculteurs. Point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique. In "Les sentiers d'un géo-agronome" (J. P. Deffontaines, ed.), pp. 117-141. Editions ARGUMENTS.

Dharmakeerthi R. S., Kay B. D., Beauchamp E. G. (2005). Factors contributing to changes in plant available nitrogen across a variable landscape. Soil Science Society of America Journal, 69: 453-462

Doré T. (2006). Introduction générale. In: Doré T., Le Bail M., Martin P., Ney B., Roger-Estrade J. (Eds.) L'agronomie aujourd'hui. Éditions QUAE, Versailles, 23-29.

Doré T. , Clermont-Dauphin C. , Crozat Y., David C., Jeuffroy M-H, Loyce C., Makowski D., Malézieux E., Meynard J-M., Valantin-Morison M. (2008). Methodological progress in on-farm regional agronomic diagnosis. A review. Agronomy for Sustainable Development 28:1-11.

EEA - European Environmental Agency (1995). Europe's environment : the Dobbris assessment. State of the Environment report 1. Consultato online il 15 Aprile 2009 sul sito Internet: <http://www.eea.europa.eu/publications/92-826-5409-5>

EEA - European Environmental Agency (2003). Assessment and reporting on soil erosion. Technical report 94, 103 pp.

EEA - European Environmental Agency, (2004a). Agriculture and Environment in EU-15. The IRENA indicator report. 6, 128 pp.

EEA - European Environmental Agency, (2004b). High nature value farmland – characteristics, trends and policy challenges. EEA report 1, 31 pp.

EEA – European Environmental Agency (2005). European environment outlook. EEA report 4, 92 pp.

EEA - European Environmental Agency (2007). Corine Land Cover 2000 (CLC2000) seamless vector database. Consultato online il 31 Maggio 2007 al sito Internet: <http://dataservice.eea.europa.eu/dataservice/metadetails.asp?id=950>

EEA – European Environmental Agency (2010). The territorial dimension of environmental sustainability - Potential territorial indicators to support the environmental dimension of territorial cohesion. EEA Technical report 9, 96 pp.

Egoh B., Reyes B., Rouget M., Richardson D. M., Le Maitre D. C., van Jaarsveld A. S. (2008) Mapping ecosystem services for planning and management. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 127:135-140.

ESRI (2007). ArcGis 9.2 Desktop Help. Consultato online il 27 Ottobre 2010 al sito Internet: <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=Tutorials>

Eurostat (2003). Nomenclature of territorial units for statistics NUTS. Accesso online il 31 Maggio 2007: http://ec.europa.eu/eurostat/ramon/nuts/home_regions_en.html

FAO (1999). *Cultivating our future: the multifunctional character of agriculture and land*. Maastricht. Consultato online il 27 Ottobre 2006 sul sito Internet: <http://www.fao.org/docrep/X2777E/X2777E00.htm>

FAO (2007). *Paying farmers for environmental services*. FAO agriculture series 38, Roma, 240 pp.

Farber S. C., Costanza R., Wilson M. A. (2002). Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services, *Ecological Economics* 41: 375 – 392.

Fava F., Parolo G., Colombo R., Gusmeroli F., Della Marianna G., Monteiro A. T., Bocchi S. (2010). Fine-scale assessment of hay meadow productivity and plant diversity in the European Alps using field spectrometric data. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 137: 151-157.

Finn J. A., Bartolini F., Bourke D., Kurtz I., Viaggi D. (2009). Ex post environmental evaluation of agri-environment schemes using experts' judgements and multicriteria analysis. *Journal of Environmental Planning and Management* 52: 717-737.

Firbank L.G. , Smart S.M., Crabb J., Critchley C.N.R., Fowbert J.W., Fuller, R.J., Gladders P., Green D.B., Henderson I., Hill M.O. (2003). Agronomic and ecological costs and benefits of set-aside in England. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 95: 73-85.

Flick U. (1998). *An Introduction to qualitative research* - SAGE Publications Ltd, London.

Forman R. T. T. (1995). *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press.

Francis C.A., Lieblein G., Breland T.A., Salomonsson L., Geber U., Sriskandarajah N., Langer V. (2008). Transdisciplinary research for a sustainable agriculture and food sector. *Agronomy Journal* 100: 771-776.

Freyer B., Reisner Y., Zuberbühler D. (2000). Potential impact model to assess agricultural pressure on landscape ecological functions. *Ecological Modelling* 130: 121-129.

Friedberg C., Cohen M., Mathieu N. (2000). Faut-il qu'un paysage soit ouvert ou fermé ? L'exemple de la pelouse sèche du Causse Méjean. *Natures Sciences Sociétés* 8: 26-41

Gallego F. J., Escribano P. (2000). Landscape diversity indices from CORINE Land Cover and point observations. Accuracy 2000, Amsterdam. Consultato online il 2 Novembre 2010 al sito Internet: http://agrienv.jrc.ec.europa.eu/publications/pdfs/Diversity_CORINE-points.pdf

Galli M., Rizzo D., Bonari E. (2006). Le funzionalità paesaggistiche dell'attività agricola: il caso studio della Lunigiana. Agribusiness Paesaggio e Ambiente, IX:67-74.

Giardini L. (2002). Agronomia generale, ambientale e aziendale. Patron Editore, Bologna.

Gibon, A. (2005). Managing grassland for production, the environment and the landscape. Challenges at the farm and the landscape level. Livestock Production Science 96, 11-31.

Gimona A., van der Host D. (2007). Mapping hotspots of multiple landscape functions: a case study on farmland afforestation in Scotland. Landscape Ecology 22:1255-1264.

Giupponi C., Eiselt B., Ghetti P. F. (1999) A multicriteria approach for mapping risks of agricultural pollution for water resources: The Venice Lagoon watershed case study. Journal of Environmental Management 56:259-269

Giupponi C., Carpani M. (2006). Recent development in indicators and models for agri-environmental assessment. Italian Journal of Agronomy 1: 647-664.

Golley F.B., Bellot J. (1991). Interactions of landscape ecology, planning and design. Landscape and Urban Planning, 21: 3-11.

Gomez-Sal A., Belmontes J. A., Nicolau J. M. (2003). Assessing landscape values: a proposal for a multidimensional conceptual model. Ecological Modelling 168: 319-341.

Gras R., Benoit M., Deffontaines J. P., Duru M., Lafarge M., Langlet A., Osty P. L. (1989). Le fait technique en agronomie – activités agricoles, concepts et méthodes d'étude. L'Harmattan, Paris.

Grignani C. Bassanino M., Sacco D., Zavattaro L. (2003). Il bilancio degli elementi nutritivi per la redazione del piano di concimazione. Rivista Italiana di Agronomia 37: 155-172.

Grünwald H. , Böhm C., Quinkenstein A., Grundmann P., Eberts J., von Wühlisch G. (2009). Robinia pseudoacacia L.: A lesser known tree species for biomass production. Bioenergy Research, 2: 123-133.

Hall C., McVittie A., Moran D. (2004). What does the public want from agriculture and the countryside? A review of evidence and methods. Journal of Rural Studies 20:211-225.

Hao Y., Lal R., Owens L. B., Izaurralde R. C., Post W. M., Hothem D. L. (2002). Effect of cropland management and slope position on soil organic carbon pool at the North Appalachian Experimental Watersheds. Soil and Tillage Research 68: 133-142.

Hargrove W. W., Hoffman F. M. (2005). Potential of multivariate quantitative methods for delineation and characterisation of ecoregions. *Environmental Management* 34:S39-S60.

Hatfield J. L. (2007). Beyond the Edge of the Field. *Communication of the American Society of Agronomy*, 1pp. Consultato online il 8 Febbraio 2008 sul sito Internet: <https://www.agronomy.org/society-info/presidents-message/archive/13>

Hein L., van Koppen K., De Groot R. S., van Ierland E. C. (2006) Spatial scales, stakeholders and the valuation of ecosystem services. *Ecological Economics* 57:209-228.

Henderson I. G., Ravenscroft N. , Smith G., Holloway S. (2009). Effects of crop diversification and low pesticide inputs on bird populations on arable land. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 129: 149-156.

Herrmann S., Osinski E. (1999). Planning sustainable land use in rural areas at different spatial levels using GIS and modelling tools. *Landscape and Urban Planning* 46, 93-101.

Herzog, F., Steiner, B., Bailey, D., Baudry, J., Billeter, R., Bukacek, R., De Blust, G., De Cock, R., Dirksen, J., Dormann, C. F., De Filippi, R., Frossard, E., Liira, J., Schmidt, T., Stöckli, R., Thenail, C., van Wingerden, W., and Bugter, R. (2006). Assessing the intensity of temperate European agriculture at the landscape scale. *European Journal of Agronomy* 24, 165-181.

Houet T. (2006). Occupation des sols et gestion de l'eau : modélisation prospective en paysage agricole fragmenté (application au SAGE du Blavet). Thèse en Géographie, Université de Rennes 2, Haute Bretagne, 368 pp.

Hueting R., Reijnders L., de Boer B., Lambooy J., Jalsen H. (1998). The concept of environmental function and its valuation. *Ecological Economics* 25, 31-35.

Huffman, E., Eilers, R. G., Wall, G., and MacDonald, K. B. (2000). Canadian agri-environmental indicators related to land quality: integrating census and bio-physical data to estimate soil cover, wind erosion and soil salinity. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 81, 113-123.

IGN, 2001. BD Carthage.

Ingram J.S.I., Gregory P.J., Izac A.-M. (2008). The role of agronomic research in climate change and food security policy. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 126: 4-12.

INSEE, 2008. Recensement Agricole 2000.

ISTAT, 2008. Censimento Generale dell'Agricoltura.

Jankauskas B., Jankauskiene G. (2003) Erosion-preventive crop rotations for landscape ecological stability in upland regions of Lithuania. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 95: 129-142.

Jax, J. (2005). Function and "functioning" in ecology: what does it mean? OIKOS 111, 641-648.

Jenness Enterprises (2006). Repeating shapes for ArcGis. Accessed online August 31, 2007: http://www.jennessent.com/arcgis/repeat_shapes.htm

Joannon A. (2004). Coordination spatiale des systèmes de culture pour la maîtrise de processus écologiques. Thèse en Agronomie, Institut National Agronomique Paris-Grignon, 393 pp.

Joannon A., Bro E., Thenail C., Baudry J. (2008). Crop patterns and habitat preferences of the grey partridge farmland bird. *Agronomy for Sustainable Development*, 28: 379-387.

Kato Y., Yokohari M., Brown R.D. (1997). Integration and visualization of the ecological value of rural landscape in maintaining the physical environment of Japan, *Landscape and Urban Planning*, 39: 69-82.

Kienast F., Bolliger J., Potschin M., De Groot R. S., Verburg P. H., Heller I., Washer D., Haines-Young R. (2009). Assessing landscape functions with broad-scale environmental data: insights gained from a prototype development in Europe. *Environmental Management* 44:1099-1120.

Knickel, K., and Renting, H. (2000). Methodological and conceptual issues in the study of multifunctionality and rural development. *Sociologia Ruralis* 40, 512-528.

Kragten S., de Snoo G. R. (2008). Field-breeding birds on organic and conventional arable farms in the Netherlands. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 126: 270-274.

Lambin, E. F., Rounsevell, M. D. A., and Geist, H. J. (2000). Are agricultural land-use models able to predict changes in land-use intensity? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 82, 321-331.

Landais E., Balent G. (1993). Introduction à l'étude des pratiques d'élevage extensif. In : Landais E., Balent G. (Eds.), *Pratiques d'élevage extensif. Identifier, modéliser, évaluer*, INRA Éditions, 27: 13-34.

Lardon S., Angeon V., Trognon L., Leblanc P. (2010). Usage du " jeu de territoire " pour faciliter la construction d'une vision partagée du territoire dans une démarche participative. In : D. Ricard (Ed.) *Développement durable des territoires : de la mobilisation des acteurs aux démarches participatives*. Ceramac 28 : 129-145.

Le Cotty T., Caron P., Aumand A., Barthélémy D. (2005). Summary report: International analysis of MFA, international negotiations and sustainable development . Deliverable 1.2 Multagri EU project, 42 pp. Consultato online il 15 Marzo 2006 al sito Internet: http://www.multagri.net/section/deliverable/exec_file.php?doc_id=376

Le Floch S., Devenne A.-S., Deffontaines J.-P. (2005). La « fermeture du paysage » : au-delà du phénomène, petite chronique d'une construction sociale. *L'Espace Géographique* 34 : 49-64.

Lesschen J. P., Verburg P. H., Staal S. J. (2005). Statistical methods for analysing the spatial dimension of changes in land use and farming systems. *LUCC Report Series 7*, 80 pp

Limburg K.E., O'Neil R.V. Costanza R., Farber S. (2002). Complex systems and valuation. *Ecological Economics* 41: 409–420.

Liu J., Taylor W. W. (2002). Coupling landscape ecology with natural resource management: paradigm shift and new approaches. In: Liu J. and Taylor W. W. (Eds.), *Integrating landscape ecology into natural resource management*. Cambridge University Press, 3-19.

Logsdon S. D., Karlen D. L. (2004). Bulk density as a soil quality indicator during conversion to no-tillage. *Soil and Tillage Research*, 78: 143-149.

Lopez-Ridaura, S., van Keulen, H., Van Ittersum, M. K., and Laffelaar, P. A. (2005). Multiscale methodological framework to derive criteria and indicators for sustainability evaluation of peasant natural resource management systems. *Environment, Development and Sustainability* 7, 51-69.

Martin P., Joannon A., Piskiewicz N. (2010). Temporal variability of surface runoff due to cropping systems in cultivated catchment areas: Use of the DIAR model for the assessment of environmental public policies in the Pays de Caux (France). *Journal of Environmental Management* 91: 869-878.

McCullagh P., Nelder J. A. (1999). *Generalized linear models*. Chapman & Hall, CRC.

Mc Garigal K., Marks B.J. (1995). FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. General Technical Report PNW-GTR-351. U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, Oregon.

Mc Henry H. (1996). Farming and environmental discourses: a study of the depiction of environmental issues in a German farming newspaper. *Journal of Rural Studies* 12:375-386.

Meroni M., Rossini M., Guanter L., Alonso L., Rascher U., Colombo R., Moreno J. (2009). Remote sensing of solar-induced chlorophyll fluorescence: Review of methods and applications. *Remote Sensing of Environment* 113: 2037-2051.

Merot P., Hubert-Moy L., Gascuel-Odoux C., Clement B., Durand P., Baudry J., Thenail C. (2006). A method for improving the management of controversial wetland. *Environmental Management* 37:258-27.

Meyer-Aurich A., Zander P., Werner A., Roth R. (1998). Developing agricultural land use strategies appropriate to nature conservation goals and environmental protection. *Landscape and Urban Planning* 41: 119-127.

Mignolet (2005). Diversité régionale des exploitations agricoles et de leurs dynamiques : méthodes de spatialisation. In : Laurent C., Thion P. (Eds.). *Agricultures et territoires*, Hermès Editions.

Mignolet C., Schott C., Benoit M. (2007). Spatial dynamics of farming practices in the Seine basin: methods for agronomic approaches on a regional scale. *Science of the Total Environment* 375:13-32.

Milligan G. W., Cooper M. (1988). A study on standardization of variables in cluster analysis. *Journal of Classification*, 5:2, 181-204

Moncrief J. F., Sharma P. P., Xia J. J., Gupta S. C. (2005). Cropping systems effect on snowmelt losses of solids and associated organic carbon, *Soil and Tillage Research* 81: 195-204.

Moonen A. C., Galli M., Lardon S., Rapey H., Silvestri N., Benoît M., Thenail C., Marraccini E., Rizzo D., Debolini M., Barberi P., Bonari E. (2010). A Winter School in landscape agronomy and the synergies it creates. *Proceedings of the 9th European IFSA Symposium, 4-7 July 2010, Vienna (Austria)*, 2176-2183.

Mottet A (2005). Transformations des systèmes d'élevage depuis 1950 et conséquences pour la dynamique des paysages dans les Pyrénées. Contribution à l'étude du phénomène d'abandon de terres agricoles en montagne à partir de l'exemple de quatre communes des Hautes-Pyrénées. *Dottorato in Scienze Agrarie dell'Institut National Polytechnique de Toulouse (Francia)*. 327 pp .

Mottet, A., Ladet, S., Coqué, N., and Gibon, A. (2006). Agricultural land-use change and its drivers in mountain landscapes: a case study in the Pyrenees. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 114, 396-410.

Nadin V., Van Nes A. (2008). Position paper. Deliverable 2.2 RUFUS EU Project, 35 pp. Consultato online il 18 Ottobre 2010 al sito Internet: http://www.kubis-online.info/participation/38/cms_data/7621/files/de/D2.2_PositionPaper_baselineassessment.pdf

Nassauer J. I., Opdam P. (2008). Design in science: extending the landscape ecology paradigm. *Landscape Ecology* 23: 633-644.

Nesme T., Lescourret F., Bellon S., Habib R. (2010). Is the plot concept an obstacle in agricultural sciences? A review focussing on fruit production. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 138:133-138.

Neumann B., Lütz M., Schüpbach B., Szerencsits E. (2009). Spatial modelling for the development of agri-environmental programs. *Regional and Environmental Change* 9: 197-207.

Nevini R., Gardin L., Morini D., Bottai L. (2005). Sviluppo di metodologie per la realizzazione della carta dei suoli di semi-dettaglio della Toscana. Regione Toscana e LaMMA-CRES, 13 pp. Disponibile sur le site Internet:

<http://www.regione.toscana.it/regione/multimedia/RT/documents/1233073458199propostainfo.pdf>

OECD (2001). Multifunctionality: towards an analytical framework. OECD, Paris. Disponible sur le site Internet: <http://www.oecd.org/dataoecd/43/31/1894469.pdf>

Olsson J. A., Bockstaller C., Syapleton L. M., Ewert F., Knapen R., Therond O., Geniaux G., Bellon S., Pinto-Correia T., Turpin N., Bezlekpina I. (2009). A goal oriented indicator framework to support integrated assessment of new policies for agri-environmental systems. *Environmental Science and Policy* 12: 562-572.

Osty P.-L. (1994). The farm enterprise in its environment. In: Brossier J., de Bonneval L., Landais E. (Eds), *System studies in agriculture and rural development*. INRA Éditions, 361-372.

Quin A., Paillat G., Butet A., Burel F. (2000). Spatial dynamics of wood mouse (*Apodemus sylvaticus*) in an agricultural landscape under intensive use in the Mont Saint Michel Bay (France). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 78:159-165.

Papy F., Torre A. (2002). Quelles organisations territoriales pour concilier production agricole et gestion des ressources naturelles? In : Torre A. (Ed.), *Le local à l'épreuve de l'économie spatiale*, INRA Editions 33 : 151-169.

Paracchini M. L., Petersen J.-E., Hoogeveen Y., Bamps C., Burfield I., van Swaay C. (2008). High Nature Value Farmland in Europe - An estimate of the distribution patterns on the basis of land cover and biodiversity data. European Commission , Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, 102 pp. Consultato online il 22 Settembre 2010 sul sito Internet: http://agrienv.jrc.ec.europa.eu/publications/pdfs/HNV_Final_Report.pdf

Payraudeau S., Hayo M. G. van der Werf (2005). Environmental impact assessment for a farming region: a review of methods. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 107: 1-19.

Pearson C. J., Ison R.L. (1987). *Agronomy of Grassland Systems*. Cambridge University Press, Cambridge, 222 pp.

Penker M. (2005). Society objectives for agro-landscapes as expressed in law. *Land Use Policy* 22:197-206.

Piangiani O. (1937). *Dizionario etimologico della lingua italiana*. Sonzogno Editore, Milano.

Pinto-Correia, T., Haines-Young, R., and Parris, K. (2004). Values and assessment of multifunctional landscapes. In "Multifunctional landscapes" (J. Brandt and H. Vejre, eds.), Vol. I - Theory, Values and History, pp. 273-276. WIT press.

Pinto-Correia T., Gustavsson R., Pirnat J. (2006). Bridging the gap between centrally defined policies and local decisions – Towards more sensitive and creative rural landscape management. *Landscape Ecology* 21: 333-346.

Pinto-Correia T., Vos W. (2004). Multifunctionality in Mediterranean landscapes – past and future. In: Jongman R. (Ed.), *The New Dimensions of the European Landscape*, Wageningen EU Frontis Series 4:135-164.

Pistocchi C. (2009). La tutela delle acque superficiali in un bacino agricolo periurbano: problematiche di ricerca ed ipotesi di intervento. Tesi di Perfezionamento della Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa.

Pointereau P., Paracchini M. L., Terres J. M., Jiguet F., Bas Y. Biala K. (2007), Identification of High Nature Value farmland in France through statistical information and farm practices surveys, JRC report, 62 pp.

Portela S. I., Andriulo A., Jobbágy E. G., Sasal M. C. (2009). Xater and nitrate exchange between cultivated ecosystems and groundwater in the Rolling Pampas. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 134: 277-286.

Prager K., Nagel U. J. (2008). Participatory decision making on agri-environmental programmes: a case study from Sachsen-Anhalt (Germany). *Land Use Policy* 25: 106-115.

Provincia di Grosseto (1999) Piano Territoriale di Coordinamento. Consultato online il 31 Maggio 2007 al sito Internet: <http://www.provincia.grosseto.it/territorio/ptc.htm>

Pulido J. S., Bocco G. (2003). The traditional farming system of a mexican indigenous community: the case of Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacan, Mexico. *Geoderma*, 111: 249-265.

Rapey H., Fiorelli C., Josien E., Lardon S., Serviere G. (2005). Analyse de la multifonctionnalité de l'agriculture : méthode et application à une zone d'élevage. *Ingénieries - E A T* 42:33-43.

Rapey H., Josien E., Lardon S., Servière G., Fiorelli C. (2006) A proposed tool to discern how farming activities contribute to environmental functions in a landscape. In: Meyer B. C. (ed),

Sustainable land use in intensively used agricultural regions. Landscape Europe Publication, Leipzig, 23-28.

Rapey H., Lardon S., Galli M., Moonen C., Benoit M., Thenail C., Barberi P., Caron P., Marraccini E., Rizzo D., Bonari E. (2008). Experiences from a winter school on landscape agronomy: stakes, difficulties, perspectives. Proceedings of the 8th IFSA Symposium, Clermont-Ferrand (France), 999-1004.

Reenberg A., Baudry J. (1999). Land-use and landscape changes - the challenge of comparative analysis of rural areas in Europe. In: Krönert R., Baudry J., Bowler I. R., Reenberg A. (Eds.), Land-use changes and their environmental impact in rural areas in Europe, 24: 23-41. The Partenon Publishing Group and UNESCO, Paris.

Région Auvergne (2005). Plan de Développement Rural Régional. Consultato online il 31 Ottobre 2006 al sito Internet: http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/auvergne_mae_050317complet.pdf

Regione Toscana (1999). Carta dei suoli in scala 1:250000. Consultato online il 15 Maggio 2007 al sito Internet: <http://sit.lamma.rete.toscana.it/websuoli/>

Regione Toscana (2001) Cartografia Tecnica Regionale. Consultato online il 15 Maggio 2007 al sito Internet: <http://www.rete.toscana.it/sett/territorio/carto/cartopage/index.htm>

Regione Toscana (2004) Modello Digitale del Terreno da dati altimetrici.

Rizzo D. (2009). L'analisi agronomico-territoriale nella stima della fragilità agro-ambientale di un paesaggio terrazzato. Tesi di Perfezionamento in Scienze Agrarie, Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa (Italia), 149 pp.

Roggero P. P., Seddaiu G., Toderi M. (2006). Stakeholder analysis for sharing agro-environmental issues towards concerted action: a case study on diffuse nitrate pollution. Italian Journal of Agronomy 1: 727-740.

Roschewitz I., Thies C., Tschardtke, T. (2005). Are landscape complexity and farm specialisation related to land-use intensity of annual crop fields? Agriculture, Ecosystems and Environment 105, 87-99.

Schaller N., Aubry C., Martin P. (2010). Modelling farmers' decisions of splitting agricultural plots at different time scales: a contribution for modelling landscape spatial configuration. In: Wery J., Shili-Touzi I., Perrin A. (Eds.), Proceedings of the XIth ESA Congress, Montpellier 29th August – 3rd September (France), 879-880.

Schellberg J., Hill M. J., Gerhards R., Rothmund M., Braun M. (2008). Precision agriculture on grassland: Applications, perspectives and constraints. European Journal of Agronomy 29: 59-71.

Schmit C., Rousevell M. D. A., La Jeunesse I. (2006). The limitations of spatial land use data in environmental analysis. *Environmental Science & Policy* 9: 174-188.

Sebillotte M. (2002). Agronomie et territoires : les trois métiers de l'agronome. In : Prévost P. (Ed.), *Agronomes et Territoires*, deuxième édition des entretiens du Pradel, Paris, L'Harmattan, 479-497.

Sebillotte M. (2006). Penser et agir en agronome. Dans : Doré T., Le Bail M., Martin P., Ney B., Roger-Estrade J. (Eds), *L'agronomie aujourd'hui*. Éditions QUAE, 1-21. Selman P. (2009). Planning for landscape multifunctionality. *Sustainability: Science, Practice and Policy* 5: 45-52.

Sharma T., Carmichael J., Klinkenberg B. (2006). Integrated modelling for exploiting sustainable agriculture futures. *Futures* 38: 93-113.

SMADC (2002). Les chiffres clés de l'agriculture du Pays des Combrailles. Consultato online il 15 Gennaio 2006 al sito Internet: <http://www.combrailles.com>

Stemler S. (2001). An overview of content analysis. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 7(17). Consultato il 16 Settembre 2010 dal sito Internet: <http://PAREonline.net/getvn.asp?v=7&n=17>

Sommer S., Hill J., Mégier J. (1998). The potential of remote sensing for monitoring rural land use changes and their effects on soil conditions. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 67: 197-209.

Soulard, C. T., Morlon, P., and Chevignard, N. (2002). Modelling farm territorial organisation. A methodological tool for studying the spatial relationships between agriculture and environment. In : Prévost P. (Ed.) "*Agronomes et territoires*" 24: 395-418. L'Harmattan.

Swift, M. J., Izac, A. M. N., van Noordwijk, M. (2004). Biodiversity and ecosystems services in agricultural landscapes - are we asking the right questions? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 104, 113-134.

Swinton S.M., Lupia F., Robertson G.P., Hamilton S. K. (2007). Ecosystem services and agriculture: Cultivating agricultural ecosystems for diverse benefits, *Ecological Economics*, 64: 253-260.

Thenail C. (2002). Relationships between farm characteristics and the variation of the density of hedgerows at the level of a micro-region of bocage landscape. Study case in Brittany, France. *Agricultural Systems* 71: 207-230.

Thenail C., Baudry J. (2001). Modélisation des systèmes techniques agricoles contribuant aux dynamiques des structures paysagères de la parcelle à l'exploitation agricole et au paysage. In : Hubert-Moy L. (Ed.) *Étude des changements d'utilisation et d'occupation du sol: échelles et modèles*, Université de Rennes, 16-24.

Thenail C., Baudry J. (2004). Variation of farm spatial land use pattern according to the structure of the hedgerow network (bocage) landscape: a case study in northeast Brittany. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 101 : 53-72.

Thenail C., Joannon A., Mignolet C., Maigrot J.-L. (2004). Farms considered as units of management of natural resources at various landscape scales: needs for concepts and methods. Illustration with French cases of study. In: Cristovao A. (Ed.), *Farming and rural systems research and extension. European Farming and Society in Search of a New Social Contract – Learning to Manage Change*, 387-398.

Thenail , C., Joannon A., Capitaine M., Souchère V., Mignolet C., Schermann N., Di Pietro F., Pons Y., Gaucherel C., Viaud V., Baudry J. (2009). The contribution of crop-rotation organization in farms to crop-mosaic patterning at local landscape scales. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 131: 207-219.

Thwaites R. N., Slater B. K. (2000) Soil-landform resource assessment for plantations - a conceptual framework towards an explicit multi-scale approach, *Forest Ecology and Management*, 138: 123-138.

Toillier A. (2009). Capacités d'adaptation des agriculteurs à la conservation des forêts dans le corridor Ranomafana-Andringitra (Madagascar) : perspectives pour un aménagement intégré des territoires. Thèse en Sciences agronomiques, AgroParisTech, Paris, 537 pp.

Toman M. (1998). Why not to calculate the value of the world's ecosystem services and natural capital. *Ecological Economics* 25: 57-60.

Tonitto C., David M. B., Drinkwater L. E. (2006). Replacing bare fallows with cover crops in fertilizers intensive cropping systems: a meta analysis on crop yield and N dynamics. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 112: 58-72.

Troeh Z. I., Loynachan T. E. (2009) Diversity of arbuscular mycorrhizal fungal species in soils of cultivated soybean fields. *Agronomy Journal* 101: 1453-1462.

Triboulet P. (2001). Apports et limites de la cartographie statistique dans une démarche de développement territorial. *Revue Internationale de Géomatique* 11:159-176.

Tucker M., Napier T. L. (2001). Determinants of perceived agricultural chemical risk in three watersheds in the Midwestern United States. *Journal of Rural Studies* 17: 219-233.

Turkelboom F., Poesen J., Ohler I., Ongprasert S. (1999). Reassessment of tillage erosion rates by manual tillage on steep slope in northern Thailand. *Soil and Tillage Research* 51: 245–259.

Unione Europea (1998). Contribution of the European Community on the Multifunctional Character of Agriculture, WTO (September 1998).

Unione Europea (2006). The European Model of Agriculture - Challenges ahead. A Background Paper for the Meeting of Ministers of Agriculture. Oulu (Finland). Consultato online il 12 Ottobre 2010 sul sito Internet:

http://www.euroqualityfiles.net/Documents%20EUAM%20and%20CEECAP/Europe/Future%20policy/oulueuropean_model_agriculture_en.pdf

Unione Europea (2010). Agriculture in the European Union: statistical and economic information 2009, 393 pp. Consultato il 15 Ottobre 2010 sul sito Internet: http://ec.europa.eu/agriculture/agrista/2009/table_en/2009enfinal.pdf

USDA-NRCS - U.S. Department of Agriculture (1993). Soil Survey Manual, Agricultural Handbook 18.

Van Cauwenbergh N., Biala K., Bielanders C., Broukaert V., Franchois L., Garcia Ciudad V., Hermy M., Mathijs E., Muys B., Reijnders J., Sauvenier X., Valckx J., Vanclooster M., Van der Veken B., Wauters E., Peeters A. (2007). SAFE - A hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 120: 229-242.

Vandermeer J. , van Noordwijk M., Anderson J., Ong C., Perfecto I. (1998). Global change and multi-species agroecosystems: Concepts and Issues. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 67: 1-22.

Van der Werf H. M. G., Petit J. (2002). Evaluation of the environmental impact of agriculture at the farm level: a comparison and analysis of 12 indicator-based methods. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 93:131-145.

Van der Werf H. M. G., Petit J., Sanders J. (2006). The environmental impacts of the production of concentrated feed: The case of pig feed in Bretagne. *Agricultural Systems* 83: 153-177.

Van Mansvelt J. D., Stobbelaar D. J., Hendriks K. (1998). Comparison of landscape features in organic and conventional farming systems. *Landscape and Urban Planning* 41: 209-227.

Van Mele P., Van Lenteren J. C. (2002). Survey of current crop management practices in a mixed-ricefield landscape, Mekong Delta, Vietnam - Potential of habitat manipulation for improved control of citrus leafminer and citrus red mite. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 88: 35-48.

Veldkamp A., Lambin E. F. (2001). Predicting land-use change. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 85: 1-6.

Veldkamp A., Kok K., de Konig J. H. J., School J. M., Sonneveld M. P. W., Verburg P. H. (2001). Multi-scale system approach in the agronomic research at the landscape level, *Soil and Tillage Research* 58: 129-140.

Vejre H., Abildtrup J., Andersen E., Andersen P. S., Brandt J., Busck A., Dalgaard T., Hasler B., Huusom H., Kristensen L. S., Kristensen S. P., Præstholm S. (2007) Multifunctional agriculture and multifunctional landscapes - land use as interface. In: Mander Ü., Wiggering H. Helming K. (Eds), Multifunctional Land Use. Meeting Future Demands for Landscape Goods and Services. Springer Verlag, Berlin, 93-104.

Verch G., Kächele H., Höltl K., Richter C., Fuchs C. (2005). Comparing the profitability of tillage methods in Northeast Germany-A field trial from 2002 to 2005. *Soil and Tillage Research*, 104: 16-21.

Viaud V. (2004). Organisation spatiale des paysages bocagers et flux d'eau et de nutriments. *Dottorato in Scienze Ambientali, Ecole Nationale Supérieure de Rennes (Francia)*, 286 pp.

Viglizzo, E. F., Pordomingo, A. J., Castro, M. G., F.A., L., and Bernardos, J. N. (2004). Scale dependent controls on ecological functions in agro-ecosystems of Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 101, 39-51.

Vrieling A. (2006). Satellite remote sensing for water erosion assessment: A review. *Catena* 65: 2-18.

Weinstoerffer J., Girardin P. (2000). Assessment of the contribution of land use patterns and intensity to landscape quality: use of a landscape indicator. *Ecological Modelling* 130:95-109.

Wendland F., Bach M., Kunkel R. (1998). The influence of nitrate reduction strategies on the temporal development of nitrate pollution of soil and groundwater throughout Germany – A regionally differentiated case study. *Nutrients Cycling in Agroecosystems* 50:167–179.

Wischmeier W. H., Smith D.D. (1978). *Predicting Rainfall Erosion Losses – A Guide to Conservation Planning*. USDA Handbook 537.

White J. W., Corbett J. D., Dobermann A. (2002). Insufficient geographic characterization and analysis in the planning, execution and dissemination of agronomic research?, *Field Crops Research* 76: 45-54.

Willemen L., Verburg P. H., Hein L., van Mensvoort M. E. F. (2008). Spatial characterization of landscape functions. *Landscape and Urban Planning* 88: 34-43.

Willemen L., Hein L., van Mensvoort E. F., Verburg P. H. (2010). Space for people, plants and livestock? Quantifying interactions among multiple landscape functions in a Dutch rural region. *Ecological Indicators* 10:62-73.

Williams C. L., Hargrove W.W., Liebman M., James D. E. (2008). Agro-ecoregionalisation of Iowa using multivariate geographical clustering. *Agriculture Ecosystems and Environment* 123:161-174

Xu W., Mage J. A. (2001). A review of concepts and criteria for assessing agro-ecosystems health including a preliminary case study in southern Ontario. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 83 :215-233.

Zelege T.B., Bing, C.S. (2004). Scaling properties of topographic indices and crop yield: Multifractal and joint multifractal approaches. *Agronomy Journal* 96 : 1082-1090.

Allegato 1 - Questionario di intervista nelle aziende agricole di Cinigiano

(1) : Informazioni generali sull'azienda intervistata				
Q1.1	Dimensioni dell'azienda ?			
Q1.2	Quanti corpi aziendali?			
Q1.3	Può localizzare sulla carta il centro aziendale? (indicare sulla carta)	1. Aree di indagine		
		2. Altro		
Q1.4	Sono presenti schemi agro-ambientali in azienda ? Di che tipo? Su quale superficie?			
Q1.5	L'azienda si trova sul territorio di aree protette? Se sì, quali? Chiedere eventualmente se prevede (e quali) degli "obblighi" o dei vincoli in termini di attività agricole			
(2): L'azienda agricola : uso del suolo e sistema colturale				
L'azienda oggi				
Q2.1	Superfici	Tipo di uso del suolo	Dettagli sulla finalità produttiva	Superfici Rese medie 2000-2006
		Seminativi	i.e. colture e destinazione	
		Prati / prati pascoli		
		Foraggiere avvincentate		
		Colture legnose		
		Boschi	Tipo di uso (nessuno, biomasse, altro..)	
Q2.2	Allevamento	Tipo Bovini Ovini Suini Equini Altri	Capi	Produzione
Q2.3	Edifici aziendali	Tipo Stalla Magazzino	Localizzazione	

Q2.4	Potreste dettagliarmi il tipo di pratiche tipo per i vostri appezzamenti, sottolineando laddove e perché effettuate delle pratiche diverse su stesse colture ? Dire se ci sono rese differenziate a seconda dell'area Appoggio cartografia	Utilizzazione	Pratiche
		Seminativi Legnose e arboree Superfici pascolive Superfici a erbaio 	Fertilizzazione, irrigazione, gestione delle acque in eccesso (fossi acquai...), diserbo, trattamenti fitosanitari, lavorazioni....
(3): Uso del suolo e territorio aziendale: difficoltà, determinanti e miglioramenti			
Difficoltà			
Q3.1	Potete indicare le maggiori difficoltà di utilizzazione dei vostri appezzamenti ?	Fattori limitanti 1. pendenza 2. umidità / siccità estiva 3. scheletro 4. accessibilità 5. altro	
Fattori determinanti la localizzazione delle colture			
Q3.2	Quali sono i fattori che vi spingono a decidere dove collocare i seminativi, le colture irrigue, i pascoli... (consuetudine, presenza di fattori limitanti, altro)		
Q3.3	Miglioramenti aziendali previsti (dove e perché)	1. unione/separazione di appezzamenti 2. vendita/affitto appezzamenti 3. rete scolante/drenaggio 4. soppressione di siepi/alberi isolati 5. impiantazione di siepi/alberi isolati 6. creazione di pozzi 7. miglioramento della viabilità aziendale 8. altro	
Il territorio dell'azienda agricola			
Q1.5	Come descrivereste il territorio su cui si trova l'azienda agricola?		
Q1.6	Potreste identificare sulla carta delle zone che presentino delle caratteristiche simili (dal punto di vista produttivo, ambientale o altro)		

Allegato 2 - Questionario di intervista nelle aziende agricole di Condat en Combrailles

(1) : Vision du territoire dans lequel s'exerce l'activité	
<i>Informations générales sur l'enquêté...</i>	
Q1.1	Nom
Q1.2	Adresse
Q1.3	Genre <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> F
Q1.4	Age
Q1.5	Statut
	<input type="checkbox"/> 1. D'Exploitation (individuelle, GAEC, EARL, autre) <input type="checkbox"/> 2. Type d'activité (temps-plein, double actif, loisir, retraité, autre) <input type="checkbox"/> 3. Autre (i.e. agriculteur bio)

(2) : Orientation de l'exploitation																
<i>Historique de l'exploitation</i>																
Q2.1	Origine de l'exploitation?															
Q2.2	Année d'installation?															
Q2.3	Exploitation à l'installation (qui? combien de surfaces et combien de vaches...)															
<i>L'exploitation aujourd'hui</i>																
Q2.4	Taille de l'exploitation aujourd'hui?															
Q2.5	Combien d'hectares en propriété/fermage/autre?															
Q2.6	Combien de corps de ferme?															
Q2.7	centre de l'EA? (indiquer sur carte)															
	<input type="checkbox"/> 1. Commune enquêtée <input type="checkbox"/> 2. Autre															
Q2.8	Famille et collectif de travail															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Qui</i></th> <th><i>Activité sur l'exploitation</i></th> <th><i>Autres activités</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	<i>Qui</i>	<i>Activité sur l'exploitation</i>	<i>Autres activités</i>												
<i>Qui</i>	<i>Activité sur l'exploitation</i>	<i>Autres activités</i>														
Q2.9	Surfaces (voire partie III pour précisions ultérieures sur la zone-test)															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Type du sol</i></th> <th><i>Détails</i></th> <th><i>Surfaces</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cultures</td> <td>i.e. type de culture</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prairies permanentes</td> <td>i.e. type d'utilisation</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prairies temporaires</td> <td>i.e. type d'utilisation</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Landes et parcours</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	<i>Type du sol</i>	<i>Détails</i>	<i>Surfaces</i>	Cultures	i.e. type de culture		Prairies permanentes	i.e. type d'utilisation		Prairies temporaires	i.e. type d'utilisation		Landes et parcours		
<i>Type du sol</i>	<i>Détails</i>	<i>Surfaces</i>														
Cultures	i.e. type de culture															
Prairies permanentes	i.e. type d'utilisation															
Prairies temporaires	i.e. type d'utilisation															
Landes et parcours																

		Boisements	Fréquence de coupe	
Q2.10	Cheptel	<i>Espèce</i>	<i>Effectif</i>	<i>Production</i>
Q2.11	Contrats agro-environnementaux ? (ha)	1. PHAE 2. Autres MAE (i.e. CAD)		
Q2.12	Matériel	<i>Type</i>	<i>Propriété/CUMA</i>	
Q2.13	Bâtiments	<i>Type</i>	<i>Age</i>	<i>Utilisation</i>
				<i>Contraintes</i>
Q2.14	Pouvez-vous me détailler des conduites type de vos parcelles?	<i>Utilisation</i>	<i>Conduite (fertilisations, fumure, allotement, rendements (en fois, grains, ensilage.., deherbage, présence de drainage, débroussaillage.., stock – ballots récoltés en foin, regain et enrubannage, m3 silo .)</i>	
		Surfaces en culture		
		Surfaces en herbe uniquement pâturées		
		Surfaces en herbe pâturées et récoltées		
		Surfaces en herbe		

		uniquement récoltées	
--	--	----------------------	--

(3) : modes d'utilisation du parcellaire dans la zone-test

<i>Identification du parcellaire</i>	
Q3.1	Pouvez-vous identifier sur cette carte les parcelles que vous exploitez ?
Q3.2	Pour chaque parcelle, pouvez-vous dire quelles sont mécanisables/uniquement pâturables? <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Facteurs limitant la mécanisation</div> <ol style="list-style-type: none"> 1. pente 2. humidité 3. rochers 4. accessibilité 5. autre
<i>Modes d'utilisation du parcellaire</i>	
Q3.3	Pouvez-vous identifier des parcelles (blocs?) présentant la même conduite?
Q3.4	Reprise des conduites des blocs de parcelles et facteurs d'adoption de ces conduites
Q3.5	Améliorations foncières envisagées/effectuées depuis 2000 et localisation <ol style="list-style-type: none"> 1. remembrements 2. achats, location 3. drainage 4. défrichements 5. suppression de talus/arbre/haies 6. implantation de talus/arbre/haies 7. aménagement de points d'eau 8. autre

(4) : modes d'exploitation du parcellaire dans les parcelles voisines hors EA dans zone-test

<i>Identification du parcellaire</i>	
Q4.1	Pouvez-vous identifier sur cette carte des groupes de parcelles exploitées par un même agriculteur?
Q4.2	Pouvez-vous m'indiquer sommairement quelles sont

	mécanisables/uniquement pâturables?	Facteurs limitant la mécanisation 1. pente 2. humidité 3. rochers 4. accessibilité 5. autre
Modes d'utilisation du parcellaire		
Q4.3	Est que vous estimez que votre conduite est semblables par rapport à celle de vos voisins ou elle diffère sur certains points? Lesquels?	
Q3.5	A votre connaissance, sont prévus ou ont eu lieu dernièrement des améliorations foncières dans ces autres parcelles?	1. remembrements 2. achats, location 3. drainage 4. défrichements 5. suppression de talus/arbre/haies 6. implantation de talus/arbre/haies 7. aménagement de points d'eau 8. autre

Allegato 3 - Metodo di calcolo della di diversità di uso del suolo

DIVLC è un descrittore di diversità di uso del suolo ed è composto da $\sum n_i n_n$

Il calcolo del descrittore delle condizioni di diversità di uso del suolo (DIVLC) è stato calcolato in cinque fasi a partire dal database di Corine Land Cover 2000 (EEA, 2007):

1. Il database di Corine Land Cover è stato tagliato (comando *intersect*) con la maschera di pixel di 250 ha costituenti la Collina interna grossetana.
2. Il database di Corine Land Cover relativo alla Collina interna grossetana è stato riclassificato, in boschi, aree naturali e aree agricole che sono state ulteriormente selezionate separando i seminativi dai prati permanenti. Nel caso della Collina interna grossetana, anche le aree agricole eterogenee sono state accorpate ai seminativi, in quanto spesso determinate da un mosaico di diversi usi del suolo in cui il seminativo è comunque dominante.
3. Attraverso una selezione per attributi ciascuna classe di uso del suolo, abbiamo generato quattro diversi *shape*. Ciascuno di essi si caratterizza per l'appartenenza a un pixel e per un determinato uso del suolo.
4. Applicazione dell'operatore *summarize*

Allegato 4 - Descrizione delle aziende agricole intervistate a Cinigiano

Le *tipologie aziendali* intervistate sono state aziende miste con allevamento, aziende miste senza allevamento, aziende cerealicole estensive, numerate con un codice da C1 a C11 (cf. testo). Si rileva in alcuni casi (C11 ma anche aziende non intervistate) la presenza di imprenditori agricoli che seguono l'azienda da altre città e fanno effettuare le pratiche agricole da parte di agricoltori locali o dalla cooperativa. In tutte le tipologie di aziende è stata riscontrata una certa superficie boschiva destinata al riscaldamento della casa. Le aziende miste con allevamento (5 aziende intervistate) presentano un insieme di colture effettuate in parte per la vendita e in parte per l'autoconsumo, come cereali da granella, foraggiere da fieno, vite per la produzione di vino e olivo per la produzione di olio, bosco per la produzione di legna da ardere. Inoltre hanno un allevamento, nella maggior parte dei casi bovino (4 aziende bovini da carne, 1 azienda bovini da latte e pecore): si tratta della tipologia aziendale che viene da tutti definita come storicamente la più rappresentativa del territorio di Cinigiano, ma attualmente in declino in seguito alla chiusura delle stalle. Le aziende miste (5 aziende intervistate) sono aziende inizialmente appartenenti alla tipologia precedente ma che non hanno più l'allevamento: presentano un insieme di colture effettuate in parte per la vendita e in parte per l'autoconsumo, come cereali da granella, foraggiere da fieno, vite per la produzione di vino e olivo per la produzione di olio, bosco per la produzione di legna da ardere. Le aziende cerealicole estensive (1 azienda intervistata) rappresentano una semplificazione massima dell'attività aziendale e sono costituite da piccolissimi appezzamenti a vite e olivo per l'autoconsumo e coltivazioni di cereali da granella accompagnate da terreni lasciati a *set-aside*. Dalle informazioni ottenute non sembrano però molto diffuse in quest'area, oltre all'azienda intervistata ne abbiamo potute recensire altre due. In termini di *dimensioni aziendali*, le aziende intervistate vanno da meno di 20 ha a più di 100 ha. Le aziende con superfici minori, tra i 14 e 22 ha sono tutte gestite da imprenditori agricoli non professionali, ovvero da part-time e pensionati. All'interno delle aziende la parte di seminativi sulla Superficie Agricola Utilizzata (SAU) è sempre maggiore del 60% ed in alcuni casi pari al 100%. Infatti tuttavia sorprendentemente potuto osservare una grande diversità di seminativi, sia come cereali da granella (grano duro, orzo, avena e in minor misura grano tenero) che come colture foraggiere (lupinella, trifoglio alessandrino, trifoglio squaroso e in minor misura

favino e erba medica). Questa diversità può essere letta dai dati riportati in tabella 2 sul numero di colture presenti in azienda. L'unica tipologia aziendale con bassa diversità di colture è quella cerealicola estensiva, mentre negli altri casi si passa da un minimo di 7 colture ad un massimo di 11. Le aziende di maggiori dimensioni e professionali risultano quelle con la maggior parte di seminativi presenti in azienda.

Rispetto alle *tipologie di imprenditori agricoli*, abbiamo potuto rilevare come si tratti di aziende familiari, in cui non si ricorre a salariati ma eventualmente a scambi di manodopera tra diverse aziende agricole. L'attività agricola non risulta tuttavia in molti casi come l'attività principalmente produttrice di reddito ma come un complemento di reddito per mettere in valore le proprietà di famiglia. La proprietà fondiaria è la maggiormente diffusa, mentre il ricorso all'affitto o a contratti orali di gestione si ha soltanto nelle aziende più grandi e professionali. Le aziende agricole sono localizzate principalmente intorno al centro aziendale, e soltanto in pochi casi riguardanti le aziende più grandi (C1, C3 e C11), risultano frammentate.

Per quanto riguarda gli *itinerari tecnici*, nei cereali da granella (Allegato 5), essi sono abbastanza simili tra le aziende intervistate per quanto riguarda il grano duro, mentre possono essere differenti per quanto riguarda gli altri cereali. Infatti, ad esclusione delle aziende biologiche (C2 e C11), tutte le altre indistintamente presentano (a) rese di grano duro comprese tra i 25 e i 30 q/ha, (b) due interventi di fertilizzazione azotata di cui almeno quello in levata con nitrato ammonico, (c) una lavorazione principale consistente di una aratura a 40 cm, (d) solitamente un diserbo mirato contro la rapastrella con un diserbante selettivo per dicotiledoni. Entrando nel dettaglio dei quantitativi di fertilizzante, ci si può accorgere che essi sono abbastanza diversi tra loro, potendo anche significativamente. Per quanto riguarda gli altri cereali, la destinazione di produzione non è sempre la stessa: nelle aziende miste, cereale da granella per la vendita, mentre nelle aziende miste zootecniche, cereale da granella o da erbaio per autoconsumo. Le rese di tali cereali sono molto diverse a seconda delle aziende, ad esempio l'orzo, che è il cereale più diffuso dopo il grano duro, presenta rese di granella che variano da 20 a 40 q/ha. Anche le concimazioni sono molto differenti: in taluni casi riferiti ad aziende miste, la tecnica colturale è la stessa del grano duro, ad esclusione del fatto che se l'orzo è seminato in bulatura con la lupinella, viene effettuata una letamazione prima del suo impianto e non viene mai effettuato il diserbo. In altri casi, invece, riferiti principalmente alle aziende miste con allevamento, che lo producono per autoconsumo, riceve una concimazione ridotta e in un solo intervento. In ogni caso le

lavorazioni sono le stesse del grano duro (aratura a 40 cm, seguita da erpicature). Per quanto riguarda invece la produzione di foraggiere, si può osservare come le rese e le tecniche colturali siano molto diverse da azienda ad azienda (Allegato 4). Ad esempio, per quanto riguarda le rese, per la medica si va dagli 11 q/ha dell'azienda C6 ai 75 q/ha dell'azienda C10, mentre per la lupinella dai 41 q/ha dell'azienda C7 ai 100 q/ha dell'azienda C8. In termini di tecniche colturali, si assiste per quanto riguarda la concimazione a pratiche molto diverse, che vanno dall'assenza di concimazione (C5, C6, C10, C11), all'utilizzo di sola letamazione (C2, C3, C9), ad una concimazione simile a quella dei cereali da granella. Anche in termini di lavorazioni, sebbene l'impianto dei prati e degli erbai sia dominato dall'uso di erpicature successive, si può osservare come in molti casi sia ripetuta l'aratura, soprattutto laddove ci sia un impianto di cereale nel primo anno del prato.

Allegato 5 - Itinerari tecnici delle aziende agricole intervistate a Cinigiano

Tabella 62: informazioni riguardanti le rese e la fertilizzazione dei cereali autunno-vernini a Cinigiano.

Tableau 62 : informations sur les rendements et le type de fertilisation déclarés sur les céréales d'hiver dans les exploitations enquêtées à Cinigiano.

Azienda agricola	SAU (ha)	SAU grano duro (ha)	Rese grano duro	Concimazione azotata	SAU altri cereali (ha)	Rese altri cereali	Concimazione azotata
C1	110	30 ha	30 q/ha (da 25 q/ha a 40 q/ha a seconda dell'appezzamento)	200 kg/ha 12:32 + 150 kg nitrato ammonico	Grano tenero: 7 Orzo: 8 Avena: 6	Grano tenero: 40 q/ha Orzo e avena: 27 q/ha	200 kg/ha 12:32 + 150 kg nitrato ammonico
C2	42	10 ha	25 q/ha	Pellets stallatico + Eutrofit (fogliare)	Grano tenero: 10 ha	Insilato: 200 q/ha	Pellets stallatico + Eutrofit (fogliare)
C3	63	27 ha	27 q/ha	200 kg/ha nitrato ammonico + 100 kg/ha nitrato ammonico	Orzo: 10 ha	Orzo: 27 q/ha	200 kg/ha nitrato ammonico + 100 kg/ha nitrato ammonico
C4	40	11 ha	27 q/ha	270 kg/ha fosfato bi ammonico + 200 kg/ha nitrato ammonico	Orzo: 2 ha Avena: 2 ha	Orzo e avena: 20 q/ha	100 kg/ha fosfato bi ammonico
C5	14,5	10 ha	25 q/ha	270 kg/ha ternario 100 kg/ha nitrato ammonico	-	-	-
C6	22	-	-	-	Avena: 3 ha	nd	2,5 q/ha ternario
C7	19	-	-	-	Orzo: 3 ha Avena: 3 ha	Orzo: 25 q/ha Avena: 50 rotolo/ha	Letame + 1 q/ha bi-ammonico + 1,5 q/ha di nitrato ammonico
C8	14	-	-	-	Orzo: 5 ha Avena: 5 ha	Orzo: 30 q/ha Avena: 20 q/ha	1,5 q/ha nitrato ammonico
C9	16	7 ha	30 q/ha	170 kg/ha fosfato bi-ammonico + 170 kg/ha nitrato ammonico	Orzo: 3 ha	Orzo: 35 q/ha	Letamazione + 170 kg/ha fosfato bi-ammonico + 170 kg/ha nitrato ammonico
C10	24	4 ha	30 q/ha	200 kg/ha fosfato bi-ammonico + 200 kg/ha nitrato ammonico	Orzo: 3 ha	Orzo: 40 q/ha	200 kg/ha fosfato bi-ammonico + 200 kg/ha nitrato ammonico
C11	83	25 ha	nd	Per agricoltura bio nd	Avena: 17 ha	nd	Per agricoltura bio nd

Tabella 63: informazioni riguardanti le rese e la fertilizzazione delle foraggere avvicendate Cinigiano.

Tableau 63 : informations sur les rendements et le type de fertilisation déclarés sur les cultures fourragères dans les exploitations enquêtées à Cinigiano.

Azienda	SAU (ha)	SAU foraggere avvicendate* (ha)	Rese	Destinazione d'uso	Concimazione azotata	Lavorazioni
C1	110	L: 27 ha M: 3 ha	L: 45 q/ha M: 30 q/ha	L: fieno, autoconsumo + vendita M: fieno, autoconsumo + vendita	L: 1 q/ha 12: 32 M: -	L: aratura + erpicature M: erpicature
C2	42	L: 16 ha T-A: 6 ha	L: 52 q/ha T-A: 35 q/ha	L: fieno, autoconsumo T: fieno, autoconsumo	L: letamazione T-A: letamazione	L: aratura + erpicature T-A: aratura + erpicature
C3	63	L: 20 ha M: 3 ha F: 10 ha T: variabile	L: 45 q/ha M: 30 q/ha F: 10 q/ha T: 65 q/ha	L: fieno, autoconsumo M: fieno, autoconsumo F: granella, autoconsumo T: fieno, autoconsumo	L: letamazione M: - F: 200 kg NNH4 T: -	L+M+T: erpicature F: aratura + erpicature
C4	40	L: 9 ha	L: 70 q/ha	L: fieno, autoconsumo + vendita	L: 250 kg 18:46 + 200 kg NNH4	L: aratura + erpicature
C5	14,5	-	-	-	-	-
C6	22	nd	M: 11 q/ha ⁴⁵ T: 11 q/ha	M: fieno, vendita T: fieno, vendita	-	M: erpicature T: erpicature
C7	19	L: 13 ha T: nd	L: 41 q/ha T: 49 q/ha	L: fieno, autoconsumo T: fieno, autoconsumo	L: - T: -	L: erpicature T: erpicature
C8	14	L: 5 ha T: nd	L: 100 q/ha T: 90 q/ha	L: fieno, autoconsumo T: fieno, autoconsumo	L: letamazione T: 1 q/ha NNH4	L: aratura + erpicature T: aratura + erpicature:
C9	16	L: 3 ha M: 1 ha	L: 45 q/ha M: 40 q/ha	L: fieno, autoconsumo M: fieno, autoconsumo	L: letamazione M: -	L: aratura + erpicature M: erpicature
C10	24	M: 5 ha	M: 75 q/ha	M: fieno, vendita	-	M: erpicatura
C11	83	-	-	-	-	-

* L indica la lupinella, M la medica, T i trifogli e T-A il miscuglio trifoglio/avena. Nella maggior parte dei casi la lupinella viene impiantata con un cereale (orzo o avena) destinato allo sfalcio o alla produzione di granella.

⁴⁵ Viene effettuato un solo taglio per scarsa potenzialità del terreno

Allegato 6 - Metodo di calcolo del bilancio dell'azoto nelle aziende agricole intervistate a Cinigiano

Il bilancio dell'azoto è stato calcolato in un primo momento per ciascuna coltura e poi per la rotazione a partire dal peso delle singole colture nella rotazione "normale" dichiarata dall'intervistato. Il bilancio dell'azoto è stato calcolato come differenza tra gli apporti e le asportazioni di azoto. Un valore positivo indica che vi è un apporto di azoto in grado di essere perso e/o accumulato nel suolo, mentre un valore negativo indica un asporto dei nutrienti del suolo da parte delle colture.

$$\text{NBALANCE} = (F + O + R + Af) - (Ac + Ar)$$

F rappresenta l'azoto apportato tramite la fertilizzazione minerale, O l'azoto apportato con la fertilizzazione organica, R l'azoto lasciato dai residui colturali, Af l'azoto apportato per azoto fissazione da parte delle leguminose, Ac l'azoto asportato dalla coltura utile, Ar l'azoto asportato dai sottoprodotti (e.g. paglie nei cereali). Non abbiamo incluso nel calcolo del bilancio gli apporti tramite precipitazioni, in quanto non variano significativamente nel 1500 ha oggetto di indagine, né l'azoto asportato per denitrificazione e volatilizzazione in quanto non avevamo abbastanza informazioni per quantificarli. In ragione di queste semplificazioni, si tratta quindi di un bilancio apparente e semplificato dell'azoto.

Elementi del bilancio	Metodo di calcolo
Fertilizzazione minerale (F)	Prodotto tra la quantità di fertilizzante applicata e la sua concentrazione in azoto
Fertilizzazione organica (O)	Se conosciuta la quantità di concime organico: prodotto tra la quantità di fertilizzante applicata (se conosciuta) e la sua concentrazione in azoto. Se quantità sconosciuta: calcolo della quantità di concime organico a partire dal numero totale di animali utilizzando un coefficiente del loro pesi vivo stimato (Mazzoncini, comunicazione personale), riportato agli ettari concimati e moltiplicato per la concentrazione in azoto.
Residui colturali (R)	Prodotto tra la quantità di residui coltivati stimata attraverso l'Harvest Index e la concentrazione in azoto dei residui (Bonciarelli, 1989; Borgioli, 1991; Giardini, 2002). Per vigneto e l'oliveto gli apporti dovuti al sovescio della cotica erbosa sono ritenuti trascurabili come da bibliografia.
Azotofissazione (Af)	Differenza tra l'azoto contenuto nella pianta e l'azoto fissato dalle leguminose valutato secondo Borreani et al. (2003) e Grignani et al., (2003), ARSIAL (2005)
Asportazioni coltura utile (Ac)	Prodotto tra la resa dichiarata e la concentrazione di azoto nel prodotto utile (Borgioli, 1991; Bonciarelli e Bonciarelli, 2001)
Asportazioni sottoprodotti (Ar)	Prodotto tra la quantità dei residui stimata attraverso l'Harvest Index e la concentrazione di azoto nel sottoprodotto (Borgioli, 1991; Bonciarelli e Bonciarelli, 2001). Nel caso della vite, non sono considerate nel bilancio le asportazioni dovute alla perdita di foglie ma soltanto quelle dovute alla potatura dei rami. Infatti generalmente la potatura viene effettuata quando non ci sono più foglie sui rami. Le foglie sono cascate e quindi vengono reintegrate nel ciclo. Invece nel caso dell'olivo sono contabilizzate anche le perdite dovute alle foglie in quanto la potatura viene effettuata in presenza di vegetazione.

Allegato 7 - Principali risultati del bilancio dell'azoto nelle aziende agricole a Cinigiano (rotazione colturale)

Rotazione colturale	Tipologia	F	O	R	Af	Ac	Ar	Totale	Totale annuo
C1.0	orzo-lupinella/lupinella/ lupinella /grano duro/favino /grano duro	+234	+21	+4	+303	-356	-31	+175	+29
C1.2	Orzo-lupinella/lupinella/ lupinella/grano duro/grano tenero	+156	+26	0	+192	-330	-31	+289	+3
C2.1	lupinella/lupinella/lupinella/grano duro/grano tenero	0	+34	+0	+147	-359	-2	-180	-72
C3.1	favino o orzo-favino/lupinella / lupinella/lupinella/grano duro/grano duro	+162	+8	+2	+303	-352	-2	+121	+24
C3.2	Trifoglio-avena	0	0	0	+140	-147	0	-7	-3
C4.1	orzo-favino/favino/favino/grano duro/grano duro	+237	0	+2	+42	-526	-2	+179	-49
C4.2	grano duro/avena	+134	0	0	0	-76	-3	+55	+27
C5.1	favino/grano duro/grano duro/set-aside	+152	0	+3	+111	-76	0	+224	+56
C6.1	medica/medica/medica/trifoglio/avena	+40	0	+5	+485	-150	-57	+323	+65
C7.1	orzo-lupinella/lupinella/lupinella/orzo o avena	+73	+144	+6	+192	-355	-2	+58	+14
C8.1	avena-lupinella/lupinella/lupinella /orzo o avena	+40	+26	0	+238	-270	-2	+32	+8
C9.1	orzo-lupinella/lupinella/lupinella /grano duro/grano duro	+247	+25	+6	+192	-370	-8	+92	+19
C9.2	medica/medica/medica/grano duro/grano duro	+180	0	0	+105	-376	-2	-91	-19
C10.1	grano duro/orzo/set-aside	+180	0	+7	+57	-52	0	+192	+64
C10.2	medica/medica/medica/grano duro/grano duro	+180	0	0	-78	-559	-2	-459	-92
C11.1	grano duro/avena/set-aside	+0	+34	0	0	-52	0	-18	-9

F indica l'apporto di azoto dalla fertilizzazione minerale, O l'apporto di azoto attraverso la fertilizzazione organica, R l'apporto di azoto dai residui, Af l'apporto di azoto tramite azoto fissazione delle leguminose, Ac le asportazioni della parte utile della coltura e Ar le asportazioni dai residui della coltura. Il Totale si riferisce alla differenza tra apporti e asportazioni secondo la formula riportata nell'Allegato 5. Tutti i valori sono espressi in Kg/ha. Invece il totale annuo rappresenta il rapporto tra il valore totale di NBALANCE per l'intera rotazione e la durata della rotazione.

Cn rappresenta l'etichetta di ciascuna delle 11 aziende intervistate, Cn.m rappresenta invece l'etichetta delle rotazioni colturali presenti in ciascuna azienda.

Allegato 8 - Principali risultati del bilancio dell'azoto nelle aziende agricole a Cinigiano (legnose agrarie)

Coltura	F	O	R	Af	Ac	Ar	Totale
C.1.O	0	+36	0	0	-30	-34	-28
C1.V	0	+36	+9	0	-62	-34	-50
C2.O	0	+3	0	0	-73	-13	-83
C2.V	0	+3	+5	0	-37	-20	-49
C3.O	+45	+8	+0	0	-60	-82	-89
C3.V	0	+8	+5	0	-30	-16	-34
C4.O	+60	0	0	0	-17	-90	-47
C4.V	0	+3	+4	0	-30	-16	-39
C5.O	0	+180	0	0	-17	-47	+116
C6.O	0	+3	0	0	-5	-67	-69
C7.O	0	+144	0	0	-14	-43	+86
C7.V	+43	0	+2	0	-18	-9	+18
C8.O	+45	+75	0	0	-12	-63	+45
C8.V	+60	0	+6	0	-41	-22	+3
C9.O	+15	0	0	0	-68	-40	-93
C9.V	+15	0	+6	0	-41	-22	-42
C10.O	+60	0	0	0	-12	-39	+9
C10.V	+6	0	+6	0	-39	-21	-48
C11.O	0	0	0	+70	-13	-44	+13
C11.V	0	0	+20	0	-34	-19	-33

F indica l'apporto di azoto dalla fertilizzazione minerale, O l'apporto di azoto attraverso la fertilizzazione organica, R l'apporto di azoto dai residui, Af l'apporto di azoto tramite azoto fissazione delle leguminose, Ac le asportazioni della parte utile della coltura e Ar le asportazioni dai residui della coltura. Il Totale si riferisce alla differenza tra apporti e asportazioni secondo la formula riportata nell'Allegato 5. Tutti i valori sono espressi in Kg/ha.

Cn rappresenta l'etichetta di ciascuna delle 11 aziende intervistate, Cn.O rappresenta invece l'etichetta degli oliveti delle aziende e Cn.V l'etichetta dei vigneti.

Allegato 9 - Metodo di calcolo del bilancio della sostanza organica nelle aziende agricole intervistate a Cinigiano

Il bilancio della sostanza organica o bilancio unico a è stato calcolato in un primo momento per ciascuna coltura e poi per la rotazione a partire dal peso delle singole colture nella rotazione “normale” dichiarata dall'intervistato. Abbiamo utilizzato come riferimento il modello di Henin-Dupuis (1945). Il bilancio della sostanza organica (s.o.) è stato quindi calcolato come differenza tra gli apporti e le asportazioni di sostanza organica. Un valore positivo indica che nel suolo vi sarà un accumulo di s.o., mentre un valore negativo indica un impoverimento della quantità di s.o. nel suolo.

$$CBALANCE = (O + R) - (As)$$

O rappresenta la sostanza organica apportata nel suolo tramite fertilizzazione organica, R la sostanza organica lasciato dai residui colturali, As l'asportazione naturale di sostanza organica per mineralizzazione.

Elementi del bilancio	Metodo di calcolo	Dati				
Apporto da fertilizzazione organica (O)	Se conosciuta la quantità di concime organico: prodotto tra la quantità di fertilizzante applicata (se conosciuta), la sua sostanza secca e il coefficiente isoumico (K_1). Se quantità sconosciuta: calcolo della quantità di concime organico a partire dal numero totale di animali utilizzando un coefficiente del loro pesi vivo stimato (Mazzoncini, comunicazione personale), riportato agli ettari concimati e moltiplicato poi per la sostanza secca e il coefficiente isoumico. All'interno di questo gruppo consideriamo anche i sovesci.	Coltura/concime	SS %	K_1		
		Favino sovescio	85%	30		
		Favino (residui + radici)	100%	25		
		Lupinella (residui + radici)	100%	25		
		Medica (radici + foglie)	100%	20		
		Trifogli (radici + foglie)	100%	20		
		Avena paglia	87%	15		
		Avena (radici + stoppie)	100%	15		
		Orzo paglia	87%	15		
		Orzo (radici + stoppie)	100%	15		
Apporto dai residui colturali (R)	Prodotto tra la quantità di residui coltivati stimata attraverso l'Harvest Index, la sostanza secca e il coefficiente isoumico (K_1)	Grano duro paglia	89%	15		
		Grano duro (radici + stoppie)	100%	15		
		Letame bovino	20%	35		
		<p>Nel caso di vite ed olivo, i residui colturali sono stimati tramite una formula empirica (ANPA, 2001):</p> <p>a) sarmenti di vite: (t/ha di s.s) = 0,113 x resa in uva (t/ha) + 2,00</p> <p>b) ramaglia di olivo: (t/ha s.s) = 0,566 x resa in olive (t/ha) + 1,496.</p> <p>Sempre per i residui di vite ed olivo abbiamo considerato il K_1 pari a 0,10, tenendo conto che i residui dei cereali hanno un K_1 di 0,15.</p>				
		Asportazione per mineralizzazione della sostanza organica del terreno (A_s)	Prodotto tra la concentrazione di sostanza organica del suolo per una data classe di tessitura e il coefficiente di mineralizzazione annua della sostanza organica (K_2).	Consideriamo lo strato arato di ciascuna rotazione in funzione di quanto dichiarato dall'agricoltore sulla profondità massima di lavorazione. Per l'area di studio questo valore varia tra 10 cm e 40 cm. Il contenuto medio di s.o. nei suoli considerati è in media dell'1,5% secondo quanto affermato dagli agricoltori sulla base delle analisi del terreno da loro fatte. Il K_2 è considerato pari a 1,5%.		

Allegato 10 - Principali risultati del bilancio della sostanza organica nelle aziende agricole a Cinigiano (rotazione colturale)

Rotazione colturale	Tipologia	O	R	As	Totale	Totale annuo
C1.0	orzo-lupinella/lupinella/ lupinella /grano duro/favino /grano duro	371	1461	8100	-6268	-1045
C1.2	Orzo-lupinella/lupinella/ lupinella/grano duro/grano tenero	371	1496	6750	-6483	-977
C2.1	lupinella/lupinella/lupinella/grano duro/grano tenero	5985	540	6750	-225	-45
C3.1	favino o orzo-favino/lupinella / lupinella/lupinella/grano duro/grano duro	1414	1347	8100	-5339	-890
C3.2	Trifoglio-avena	0	169	1350	-1181	-1181
C4.1	orzo-favino/favino/favino/grano duro/grano duro	0	2307	6750	-4443	-889
C4.2	grano duro/avena	0	231	1700	-1469	-735
C5.1	favino/grano duro/grano duro/set-aside	127	400	4048	-3521	-880
C6.1	medica/medica/medica/trifoglio/avena	0	380	5060	-4680	-936
C7.1	orzo-lupinella/lupinella/lupinella/orzo o avena	2520	998	4048	-530	-133
C8.1	avena-lupinella/lupinella/lupinella /orzo o avena	4536	952	4048	1440	360
C9.1	orzo-lupinella/lupinella/lupinella /grano duro/grano duro	4312	915	6750	-1523	-305
C9.2	medica/medica/medica/grano duro/grano duro	0	828	6750	-5922	-1184
C10.1	grano duro/orzo/set-aside	0	252	3036	-2784	-928
C10.2	medica/medica/medica/grano duro/grano duro	0	810	5060	-4250	-850
C11.1	grano duro/avena/set-aside	n.d a causa della mancanza di alcuni dati				

O indica l'apporto di sostanza organica attraverso la fertilizzazione organica (e il sovescio quando applicato), R l'apporto di sostanza organica dai residui, e As le asportazioni per mineralizzazione della sostanza organica. Il Totale si riferisce alla differenza tra apporti e asportazioni secondo la formula riportata nell'Allegato 8. Tutti i valori sono espressi in Kg/ha. Invece il totale annuo rappresenta il rapporto tra il valore totale di CBALANCE per l'intera rotazione e la durata della rotazione.

Cn rappresenta l'etichetta di ciascuna delle 11 aziende intervistate, Cn.m rappresenta invece l'etichetta delle rotazioni colturali presenti in ciascuna azienda.

Allegato 11 - Principali risultati del bilancio della sostanza organica nelle aziende agricole a Cinigiano (legnose agrarie)

Coltura	O	R	As	Totale
C.1O	535	644	1012	+167
C1.V	535	102	337	+300
C2.O	105	120	1012	-787
C2.V	105	0	1012	-907
C3.O	707	173	337	+543
C3.V	707	0	1012	-305
C4.O	0	145	337	-192
C4.V	105	0	337	-132
C5.O	105	156	1012	-751
C6.O	50	233	337	-64
C7.O	2520	144	1012	+1652
C7.V	0	0	337	-337
C8.O	1050	208	600	+921
C8.V	0	0	600	-337
C9.O	0	132	600	-205
C9.V	0	0	600	-337
C10.O	0	130	1012	-882
C10.V	0	0	337	-337
C11.O	63	146	1012	-802
C11.V	0	0	337	-337

O indica l'apporto di sostanza organica attraverso la fertilizzazione organica (e il sovescio quando applicato), R l'apporto di sostanza organica dai residui, e As le asportazioni per mineralizzazione della sostanza organica. Il Totale si riferisce alla differenza tra apporti e asportazioni secondo la formula riportata nell'Allegato 8. Tutti i valori sono espressi in Kg/ha. Invece il totale annuo rappresenta il rapporto tra il valore totale di CBALANCE per l'intera rotazione e la durata della rotazione.

Cn rappresenta l'etichetta di ciascuna delle 11 aziende intervistate, Cn.O rappresenta invece l'etichetta degli oliveti delle aziende e Cn.V l'etichetta dei vigneti.

Allegato 12 - Descrizione delle aziende agricole intervistate a Condat-en-Combrailles

Sono state effettuate 11 interviste in azienda agricola a Condat en Combrailles nel periodo Giugno-Luglio 2008 (salvo una intervista nel mese di dicembre 2007) che hanno permesso di acquisire informazioni sugli itinerari tecnici e localizzare l'uso del suolo di 367 appezzamenti per un totale di 545 ha.

Le tipologie aziendali prevalenti sono quelle già caratterizzate nell'analisi dei dati statistici e discusse con il sindaco di Condat en Combrailles ovvero aziende specializzate nell'allevamento bovino con linea vacca-vitello al pascolo, oppure aziende miste indirizzate verso la compresenza di diverse forme di allevamento (latte/carne, carne bovina/ovina).

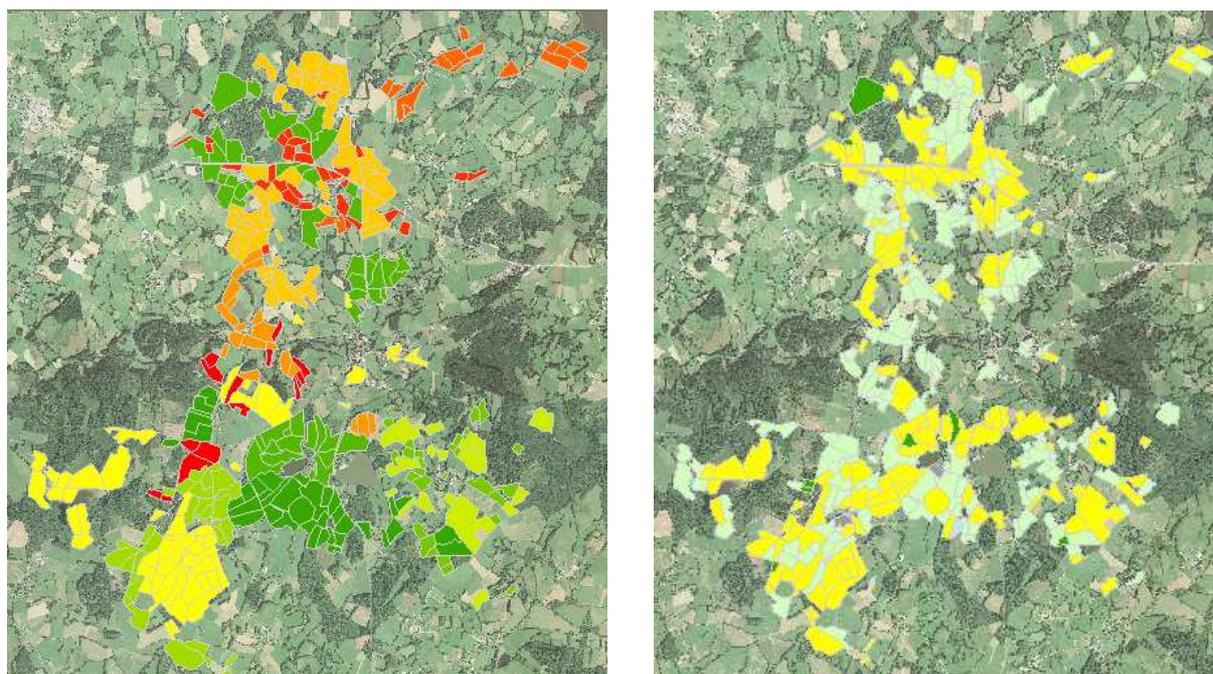


Figura 64 : a sinistra, localizzazione delle aziende intervistate nel comune di Condat en Combrailles (ad un colore diverso corrisponde un'azienda diversa); a destra, ripartizione dell'uso del suolo nelle aziende intervistate (in giallo, superfici in rotazione, in verde chiaro, superfici a prato stabile, in verde scuro, boschi).

Figure 64 : à gauche, localisation des exploitations enquêtées dans la commune de Condat en Combrailles (à une couleur correspond une exploitation) ; à droite, occupation du sol dans les exploitations (en jaune les cultures, en vert clair les surfaces en prairie, en vert foncé les bois).

Tabella 64: caratteristiche delle aziende agricole intervistate a Condat en Combrailles (Francia). Per la lunghezza media della rotazione R indica il tipo di rotazione.

Tableau 64 : Exploitations agricoles enquêtées à Condat-en-Combrailles.

Azienda agricola	Tipologia aziendale	Tipologia imprenditore agricolo	SAU (SAT)	UBA/SAU foraggera	Cereali/SAU	Prato stabile/SAU	Numero di tipologie colturali ⁴⁶	Lunghezza della rotazione (anni)
Co1	Azienda allevamento bovino carne + latte	Professionale	100 ha (100)	0,9	7%	61%	5	8-10
Co2	Azienda allevamento bovino carne + ovini carne	Professionale	53 ha (55,5)	1,4	10%	42%	5	13-18
Co3	Azienda allevamento bovino carne	Part-time	62 ha (62)	1,0	20%	16%	5	R1 : 4 R2 : 8
Co4	Azienda allevamento bovino carne	Professionale	97 ha (101)	1,2	12%	41%	3	8-9
Co5	Azienda allevamento bovino carne	Professionale	130 ha (134)	1,6	7%	46%	5	12-14
Co6	Azienda allevamento bovino carne	Pensionato	28 ha (28)	0,9	4%	25%	4	8-9
Co7	Azienda allevamento bovino carne	Professionale	39 ha (39)	1,3	0%	100%	2	-
Co8	Azienda allevamento bovino carne + ovini carne	Professionale	30 ha (33)	1,5	10%	17%	4	7-8
Co9	Azienda allevamento bovino carne	Professionale	26 ha (26)	1,4	0%	100%	1	-
Co10	Azienda allevamento bovino carne + ovini carne	Professionale	120 ha (140)	1,2	14%	40%	6	R1 : 5 R2 : 9-10
Co11	Azienda allevamento bovino carne	Professionale	43 ha (43)	1,8	7%	60%	5	R1 : 7 R2 : 6

⁴⁶ Considero una tipologia di prato polifita pari ad una coltura. Ad esempio, il prato di festuca, dactylis e trifoglio, risulterà una tipologia.

Le aziende specializzate nell'allevamento bovino da carne (7 aziende intervistate) sono la tipologia più diffusa e rappresentativa del territorio di Condat en Combrailles e delle Combrailles più in generale. Si tratta di aziende di dimensioni molto variabili (dai 28 ai 130 ha), generalmente professionali, con un parte importante di superfici coltivata a prato stabile, ed un'altra parte in rotazione cereali autunno vernini (triticale, orzo e avena) con prati-pascoli. Invece le aziende miste (4 aziende intervistate) rappresentano la tipologia che storicamente è stata più rappresentata, in quanto in grado di valorizzare al meglio le risorse del pascolo, ma che oggi tende a scomparire a vantaggio di aziende più specializzate. Tuttavia, alcuni agricoltori, essendo stati particolarmente colpiti dal blocco delle importazioni in seguito all'epidemia di afta epizootica nel 2007, tendono a riconsiderare l'utilità di avere almeno due fonti di reddito diversificate. Tutte le aziende intervistate sono aziende professionali, anch'esse di dimensioni variabili (dai 30 ai 120 ha). In termini di tipologie di uso del suolo rispecchiano le aziende specializzate nell'allevamento bovino da carne, anche se in termini di gestione del pascolo e degli animali hanno esigenze molto diversificate. Le aziende di maggiori dimensioni, ovvero quelle tra i 97 e i 130 ha, non si differenziano né per la destinazione produttiva, né per il carico animale. Al contrario, presentano tutti una percentuale di prato stabile tra il 40 e il 60% e delle rotazioni mediamente lunghe (intorno ai 9 anni) sulle superfici a prato-pascolo (cf. tabella 1). Le aziende di medie dimensioni (ovvero tra i 43 e 62 ha) non presentano caratteristiche particolari, mentre invece le aziende di piccole dimensioni (ovvero tra i 26 e 39 ha) si caratterizzano per una bassa parte di cereali sulla SAU.

Riguardo alle tipologie di imprenditori agricoli, il numero di imprenditori atipici (ovvero part-time e pensionati) risulta di due unità, abbastanza in linea con le informazioni forniteci dal sindaco riguardanti il totale degli imprenditori agricoli del comune (25% di "atipici").

Per quanto riguarda la distribuzione spaziale delle superfici utilizzate dagli agricoltori, si può notare come nella metà dei soggetti intervistati le aziende si trovino all'interno di almeno due comuni diversi e presentino appezzamenti distanti dal centro aziendale tra i 7 e i 20 km. Generalmente tali aziende risultano dall'unione di due aziende pre-esistenti e funzionano come due corpi aziendali in cui si cerca di limitare al massimo lo spostamento di animali.

Tabella 65: illustrazione di alcune caratteristiche spaziali del territorio delle aziende agricole intervistate.

Tableau 65 : Caractéristiques spatiales des exploitations enquêtées.

Azienda agricola	SAU	Distanza media dal centro aziendale (coefficiente di variazione) degli appezzamenti in metri ⁴⁷	Numero di comuni in cui sono presenti gli appezzamenti	Distanza massima tra i corpi aziendali in comuni diversi
Co1	100	738 (0,38)	3	12 km
Co2	53	537 (0,75)	2	7 km
Co3	62	1415 (0,29)	2	8 km
Co4	97	946 (0,72)	1	-
Co5	130	869 (0,66)	3	13 km
Co6	28	466 (0,86)	1	-
Co7	39	1619 (0,42)	3	20 km
Co8	30	611 (0,60)	1	-
Co9	26	607 (0,41)	1	-
Co10	120	1184 (0,58)	1	-
Co11	43	458 (0,57)	2	10 km

Un'analisi preliminare della distanza media dal centro aziendale degli appezzamenti che si trovino all'interno del comune di Condat en Combrailles mostra come esistano situazioni molto diversificate tra di loro: (a) aziende con appezzamenti ad una distanza media dal centro aziendale bassa, ovvero inferiore ai 700 m, sia molto frammentate (coefficiente di variazione maggiore di 0,50) sia abbastanza omogenee (coefficiente di variazione inferiore a 0,50); aziende con una distanza dal centro aziendale intermedia, ovvero compresa tra i 700 e i 1000 m, sia frammentate che più omogenee; (c) aziende con appezzamenti ad un'alta distanza media dal centro aziendale, ovvero superiore ai 1000 m, sia frammentate che più omogenee. Rispetto alla frammentazione delle superfici, attraverso l'osservazione dei diversi coefficienti di variazione. Si può notare come la maggioranza delle aziende intervistate (64%) sia piuttosto del tipo frammentato.

Informazioni sugli itinerari tecnici delle aziende intervistate

Le informazioni ottenute sono state raccolte in tabelle di sintesi degli itinerari tecnici per sistema colturale in azienda e per quanto riguarda il prato permanente. Generalmente, le rotazioni sono abbastanza lunghe per la presenza di erbai polifiti che restano in campo almeno 5 anni (cf. tabella 1). Di preferenza vengono utilizzati miscugli di *Dactylis glomerata*, *Lolium italicum* e *Trifolium pratense*, suscettibili di adattamenti in caso di condizioni sfavorevoli (ad esempio in zone umide si predilige *Phleum spp.*). Poco diffusa risulta l'erba medica e in generale gli erbai monofiti di leguminose a causa della forte acidità (4,5-5,5) dei terreni che sono di origine granitica. All'interno della rotazione

il cereale autunno-vernino (il mais è stato praticamente abbandonato a causa delle incertezze climatiche in termini di gelate precoci e di siccità) può anche essere ringranato e spesso l'erbaio polifita viene seminato in bulatura con orzo o avena e raccolto durante l'insediamento dell'erbaio. Generalmente l'erbaio viene sfalciato in primavera (maggio/giugno) e poi o utilizzato per il pascolo oppure nuovamente sfalciato. Lo sfalcio è principalmente destinato alla produzione di fieno, tuttavia nella maggior parte delle aziende viene insilato, per una percentuale che va da un terzo al 100% (cf. tabella 3). L'insilamento è sia utilizzato come strategia per la costituzione precoce dello stock foraggero, sia come adattamento ad una variabilità climatica sempre più pronunciata a causa delle prolungate precipitazioni primaverili.

Tabella 66: illustrazione di alcune caratteristiche del sistema foraggero delle aziende intervistate nel Comune di Condat-en-Combrailles⁴⁸.

Tableau 66 : Caractéristiques du système fourrager des exploitations enquêtées.

Azienda agricola	SAU (ha)	Superfici pascolate (ha)	Superfici sfalciate (ha)	%insilamento	Numero sfalci
Co1	100	61	30	100%	1/2
Co2	53	14	23	0-100%	1/2
Co3	62	15	35	29%	2
Co4	97	40	45	50%	1*
Co5	130	60	60	30%	1*
Co6	28	7,5	10	-	1
Co7	39	15,2	10	30%	1
Co8	30	9	13	-	1*
Co9	26	4	22	50%	1
Co10	120	50	33	30%	1/2
Co11	43	10	23	-	1*

All'interno di tali aziende, il rapporto tra superfici soltanto pascolate e superfici sfalciate è molto variabile. Generalmente, le aziende più grandi ne hanno un numero maggiore/equivalente (cf. Co1, Co5, Co10), dato che hanno più superficie da destinare al pascolo, mentre nelle aziende più piccole tale rapporto si inverte per la necessità di assicurarsi uno stock foraggero per l'inverno.

In termini di fertilizzazioni, i prati stabili e i prati-pascoli sono spesso oggetto di fertilizzazioni organiche e degli apporti diretti degli animali al pascolo, mentre nel caso degli erbai, oltre alla concimazione organica sono apportati anche elementi minerali in quantitativo molto variabile da un'azienda all'altra.

Per quanto riguarda i cereali autunno-vernini, la principale destinazione è quella della produzione di granella per le farine e di paglia. Per le condizioni ambientali difficili e per

⁴⁷ La distanza è stata calcolata tra i centroidi di ogni appezzamento appartenente ad una stessa azienda e la localizzazione del centro aziendale attraverso lo strumento Spatial Analysis di ArcGis 9.2.

l'alta resa (non ultima in paglia), il triticale è il cereale più diffuso. Le sue rese variano tra i 35 e i 50 q/ha, anche in funzione degli apporti azotati che sono estremamente diversificati (cf. tabella 4), mentre per quanto riguarda l'orzo variano tra i 15 e i 40 q/ha. Tale variabilità può avere origine sia negli apporti differenziati di azoto, ma anche nell'impiego dell'orzo che può essere bulato, quindi con una minore densità di seme, oppure in purezza. La concimazione organica viene sempre effettuata prima delle lavorazioni e quindi dei cereali autunno-vernini. Se gli erbai sono seminati direttamente, non viene apportato letame in quanto potrebbe avere effetti sfavorevoli sull'impianto del prato, mentre se sono bulati con l'orzo, allora la letamazione viene in ogni caso effettuata.

Tabella 67: illustrazione di alcune caratteristiche delle superfici a cereali delle aziende intervistate nel Comune di Condat en Combrailles.

Tableau 67 : Surfaces en cultures des exploitations enquêtées.

Azienda agricola	SAU (ha)	SAU cereali (ha)	Rese cereali	Concimazione organica	Concimazione azotata
Co1	100	7	Triticale (n.d.) Orzo (n.d.)	X	n.d.
Co2	53	5	Triticale (35-50 q/ha) Orzo (15-30 q/ha) Avena (15-30 q/ha)	X	Triticale 30+30 U Orzo, avena 15+15 U
Co3	62	12	Triticale (55 q/ha) Orzo (40 q/ha)	X	Triticale 18+30+45 U Orzo 30+30 U
Co4	97	12	Triticale (55 q/ha)	X*	50+70 U
Co5	130	10	Triticale (50 q/ha) Avena (30 q/ha)	X	Triticale 50 U Avena -
Co6	28	2,6	Triticale (35 q/ha)	X	20 U
Co7	39	-	-	-	-
Co8	30	3	Triticale (36 q/ha)	X	66 U
Co9	26	-	-	-	-
Co10	120	17	Orzo (30 q/ha) Avena (37 q/ha) Triticale (50 q/ha) Mais insilato (37 t/ha)	X (Mais)	Orzo, avena 60 U Triticale 50 U Mais 60 U
Co11	43	3	Triticale (37 q/ha) Orzo (35 q/ha) Avena (40 q/ha)	X	Triticale 50 U Orzo, avena 30 U

⁴⁸ L'insilamento può essere classico oppure sotto forma di plastificazione delle rotoballe. * indica la possibilità di due sfalci all'anno in caso di condizioni metereologiche favorevoli o di esaurimento dello stock di fieno.

Allegato 13 - Metodo di calcolo del bilancio dell'azoto nelle aziende agricole intervistate a Condat-en-Combrailles

Il bilancio dell'azoto è stato calcolato in un primo momento per ciascuna coltura e poi per la rotazione a partire dal peso delle singole colture nella rotazione "normale" dichiarata dall'intervistato. Il bilancio dell'azoto è stato calcolato come differenza tra gli apporti e le asportazioni di azoto, tuttavia a differenza di quanto dichiarato nell'Allegato 6, in questo caso abbiamo dovuto considerare anche gli apporti dati dal pascolo.

$$\text{NBALANCE} = (F + O + \text{Rott} + R + \text{Af} + P) - (\text{Ac} + \text{Ar})$$

F rappresenta l'azoto apportato tramite la fertilizzazione minerale, O l'azoto apportato con la fertilizzazione organica, Rott. l'azoto apportato dalla rottura del prato, R l'azoto lasciato dai residui colturali, Af l'azoto apportato per azoto fissazione da parte delle leguminose, P l'azoto apportato durante il pascolo tramite deiezioni degli animali, Ac l'azoto asportato dalla coltura utile, Ar l'azoto asportato dai sottoprodotti (e.g. paglie nei cereali). Sono valide le stesse semplificazioni, si tratta quindi di un bilancio apparente e semplificato dell'azoto.

Elementi del bilancio	Metodo di calcolo
Fertilizzazione minerale (F)	Prodotto tra la quantità di fertilizzante applicata e la sua concentrazione in azoto
Fertilizzazione organica (O)	Se conosciuta la quantità di concime organico: prodotto tra la quantità di fertilizzante applicata (se conosciuta) e la sua concentrazione in azoto. Se quantità sconosciuta: calcolo della quantità di concime organico a partire dal numero totale di UBA utili moltiplicato per un coefficiente di produzione (Chambre d'Agriculture de la Marne, non datato, CORPEN, 2001), riportato agli ettari concimati e moltiplicato per la concentrazione in azoto.
Rottura del prato (Rott)	Dato empirico ricavato da Chambre d'Agriculture du Puy de Dome (2009) a secondo dell'anno di rottura e della durata del prato.
Residui colturali (R)	Prodotto tra la quantità di residui coltivati stimata attraverso l'Harvest Index e la concentrazione in azoto dei residui (ADEME, non datato; Chambre d'agriculture du Puy de Dome, 2009).
Azotofissazione (Af)	Differenza tra l'azoto contenuto nella pianta e l'azoto fissato dalle leguminose valutato secondo Borreani et al. (2003) e Grignani et al., (2003). Abbiamo considerato che in un prato oligofita il trifoglio rimane sul prato al massimo x anni, mentre la medica rimane al massimo 3 anni a causa della forte acidità del suolo (pH intorno a 4,5)
Deiezioni pascolo (P)	Mi riferisco ai dati contenuti in Chambre d'agriculture de la Marne (non datato) per il calcolo delle deiezioni attraverso il prodotto tra gli UBA e un coefficiente di produzione relativo all'animale. Es. vacche Charolaises produzione di deiezioni pari a 16 t/UBA utili.
Asportazioni coltura utile (Ac)	Derivato da Chambre d'agriculture du Puy de Dome (2009). Relativamente al prato permanente o alle rotazioni che includono prati o pascoli di lunga durata, si fa riferimento a delle asportazioni medie in funzione della produttività del prato (dichiarate nelle interviste).
Asportazioni sottoprodotti (Ar)	Derivato da ADEME (non datato) e Chambre d'Agriculture du Puy-de-Dome (2009)

Allegato 14 - Principali risultati del bilancio dell'azoto nelle aziende agricole a Condat-en-Combrailles (rotazione)

Rotazione colturale	Tipologia	F	O	Rott	R	Af	P	As	Totale	Totale annuo
Co1.1	Rotazione nove anni prato (dactilis, festuca, medica)/mais/triticale/orzo destinato a insilato	210	412	190	-	18	-	929	-27	-3
Co1.2	Rotazione nove anni prato (dactilis, festuca, medica)/mais/triticale/orzo destinato a insilato con secondo taglio e pascolo	210	412	190	-	18	182	1169	-153	-17
Co1.3	Rotazione nove anni prato-pascolo (dactilis, festuca, medica)/mais/triticale /orzo	210	412	190	-	18	486	1169	+144	+16
Co2.1	Rotazione di 15 anni prato (trifoglio, dactilis medica) /triticale/triticale/orzo-avena	375	178	300	-	14	-	1764	-90	-6
Co2.2	Rotazione di 15 anni prato-pascolo (trifoglio, dactilis medica) /triticale/triticale/orzo-avena	375	1166	300	-	89	128	684	+1380	+92
Co3.1	Quadriennale prato (trifoglio, dactilis medica)/triticale /triticale/orzo-avena	305	527	100	-	38	-	614	+356	+89
Co4.1	Ottennale prato pascolo (trifoglio, dactilis, festuca) /triticale/triticale	929	440	300	-	30	-	1008	+529	+74
Co5.1	Rotazione 13 anni prato (trifoglio, dactilis medica) /triticale / triticale	350	900	420	-	25	-	1656	+312	+24
Co6.1	ottennale prato-pascolo (trifoglio, dactilis, lolium)/triticale/ triticale/orzo-avena primaverili	140	505	300	56	21	40	652	+600	+75
Co8.1	Ottennale avena + prato-pascolo vacche (Dactylis + trifoglio + Lolium)/triticale /triticale	372	464	-	140	25	300	1058	+243	+30
Co8.2	Ottennale avena + prato-pascolo pecore (Dactylis + trifoglio + Lolium)/triticale/ triticale	372	464	-	90	25	285	808	+428	+53
Co10.1	Rotazione 9 anni avena/ prato pascolo (Dactylis + trifoglio + Festuca) / triticale /mais	112	320	-	108	25	582	906	+243	+27
Co10.2	Quinquennale avena/prato pascolo (Lolium + trifoglio)/ triticale/mais	112	320	-	-	18	-	446	-6	-1
Co11.1	Rotazione sette anni avena/+ prato pascolo (Dactylis + trifoglio + Festuca) /triticale / triticale	130	62	-	24	42	68	326	0	0

F indica l'apporto di azoto dalla fertilizzazione minerale, O l'apporto di azoto attraverso la fertilizzazione organica, Rott l'apporto tramite rottura del prato, R l'apporto di azoto dai residui, Af l'apporto di azoto tramite azoto fissazione delle leguminose, P l'apporto tramite deiezioni degli animali al pascolo, As le asportazioni. Il Totale si riferisce alla differenza tra apporti e asportazioni secondo la formula riportata nell'Allegato 13. Tutti i

valori sono espressi in Kg/ha. Invece il totale annuo rappresenta il rapporto tra il valore totale di NBALANCE per l'intera rotazione e la durata della rotazione.

Co_n rappresenta l'etichetta di ciascuna delle 11 aziende intervistate, $Co_{n.m}$ rappresenta invece l'etichetta delle rotazioni colturali presenti in ciascuna azienda.

Allegato 15 - Principali risultati del bilancio dell'azoto nelle aziende agricole a Condat-en-Combrailles (prato permanente)

Etichetta	Uso	F	O	R	P	Asportazioni	Totale
Co1.PP	Pascolo	-	83	12	62	60	+96
Co2.PP1	Pascolo	15	-	-	216	50	+181
Co2.PP2	Pascolo	15	-	-	286	150	+151
Co3.PP	Pascolo	42	-	10	184	50	+186
Co3.PP1	Pascolo	30	-	18	24	90	-18
Co3.PP2	Pascolo	30	-	18	224	90	+182
Co3.PP3	Pascolo	30	-	10	124	50	+114
Co3.PP4	Pascolo	30	-	30	44	150	-46
Co5.PP1	Pascolo	-	37	30	116	150	+33
Co5.PP2	Pascolo	-	37	30	104	150	-21
Co5.PP3	Pascolo	-	37	-	20	-	+57
Co5.PP4	Pascolo	-	37	30	148	150	+65
Co6.PP1	Pascolo	-	-	-	20	-	+20
Co6.PP2	Prato-pascolo	20	55	30	3	150	-42
Co7.PP1	Pascolo	-	-	18	4	90	-68
Co7.PP2	Pascolo	-	-	-	80	-	+80
Co8.PP	Pascolo	-	9	24	22	120	-65
Co9.PP1	Pascolo	-	-	30	24	150	-96
Co9.PP2	Prato-pascolo	-	39	12	195	50	+196
Co10.PP1	Pascolo	-	19	24	72	120	-5
Co10.PP2	Pascolo	-	19	12	88	60	-59
Co10.PP3	Pascolo	-	19	8	73	40	+60
Co10.PP4	Pascolo	-	19	12	200	60	+171
Co11.PP1	Pascolo	-	32	-	36	120	+68
Co11.PP2	Prato-pascolo	-	32	6	3	30	+11

F indica l'apporto di azoto dalla fertilizzazione minerale, O l'apporto di azoto attraverso la fertilizzazione organica, R l'apporto di azoto dai residui, P l'apporto tramite deiezioni degli animali al pascolo. Il Totale si riferisce alla differenza tra apporti e asportazioni secondo la formula riportata nell'Allegato 13. Tutti i valori sono espressi in Kg/ha.

Co_n rappresenta l'etichetta di ciascuna delle 11 aziende intervistate, Co_n.PP_m rappresenta invece l'etichetta dei diversi usi del prato in funzione dei diversi gruppi che vi pascolano che dell'uso esclusivo a pascolo oppure della presenza del prato-pascolo oppure del diverso grado di intensificazione.

Allegato 16 – Presentazione della ricerca



La caractérisation des fonctions agro- environnementales : une approche par l'agronomie des territoires

Elisa MARRACCINI

Perfezionamento in Agricoltura, Alimentazione e Ambiente

Directeurs de thèse
Prof. Enrico BONARI
Prof. Sylvie LARDON

10 Décembre 2010 - Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa (Italie)

Plan de la présentation

- Contexte
- Objectif
- Méthode et cas d'études
- Résultats
- Discussion
- Conclusions

Des politiques agro-environnementales territorialisées

- Fonctions agro-environnementales (FAE) : biens et services non productifs générés par les activités agricoles (FAO, 2006)
- Nouveaux horizons de la PAC après-2013 et du développement rural
 - Mise en place très lente et limitée jusqu'à présent (Natura 2000, zones vulnérables, *HNV farmland*)...
 - ...avec des critères de ségrégation spatiale (une fonction = un zonage)...
- Des FAE dont la réalisation dépend des types et organisation d'activités agricoles
 - Activités agricoles très diverses et fragmentées...
 - ...dont les effets sur plusieurs fonctions sont peu connus

→ Importance d'une caractérisation spatiale des FAE

Contexte

Objectif

Méthode et cas
d'étude

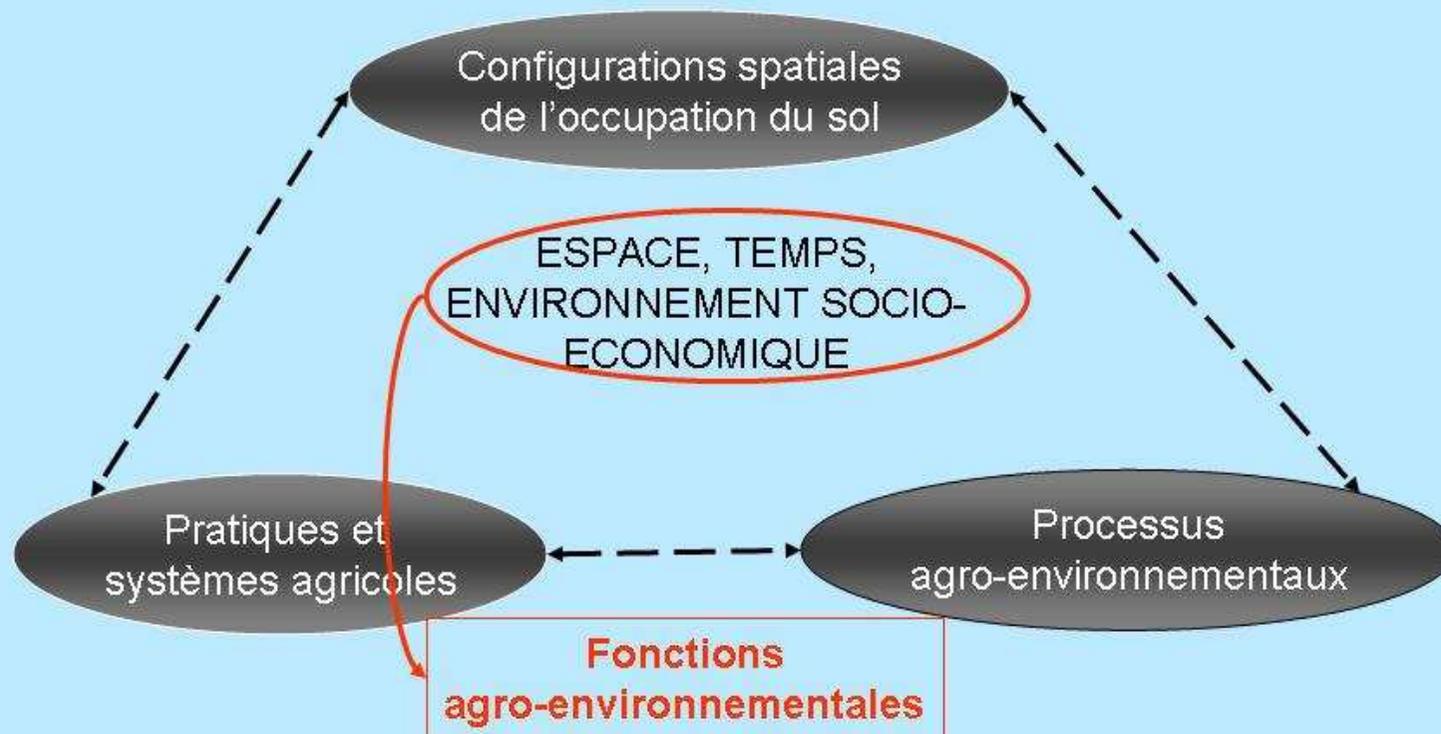
Résultats

Discussion

Conclusions

Caractérisation spatiale des FAE

- Contribution de la recherche fragmentée (fonctions et services éco-systémiques, environnementaux et paysagers)
- Nécessité de préciser une approche agronomique et spatiale des FAE



Contexte

Objectif

Méthode et cas
d'étude

Résultats

Discussion

Conclusions

Objectif de recherche

Méthode de caractérisation de la **réalisation** des **fonctions agro-environnementales** dans un **territoire**

Répondant aux
objectifs de politiques
agro-environnementales

Variabilité spatiale des
activités agricoles

- **Cas d'études contrastés mais soumis aux mêmes politiques**
- **Identification des configurations spatiales des activités agricoles**

Contexte

Objectif

Méthode et
cas d'étude

Résultats

Discussion

Conclusions

Définitions : FAE

Fonction agro-environnementale (Rapey et al., 2005)

Une relation entre une attente
concernant une ressource environnementale

Attentes

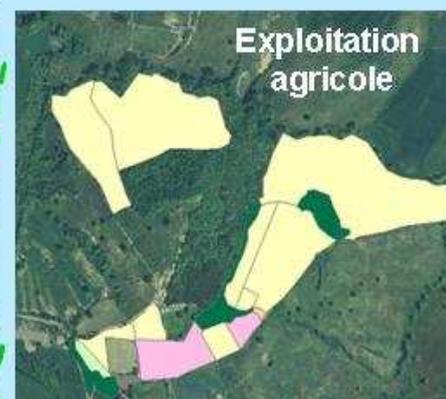
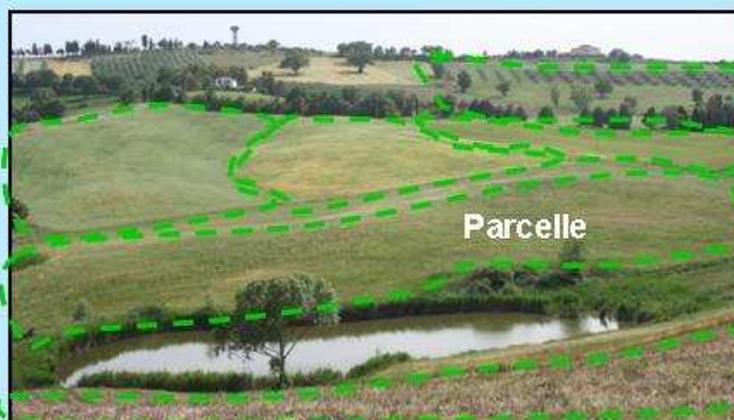


Conservation de
la diversité du
paysage

Préservation de la
qualité des eaux de surface

et une entité spatiale agricole

Entités spatiales
agricoles



- Fonctions par les objectifs politiques et pas par fonctionnement d'écosystème
- Plusieurs entités spatiales agricoles à prendre en compte

Contexte

Objectif

Méthode et
cas d'étude

Application
de la méthode

Discussion

Conclusions

Définitions : réalisation des FAE

Réalisation d'une fonction :

une fonction est réalisée quand l'interaction entre pratiques et éléments du milieu sur l'entité spatiale agricole est favorable pour répondre aux attentes environnementales.

Plusieurs approches de cette réalisation existent (Merot et al., 2006)

- Potentielle
 - hypothèses simplifiées (occupation du sol, topographie)
- Effective
 - Mesures, observations (pente, fertilisation azotée)
- Efficace
 - Mesures, modélisation (nitrates dans l'eau)

→ Conditions de réalisation agronomiques et géophysiques des FAE

→ Conditions changent selon les entités spatiales

→ FAE réalisée = service environnemental

Contexte

Objectif

Méthode et
cas d'étude

Application
de la méthode

Discussion

Conclusions

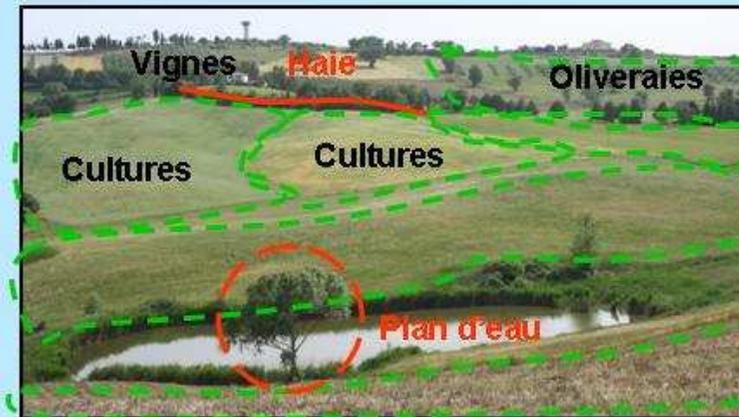
Définitions: configurations spatiales de l'occupation du sol

Configurations spatiales de l'occupation du sol (Forman, 1995)

Combinaison répétée d'occupations agricoles du sol et d'éléments spatiaux utiles pour les activités agricoles

Occupation du sol :
Entités surfaciques

Éléments spatiaux :
Entités surfaciques,
linéaires et ponctuelles



Arbre isolé

→ Configurations spatiales comme révélatrices de la réalisation des FAE

→ Occupation du sol comme élément spatial fédérateur

Contexte

Objectif

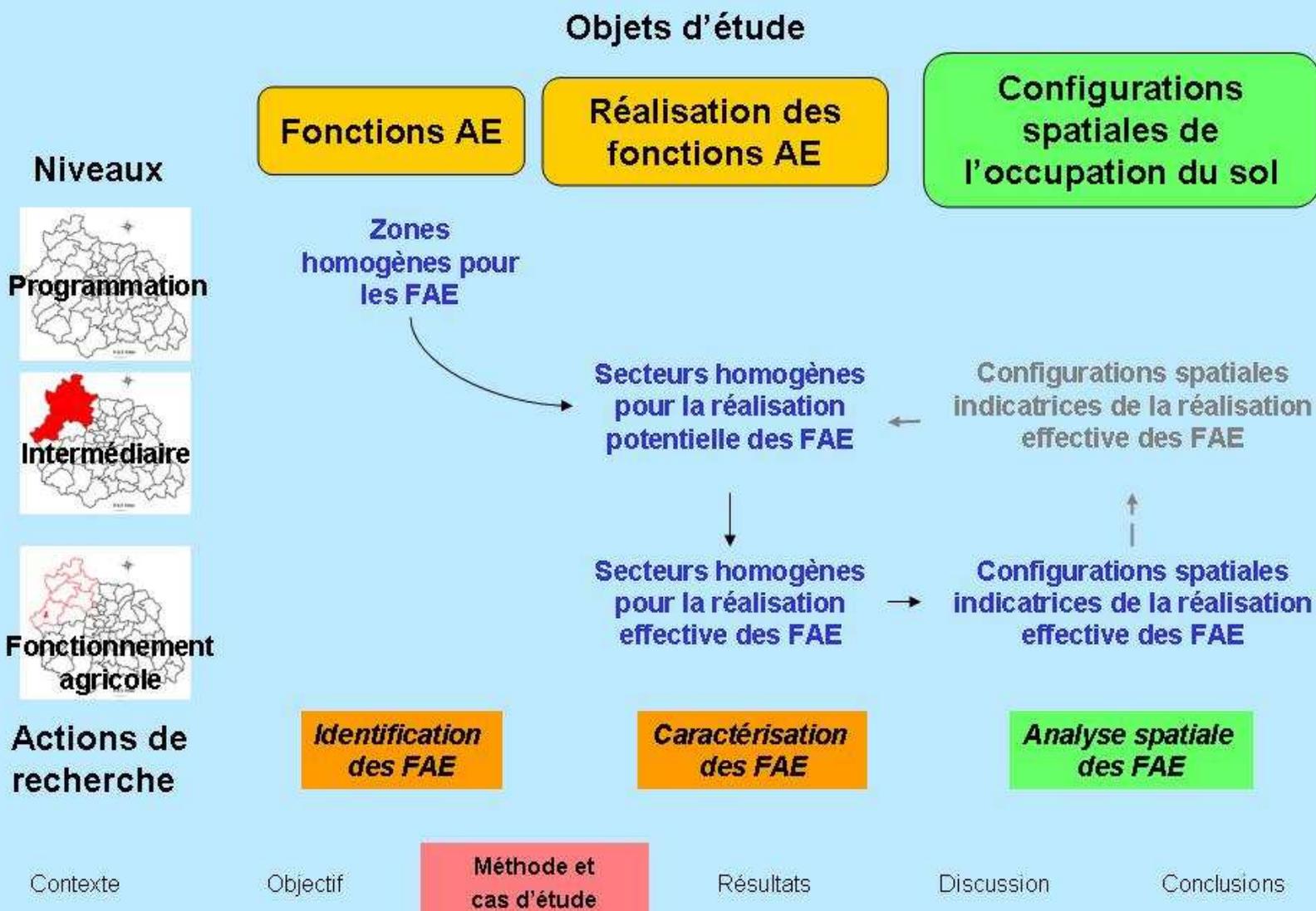
**Méthode et
cas d'étude**

Résultats

Discussion

Conclusions

Vue d'ensemble de la méthode



Niveaux spatiaux d'observation

Zones de programmation : NUTS 3



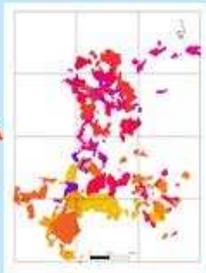
- **Entité élémentaire** : commune/canton
- **Sources d'information** : doc politiques, recensements agricoles
- **Activités agricoles** : systèmes agraires

Zones intermédiaires : Agro-écozones



- **Entité élémentaire** : pixel 250 ha
- **Sources d'information** : bases de données spatiales
- **Activités agricoles** : occupation du sol

Zones de fonctionnement agricole : tissu d'exploitations



- **Entité élémentaire** : parcelles d'usage
- **Sources d'information** : bases de données spatiales, photos aériennes, enquêtes
- **Activités agricoles** : systèmes de cultures

Contexte

Objectif

**Méthode et
cas d'étude**

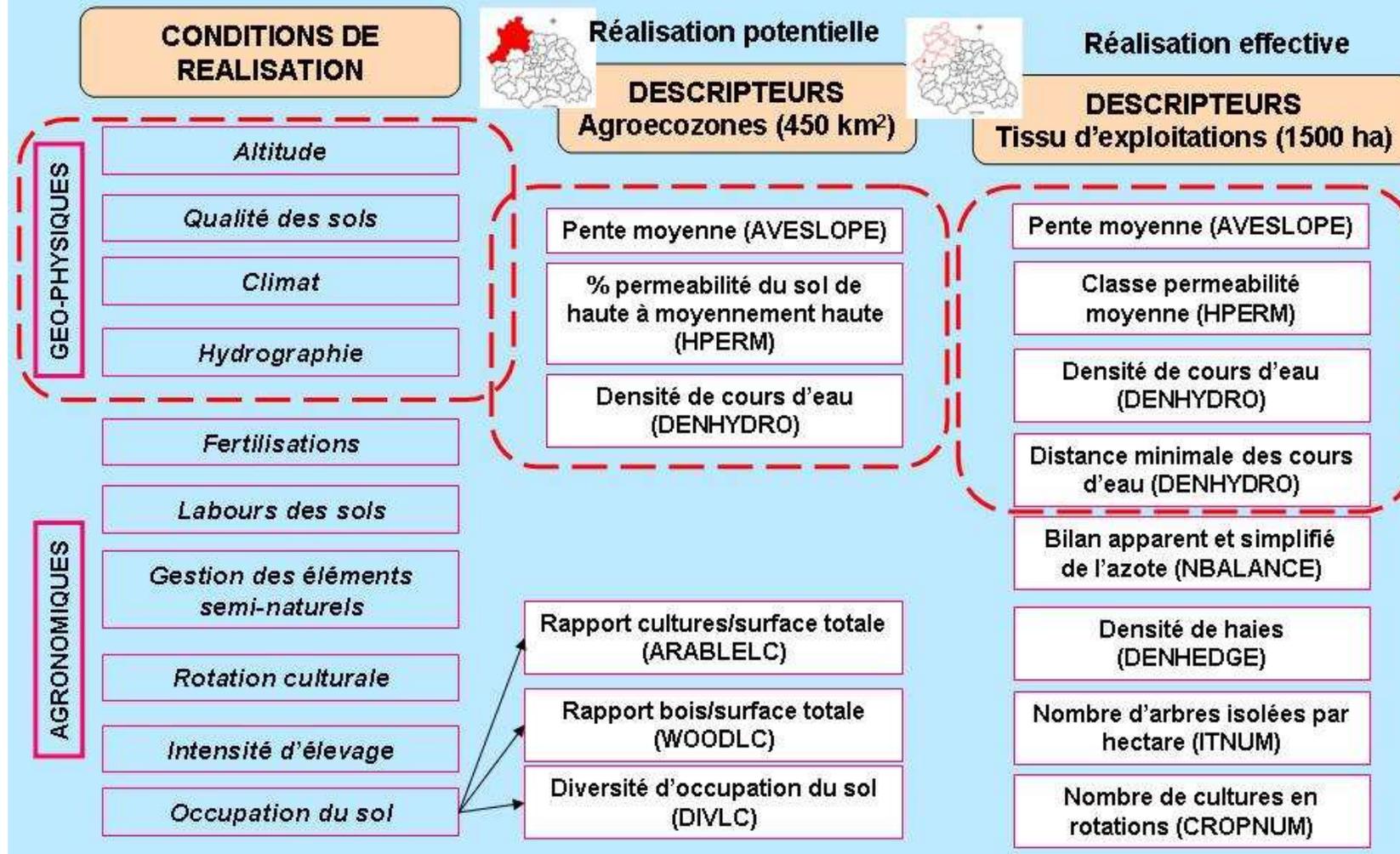
Résultats

Discussion

Conclusions

Caractérisation des FAE

- Par la définition: interaction de conditions géophysiques et agronomiques
- Regroupement de conditions par des statistiques multivariées

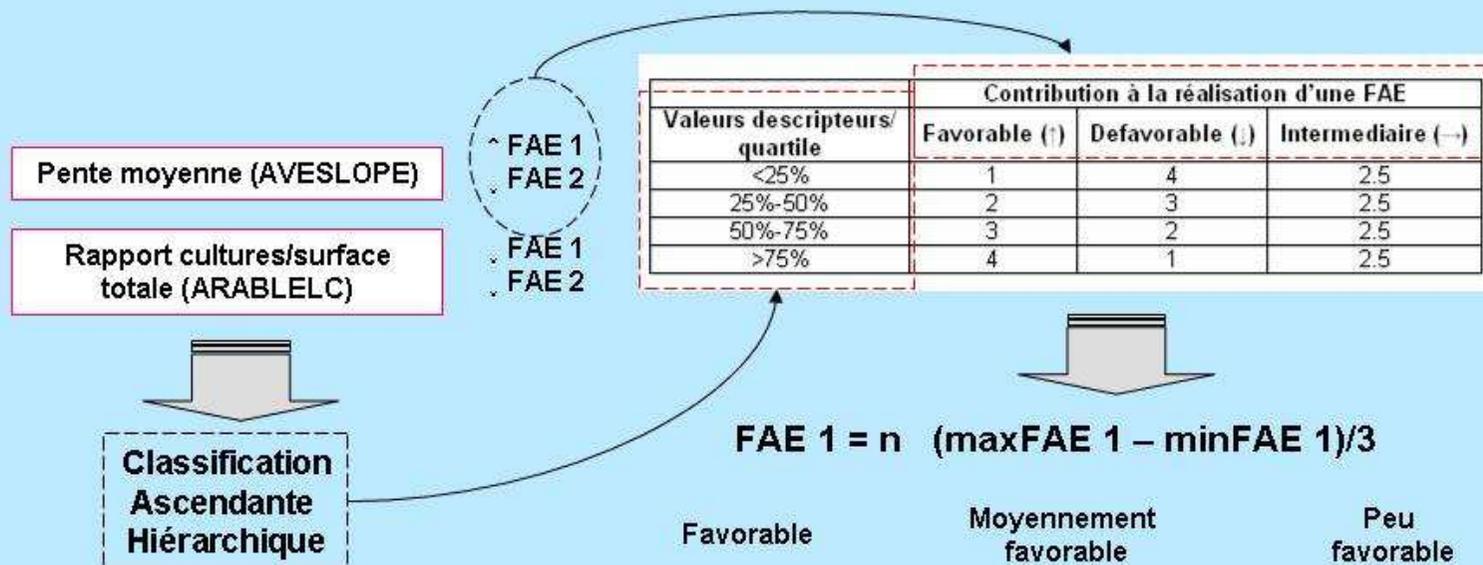


Caractérisation des FAE



Passage de combinaisons de descripteurs à types de réalisation des FAE

- Contribution des descripteurs à la réalisation des fonctions : favorable, intermédiaire, défavorable
- Valeurs moyennes des descripteurs dans chaque cluster
- Combinaisons des deux critères pour classement
- Élaboration en relatif (confrontation de chaque descripteur à la valeur max. et min.)



Contexte

Objectif

**Méthode et
cas d'étude**

Résultats

Discussion

Conclusions

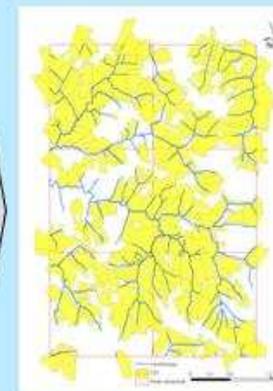
Analyse spatiale des FAE



Configurations spatiales de l'occupation du sol



- 1- Parcelles proches cours d'eau → cultures
- 2- P/S des bois proches cours d'eau est faible
- 3- > surface parcelles cultures proches de cours d'eau



Configurations spatiales de l'occupation du sol et réalisation effective des FAE

- Superposition spatiale
- Appartenance d'une configuration à un type de réalisation
- Valeur prédictive des configurations spatiales
 - Modèle Multinomial Logit 10000 répétitions



Contexte

Objectif

Méthode et
cas d'étude

Résultats

Discussion

Conclusions

Deux cas d'études européens



Département
du Puy-de-
Dôme



Provincia di
Grosseto

8012 km ²	Surface	4504 km ²
76 hab./ km ²	Densité de population	77 hab./ km ²
200-1900 m	Morphologie	0-1700 m
600-1300	Précipitations	600-1100
54%	% SAU	48%
25%	% Cultures / SAU	37%
30%	Taux de Boisement	44%
45 ha	SAU moyenne / exploitation	11,5 ha
Elevage bovin (lait-viande) extensif	Systèmes dominants	Polyculture-élevage (bovin-ovin lait)
80%	Communes rurales	93%

→ **Territoires très hétérogènes et orientés sur la valorisation des ressources agricoles et naturelles**

Contexte

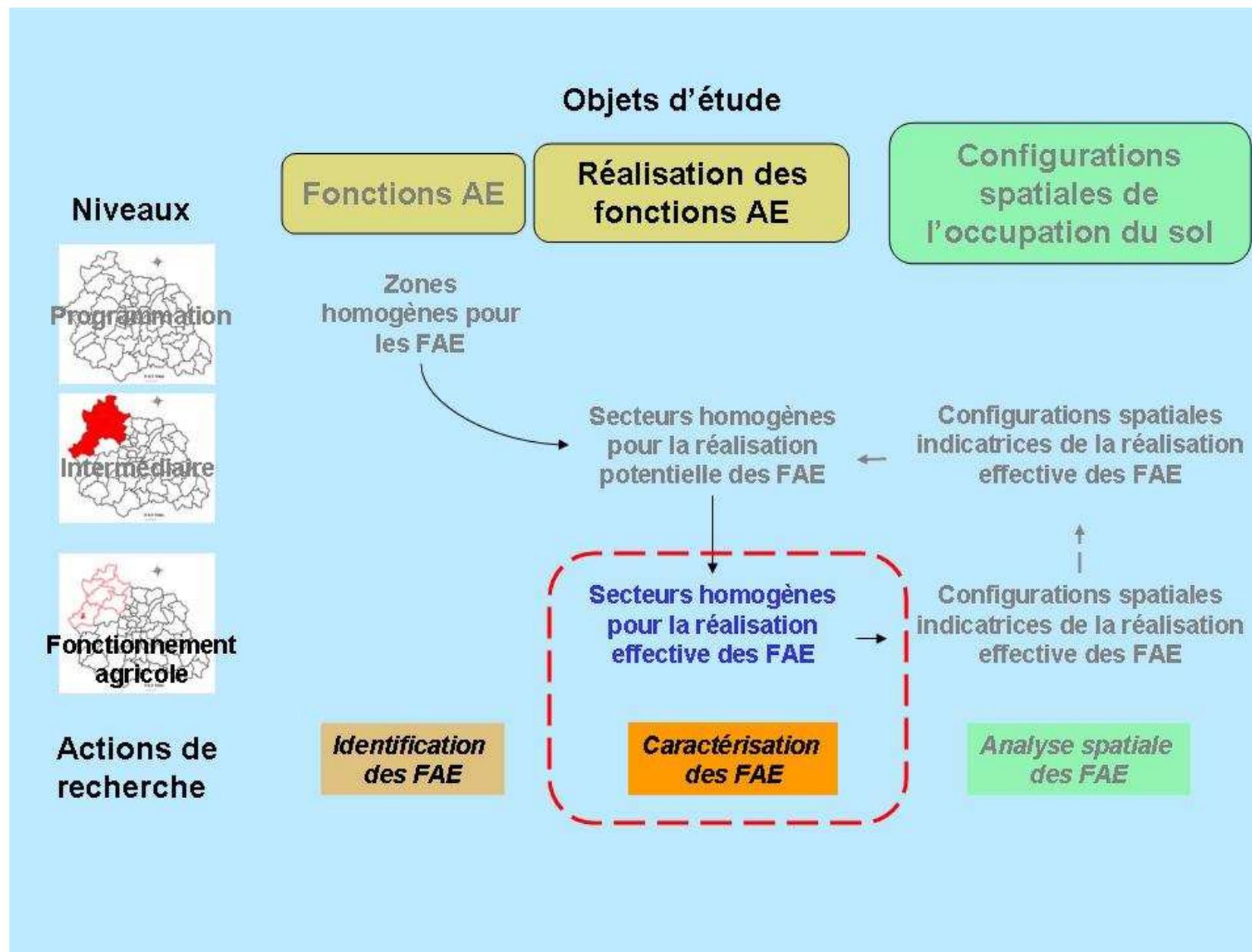
Objectif

**Méthode et
cas d'étude**

Application
de la méthode

Discussion

Conclusions



Réalisation effective des FAE : Cinigiano

- Caractérisation des FAE aux précédents niveaux :
 - Préservation de la qualité des eaux de surface par les nitrates ↓
 - Conservation du sol →
 - Conservation de la diversité du paysage → ↓

C1 : parcelles **peu pentues (12%)** loin de cours d'eau et haies, forte diversité d'occupation du sol / parcelles voisines (2,8), **faible déficit de N (-11 kg/ha)** et **de m. o. (-41 kg/ha)**.

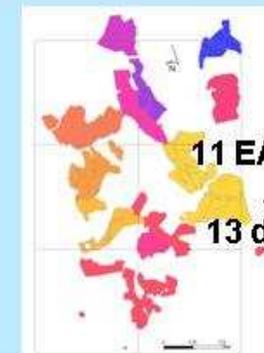
C2 : parcelles pentues (16%) et **bocagères (109 m/ha)** et **avec arbres isolés (1,7 a/ha)**, et haute accessibilité, surplus N important (58 kg/ha) et déficit important de m. o. (-906 kg/ha).

C3 : parcelles pentues (16%) à proximité de cours d'eau et haies, déficit N (-29 kg/ha), **beaucoup de cultures dans la rotation (1,7)**, haute perméabilité du sol.

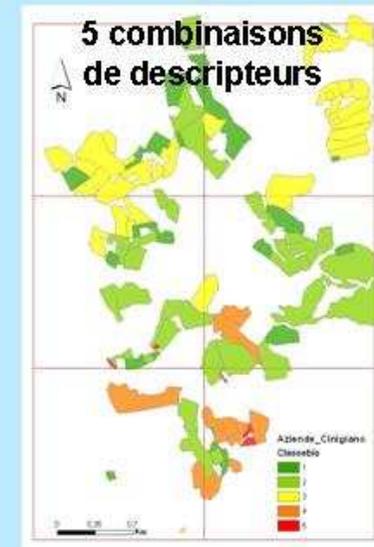
C4 : parcelles pentues (17%) à proximité de cours d'eau et haies, petit déficit N (-7 kg/ha), beaucoup de cultures dans la rotation (2), **fort déficit m.o. (-1181 kg/ha)**

C5 : parcelles pentues (17%), bocagères (74 m/ha), sans arbres isolés, **faible surplus N +28 kg/ha)**, **fort déficit de m. o. (-820 kg/ha)**.

- Haute variabilité de conditions de réalisation des FAE
- Organisation spatiale des conditions



11 EA enquêtées
/ 479 ha
13 descripteurs



Index Diversité
de Simpson = 0,70

Contexte

Objectif

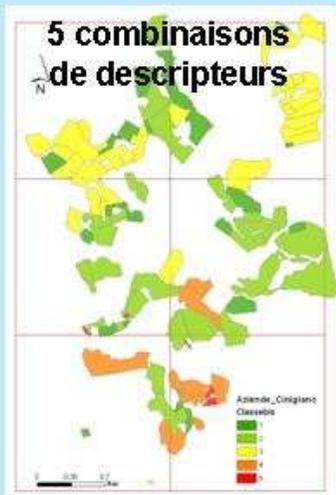
Méthode et
cas d'étude

Résultats

Discussion

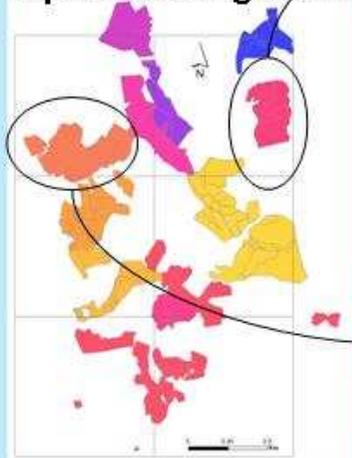
Conclusions

Réalisation effective (RE) des FAE : Cinigiano



	<p>RE1 14% surface</p>	<p>C1 Conditions favorables pour FAE eau, moyennement favorables pour FAE paysage et sol</p> <p>C5</p>
	<p>RE2 75% surface</p>	<p>C2 Conditions favorables pour FAE sol, moyennement favorables pour FAE paysage et eau</p> <p>C3</p>
	<p>RE3 11% surface</p>	<p>C4 Conditions moyennement favorables pour FAE eau, paysage et sol</p>

Exploitations agricoles



EA retraité polyculture
32 ha, 41% rot. céréales d'hiver
-49/-39 kg N/ha
-889/-132 kg mo/ha
0-324 m/ha haies

EA prof. polyculture-élevage (bovin lait)
47 ha, 48% rot. céréales d'hiver
1,4 UGB/ha SFP
-83/-36 kgN/ha
-907/-45
0-375 m/ha haies

18% RE1
82% RE2 → Variabilité de la RE des FAE

→ Organisation spatiale des exploitations peu fragmentée

12% RE1
88% RE2 → RE des FAE dépasse l'exploitation

Contexte

Objectif

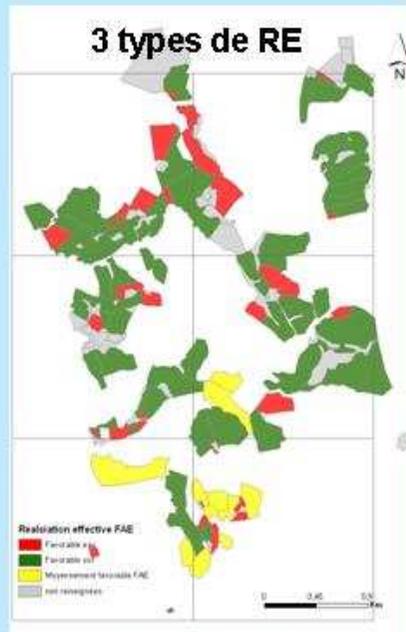
Méthode et cas d'étude

Résultats

Discussion

Conclusions

Réalisation effective (RE) des FAE : Cinigiano



Index Diversité
de Simpson = 0,40



Occupation du sol***	53% cultures	91% cultures	100% cultures
Surfaces des parcelles (ha)***	1,5 (1,4)	3,6 (3,3)	3,6 (3,0)
Type EA**	73% polyculture-élevage	53% polyculture-élevage	100% polyculture-élevage
Mode de faire valoir***	16% propriété	48% propriété	0% propriété

- Variabilité des types de RE des FAE (RE2 dominant)
- Organisation spatiale des types de RE des FAE (contrast nord/sud)
- Une RE des FAE en lien avec des caractéristiques spatiales de l'exploitation

Contexte

Objectif

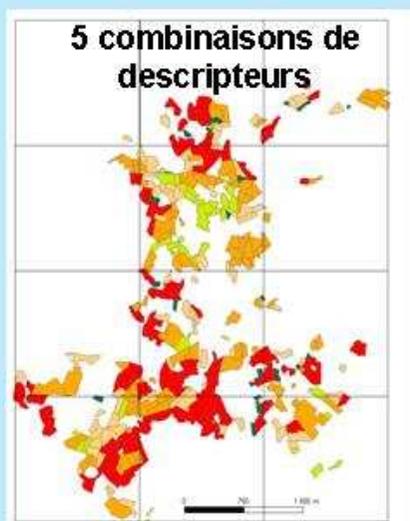
Méthode et
cas d'étude

Résultats

Discussion

Conclusions

Réalisation effective (RE) des FAE : Condat-en-Combrailles

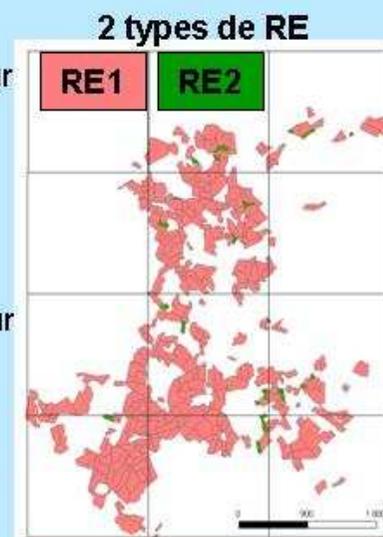


RE1 93%

- C1 Conditions favorables pour FAE eau, moyennement favorables pour FAE paysage
- C2
- C3
- C5

RE2 7%

- C4 Conditions favorables pour FAE eau, moyennement favorables pour FAE div. paysage, peu favorables pour FAE ouv. paysage



Index Diversité de Simpson = 0,73

Protection de la qualité des eaux de surface
Protection de l'ouverture du paysage
Conservation de la diversité du paysage

Index Diversité de Simpson = 0,13

→ Variabilité de conditions de réalisation > RE des FAE homogène

→ Petite surface fragmentée de la RE2 (parcelles dispersées)

→ RE2 semble liée à la gestion du parcellaire (parcelles en enrichissement)

Contexte

État de l'art
et objectif

Méthode et
cas d'étude

Résultats

Discussion

Conclusions

Avons-nous besoin de passer par la réalisation effective des FAE?

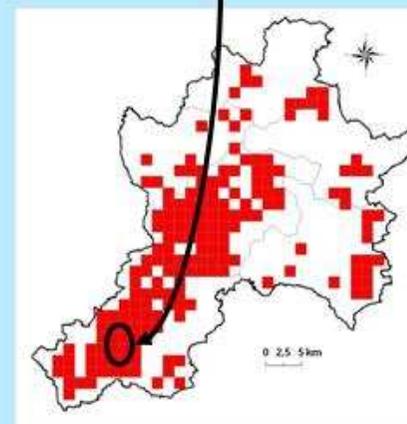
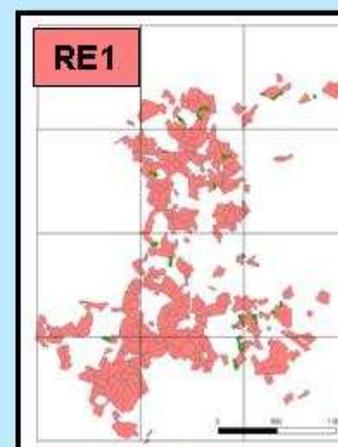
Réalisation effective des FAE (RE1) :

- Favorable à la fonction eau
- Moyennement favorable à la fonction ouverture du paysage
- Moyennement favorable à la fonction diversité du paysage

Réalisation potentielle des FAE (RP):

- Favorable à la fonction eau
- Peu favorable à la fonction ouverture du paysage
- Moyennement favorable à la fonction diversité du paysage

- **Concordance entre RP et RE des FAE**
- **Pas nécessaire de passer par la RE des FAE**
- **Résultat fort à tester dans d'autres secteurs**
- **Configurations spatiales à prendre en compte au niveau de l'agro-écozone?**



Contexte

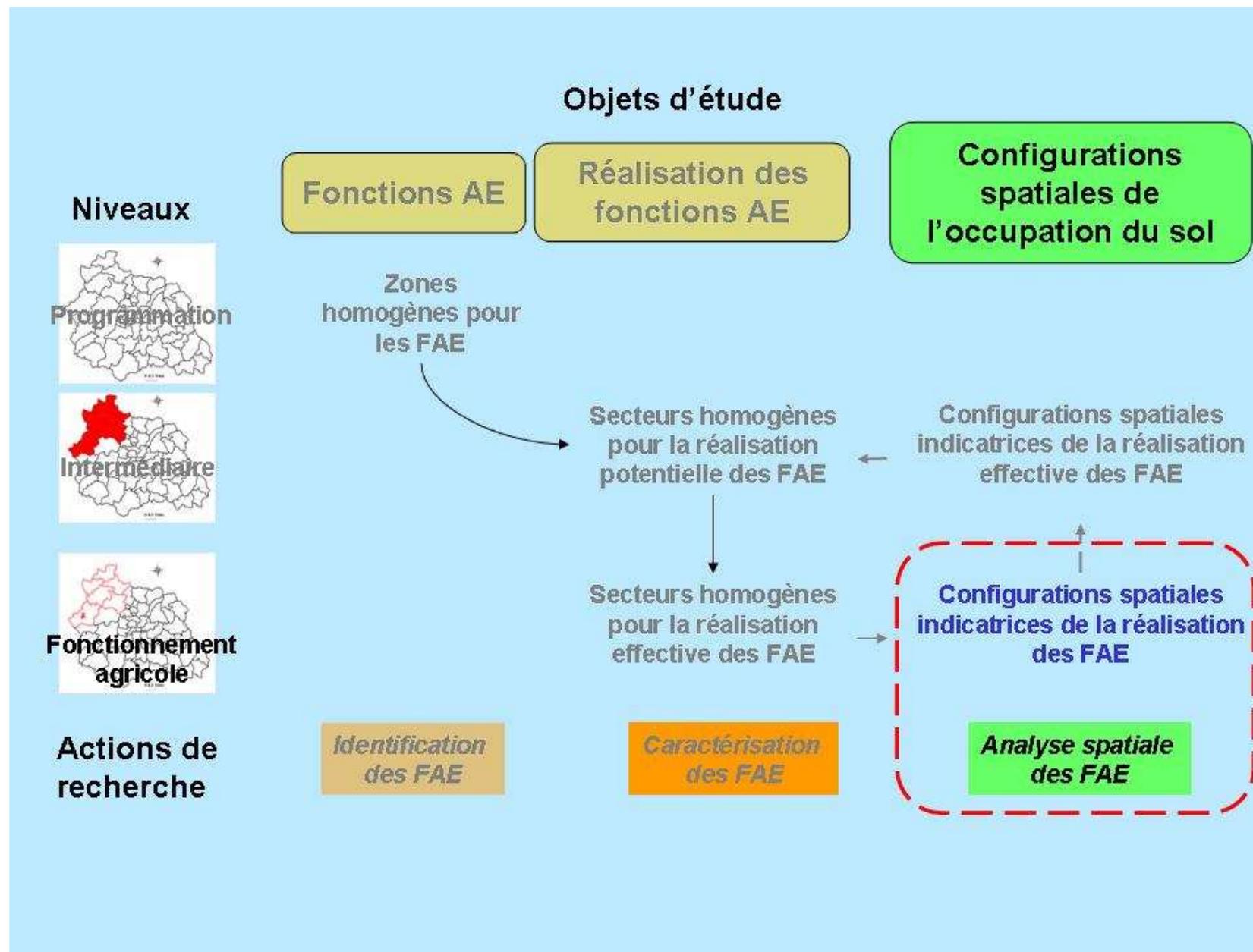
État de l'art
et objectif

Méthode et
cas d'étude

Résultats

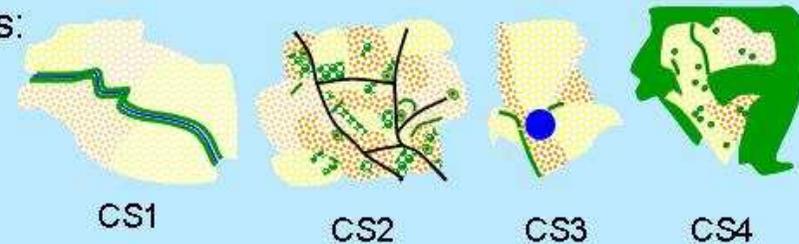
Discussion

Conclusions



Analyse spatiale des FAE à Cinigiano

- Quatre configurations spatiales identifiées:
 - Bord de rivière cultivé (57%, 100% EA)
 - Zone de vergers domestiques (33%, 33% EA)
 - Périphérie de retenue collinaire (6%, 36% EA)
 - Clairière cultivée (19%, 64% EA)



					Superpositions
RE1 (↑ FAE eau)	77%	97%	43%	35%	CS1/CS2 62%
RE2 (↑ FAE sol)	96%	76%	20%	57%	CS1/CS4 55% CS1/CS2 70%
RE3 (→)	95%	100%	0%	10%	CS1/CS2 95%

→ Forte superposition spatiale des configurations identifiées (CS1 vs autres)

→ Composition différente en configurations spatiales des types de RE des FAE

Contexte

Objectif

Méthode et
cas d'étude

Résultats

Discussion

Conclusions

Analyse spatiale des FAE à Cinigiano

Descripteurs utilisés	Capacité prédictive (Multinomial Logit)	Qualité de la prédiction
Quatre configurations spatiales	0,66	0% RE1 et RE3 100% RE2
Quatre configurations spatiales + descripteurs agronomiques	0,85	43% RE1 95% RE2 100% RE3
Quatre configurations spatiales + localisation des EA + faire valoir des parcelles	0,82	44% RE1 92% RE2 95% RE3

- Les configurations spatiales couplées à des descripteurs accessibles de foncier sont révélatrices de la RE des FAE
- Effet structuration du tissu d'exploitations par la polyculture-élevage
- Effet petite dimension + cohésion du parcellaire des exploitations

Contexte

Objectif

Méthode et
cas d'étude

Résultats

Discussion

Conclusions

Acquis et perspectives

- Des résultats différenciés dans les deux cas d'étude...
 - Diversité de RE des FAE et identification de configurations spatiales indicatrices de cette réalisation dans le cas italien
 - Homogénéité de RE des FAE et concordance avec la RP des FAE dans le cas français
- ... pouvant être expliquées avec la différente structuration du territoire...
 - Par des petites exploitations très diversifiées dans le cas italien (effet métayage et méditerranéen) qui constituent des unités d'une mosaïque composite
 - Par des exploitations fragmentées et adaptées à un milieu très contraignant dans le cas français (c'est le milieu qui structure plus les activités agricoles)
- ... mais qui restent à conforter
 - Test sur un plus grand nombre de secteurs
 - Discussion des descripteurs choisis
 - Confrontation des résultats avec les acteurs
- La méthode proposée semble s'adapter à différentes FAE, régions agricoles, différents milieux et activités agricoles

Contexte

État de l'art et
objectif

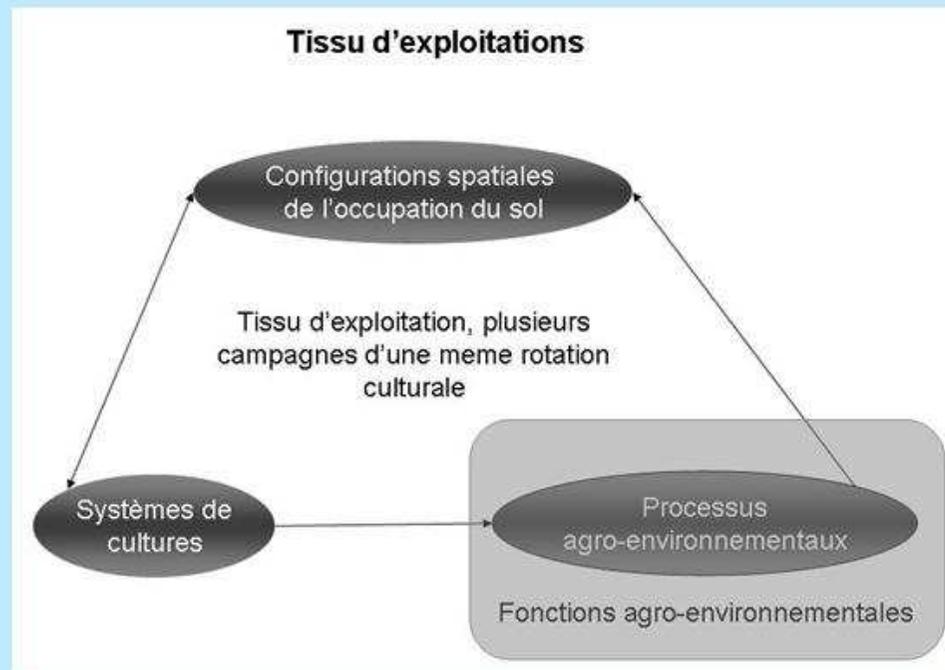
Méthode et
cas d'étude

Résultats

Discussion

Conclusions

Apports de l'approche en agronomie des territoires



- Une approche en agronomie des territoires pouvant s'adapter à chaque étape/niveau de la méthode
- Configurations spatiales : objets transversaux et avec un sens agronomique
- Réponse agronomique à l'exigence de territorialisation des politiques

Contexte

État de l'art et
objectif

Méthode et
cas d'étude

Résultats

Discussion

Conclusions

Conclusions

- Les configurations spatiales intègrent la combinaison de pratiques x milieu → dans certaines conditions elles rendent compte de la réalisation effective des FAE
 - En accompagnement à des éléments de structure des exploitations dans le cas de Grosseto
 - En perspective pour l'ensemble de l'agro-écozone où les pratiques sont plus adaptées au milieu dans le cas de Condat-en-Combrailles
- Adaptabilité de la méthode de caractérisation des FAE
- Réponse aux exigences des politiques agro-environnementales en soulignant des éléments de gestion collective allant au delà des exploitations
 - Les configurations spatiales de l'occupation du sol
 - Des éléments influençant la réalisation des FAE nécessitant une gestion collective (i.e. réseaux de haies et cours d'eau)



Allegato 17 – Lista delle pubblicazioni di Elisa Marraccini

Articoli in riviste internazionali con revisori

MARRACCINI E., RAPEY H., GALLI M., LARDON S., BONARI E. (2010, sottomesso). Spatial variability of agro-environmental functions fulfilment in farming regions. An European case study in Tuscany (Italy). Environmental Management, 28 pp. manuscript.

GALLI M., DEBOLINI M., MARRACCINI E., BONARI E. (2010, in preparazione). Local knowledge mapping for agricultural planning: a case study in Tuscany, Italy. Landscape and Urban Planning, 19 pp. manuscript.

GALLI M., BONARI E., MARRACCINI E., DEBOLINI M. (2010). Characterisation of agri-landscape systems at a regional level. A case study in Northern Tuscany (Italy). Italian Journal of Agronomy: 5:3, 285-294 (In press)

MARRACCINI E., RAPEY H., GALLI M., LARDON S., BONARI E. (2008). A method to appraise multiple agro-environmental functions in farming regions. In: Rossi Pisa P. (Ed.), 10th Congress of the European Society for Agronomy, 15-19 September 2008, Italian Journal of Agronomy 3:3, 303-304 (**Presentazione orale**)

Articoli in riviste nazionali con revisori

GALLI M., MARRACCINI E., LARDON S., BONARI E. (2010). Agronomia territoriale e sviluppo dell'agricoltura periurbana. Agriregionieuropa 20: 9-11 (in italiano)

Atti di conferenze

GALLI M., DEBOLINI M., MARRACCINI E., BONARI E. (2010). Agronomia territoriale, funzioni agro-ambientali e politiche di sviluppo: alcune evidenze in recenti esperienze di ricerca. XXXIX Convegno della Società Italiana di Agronomia, Roma, 2 pp. (in italian)

MARRACCINI E., GALLI M., RAPEY H., LARDON S., BONARI E. (2010). Spatial variability of agro-environmental functions fulfilment in a Mediterranean agricultural landscape. XI Congress of the European Society for Agronomy, Montpellier (France), 875-876 (**Presentazione orale**)

BLANC J., NOE E., BUURMA J., BURNETT M-L., COMPAGNONE C., MARRACCINI E. (2010). The role and attitudes of agricultural advisors in implementing sustainable pest management in European agriculture – A cross national case study in NL, FR, UK and DK. International Farming Systems Association 2010 Congress, Wien (Austria), 1865-1872

HAYNES I., LAMINE C., WIERZBICKA A., ZOLTAN S., LEHOTA J., VANDENBERG I., BUURMA J., MARRACCINI E., MOONEN C., WILLIAMSON S., PARATTE R. (2010). Are supermarkets an appropriate tool for facilitating the transition to low agrochemical

use farming practices? International Farming Systems Association 2010 Congress, Wien (Austria), 1855-1864

LAMINE C., BARBIER M., BLANC J., BUURMA J., HAYNES I., LEHOTA J., MARRACINI E., NOE E., PARATTE R. (2010). Reducing the dependence on pesticides: A matter of transitions within the whole agro-food system. International Farming Systems Association 2010 Congress, Wien (Austria), 1943-1954

LARDON S., LOUDIYI S., GALLI M., MARRACCINI E., HOUDART M., BONARI E. (2010). From landscape agronomy to regional planning: Agricultural management in periurban areas. International Farming Systems Association 2010 Congress, Wien (Austria), 2201-2205

GALLI M., BONARI E., MARRACCINI E., DEBOLINI M. (2009). Relazioni funzionali tra paesaggio e sistemi produttivi agro-silvo-pastorali. XXXII Convegno della Società Italiana di Agronomia, Firenze 21-23 Settembre, 2 pp. (in italian)

BOTTIGNOLE M., GALLI M., MARRACCINI E., BONARI E. (2009). Indagine partecipata degli elementi culturali del paesaggio: il caso del borgo montano di Sillico (Provincia di Lucca). Convegno Internazionale ETTARO ZERO, Milano, Maggio 2009, 1 p. (in italian)

MARRACCINI E., GALLI M., RAPEY H., LARDON S., BONARI E. (2009). Multiple agro-environmental functions targeted by decision-makers: a compared approach in two European regions. Proceedings of the European International Association for Landscape Ecology (IALE) Conference, Salzburg, July 2009, 167-172 (**Presentazione orale**)

RAPEY H., LARDON S., GALLI M., MOONEN C., BENOIT M., THENAIL C., BARBERI P., CARON P., MARRACCINI E., RIZZO D., BONARI E. (2008). Experiences from a winter school on landscape agronomy: stakes, difficulties, perspectives. Proceedings of the 8th IFSA Symposium, 6-8 July 2008, Clermont-Ferrand, France, 999-1004

GALLI M., BALDUCCI E., DEBOLINI M., MARRACCINI E., RIZZO D., BONARI E. (2008). Defining scenarios for local agricultural systems development through participatory approach: a case study in the Grosseto Province (Tuscany, Italy). Proceedings of the 8th IFSA Symposium, 6-8 July 2008, Clermont-Ferrand, France, 149-151.

RIZZO D., MARRACCINI E., DEBOLINI M., GALLI M., BONARI E. (2008). Agronomes et géoagronomie: des réflexions issues de travaux en Toscane, Italie. Actes des "Journées Jean Pierre Deffontaines", 1-2 avril 2008, Paris, 10 pp. (in french)

DEBOLINI M., JACOPIN R., MARRACCINI E., PISTOCCHI C., RIZZO D., TOILLIER A. (2007). Territorial diagnosis using spatial representations – Which are the relationships between territorial dynamics and agro-environmental issues? The case of the Plain of Pisa, Italy. On: Batton-Hubert M., Joliveau T., Lardon S. (eds). Proceedings of the International Congress on Geomatics and Spatial Analysis. Clermont-Ferrand, France 18-19 June 2007, 4 pp.

FROMAGEOT A., GUERINGER A., LOUDIYI S., MARRACCINI E., PLANCHAT-HERY C., TRUCHET S. (2007). Agriturismo e costruzioni territoriali nei spazi rurali. Alcune piste di riflessione. Pre-atto dei 6esimi Incontri di Macon "Turismo e Territori", 13-15 Settembre 2007, Macon, Francia. 8 pp. (in francese)

BENOIT M., MIGNOLET C., HERRMANN S., RIZZO D., MOONEN C., BARBERI P., GALLI M., BONARI E., SILVESTRI N., THENAIL C., LARDON S., RAPEY H., MARRACCINI E., LE BER F., MEYNARD J. M. (2007). Landscape as designed by farming systems: a challenge for landscape agronomists in Europe. On: Farming Systems Design 2007, International Symposium on Integrated Analysis of Farm production Systems, M. Donatelli, J. Hatfield, A. Rizzoli (Eds). Catania, Italia, 10-12 Settembre 2007, book 1 – Farm-regional scale design and improvement, La Goliardica Pavese, 138-139.

GALLI M., MARRACCINI E., BONARI E., DEBOLINI M., RIZZO D. (2007). Assetto agro-territoriale e qualificazione dei sistemi agricoli. Il caso della provincia di Grosseto. Atti del XXXVII Convegno Nazionale della Società Italiana di Agronomia "Il contributo ricerca agronomica all'innovazione dei sistemi colturali mediterranei", Catania 13 -14 settembre 2007, pp.39-40 (in italiano) (Presentazione orale)

MARRACCINI E., RAPEY H., GALLI M., LARDON S., BONARI E. (2006). Agricultural land use changes within multifunctionality perspective. Method proposal and compared application on a French and Italian regions. On: Proceedings of the 385 NJF Seminar, Landscape changes: learning from the past – visions for the future. Tromsø, Norway, 14-16 June 2006, NJF Report 2:6, p.14. (**Presentazione orale**)

Capitoli di libri internazionali

GALLI M., LARDON S., MARRACCINI E., BONARI E. (2010). Periurbanisation and periurban agriculture: issues and proposals. In: Galli M., Lardon S., Marraccini E., Bonari E. (Eds), Agricultural management in periurban areas. The experience of an International workshop. Felici Editore, Pisa, in press.

Capitoli di libri nazionali

GALLI M., MARRACCINI E., DEBOLINI M., BONARI E. (2010). Osservatorio del paesaggio come laboratorio esperienziale: brevi riflessioni in campo agronomico. In: Ciabatti E., Gandolfi C. (Eds), Osservatorio del paesaggio, Edizioni ETS, 77-92

GALLI M., MARRACCINI E., LARDON S., BONARI E. (2010, in press). Il progetto agro-urbano: brevi riflessioni su categorie tecniche e analitiche. In: contributo scientifico alle linee guida, proposto dalla regione toscana - ProgettoPAYS.MED.URBAN - Alta qualità del paesaggio come elemento chiave nella sostenibilità e competitività delle aree urbane mediterranee, 13 pp.

BONARI E., GALLI M., BALDUCCI E., DEBOLINI M., MARRACCINI E. (2009). Competitività rurale: elementi di analisi e sfide progettuali. In: Conoscenza, innovazione & Sviluppo. Un futuro possibile per il sistema territorio della Provincia di Grosseto. Edizioni ISGREC, 89-135.

Rapporti di ricerca internazionali

MARRACCINI E. (2009). Assessment of agro-environmental functions fulfilment: a landscape agronomy approach. RUFUS-EU Project, Deliverable 1.9, 21-24 (**Presentazione orale**)

MARRACCINI E., RIZZO D., GALLI M., BONARI E. (2008). Rassegna delle principali funzioni dell'agricoltura e delle metodologie utilizzate per la loro valutazione – la tutela dell'agro-ambiente. In: I rapporto Multidim – Febbraio 2008, 90-116

BONARI E., GALLI M., BALDUCCI E., DEBOLINI M., GUIDI W., MARRACCINI E., RAGAGLINI G., VILLANI R. (2008). Report finale sub-area "Filiera competitività rurale" del Progetto "Sviluppo economico, sociale, territoriale tra ruralità, perifericità e innovazione. Il caso della Provincia di Grosseto." Aprile 2008, 65 pp.

GALLI M., BALDUCCI E., DEBOLINI M., MARRACCINI E., BONARI E. (2008). Allegato al report finale sub-area "Filiera competitività rurale" del Progetto "Sviluppo economico, sociale, territoriale tra ruralità, perifericità e innovazione. Il caso della Provincia di Grosseto.": Analisi territoriale e di filiera tramite interviste e focus groups. Aprile 2008, 38-72.

MARRACCINI E., GALLI M., MOONEN C., (2008). Extension services and farmers: a comparative study of information, attitudes and decision making. Land Lab (Pisa, Italy) contribution on the preparation of interview guidelines. ENDURE NoE, RA 3.5, Phase 2, task 1, 8 pp.

MARRACCINI E., MOONEN C., GALLI M. (2009). Extension services and farmers: a comparative study of information, attitudes and decision making. Land Lab (Pisa, Italy) contribution to the survey. ENDURE NoE, RA 3.5, Phase 2, task 1, 6 pp.



Allegato 18 – Curriculum vitae

Curriculum Vitae Europass



Informazioni personali

Nome(i) / Cognome **Elisa Marraccini**
Indirizzo 2, square Charles Michels – 38000 Grenoble (Francia)
Telefono privato +33 (0)456595299
E-mail elisamar@gmail.com
Cittadinanza Italiana
Data di nascita 12/03/1980
Sesso F

Occupazione desiderata Ricerca e/o insegnamento nel campo dell'agronomia territoriale

Esperienza professionale

Date	Aprile 2009/Giugno 2010
Lavoro o posizione ricoperti	Collaborazione a progetto di ricerca europeo (ENDURE NoE)
Principali attività e responsabilità	Identificazione delle preferenze dei consumatori riguardo al consumo di frutta a secondo del sistema di coltivazione (convenzionale, biologico o integrato) tramite focus groups
Nome e indirizzo del datore di lavoro	Scuola Superiore S. Anna, Pisa (Supervisione Prof. P. Barberi)
Date	Novembre 2008/Marzo 2009
Lavoro o posizione ricoperti	Collaborazione a progetto di ricerca europeo (ENDURE NoE)
Principali attività e responsabilità	Caratterizzazione del sistema dei servizi tecnici in Toscana mediante analisi bibliografica e comparazione con altri sistemi europei
Nome e indirizzo del datore di lavoro	Scuola Superiore S. Anna, Pisa (Supervisione Prof. P. Barberi)
Date	Settembre 2008/in corso
Lavoro o posizione ricoperti	Collaborazione a progetto di ricerca (Fondazione Banca del Monte Lucca)
Principali attività e responsabilità	Analisi delle relazioni tra funzioni paesaggistiche e attività agricole in Garfagnana
Nome e indirizzo del datore di lavoro	Scuola Superiore S. Anna, Pisa (Supervisione Prof. E. Bonari)
Date	Aprile 2007/Aprile 2008
Lavoro o posizione ricoperti	Collaborazione a progetto di ricerca (Provincia di Grosseto)
Principali attività e responsabilità	Caratterizzazione delle filiere agricole in Provincia di Grosseto mediante interviste agli attori locali e identificazione di scenari di sviluppo

Nome e indirizzo del datore di lavoro	Scuola Superiore S. Anna, Pisa (Supervisione Prof. E. Bonari)
Date	Gennaio 2007/Gennaio 2008
Lavoro o posizione ricoperti	Collaborazione a progetto di ricerca (Progetto UMR Métafort)
Principali attività e responsabilità	Analisi dei sistemi agrituristici nei territori rurali mediante metodi quantitativi (analisi statistica dei dati censuari) e qualitativi (interviste in aziende agrituristiche e analisi della iconografia dei siti web delle aziende agrituristiche)
Nome e indirizzo del datore di lavoro	UMR Métafort, Clermont-Ferrand (Francia)
Date	Ottobre 2005/Marzo 2006
Lavoro o posizione ricoperti	Collaborazione a progetto di ricerca (Provincia di Grosseto) (Supervisione Prof. E. Bonari)
Principali attività e responsabilità	Diagnosi territoriale basata su metodi quantitativi (analisi dati censuari) e qualitativi (interviste agli attori della programmazione locale e dello sviluppo agricolo)
Nome e indirizzo del datore di lavoro	Scuola Superiore S. Anna, Pisa (Supervisione Prof. E. Bonari)
Istruzione e formazione	
Date	Luglio 2005- in corso
Titolo della qualifica rilasciata	Perfezionamento in Scienze Agrarie
Principali tematiche/competenze professionali possedute	Analisi di sistemi agricoli a scala territoriale, interazioni sistemi agricoli/ambiente a scala territoriale
Nome e tipo d'organizzazione erogatrice dell'istruzione e formazione	Co-tutela Scuola Superiore S. Anna e AgroParistech (Francia)
Livello nella classificazione nazionale o internazionale	PhD
Date	Settembre 1999-ottobre 2005
Titolo della qualifica rilasciata	Licenza in Scienze Agrarie
Principali tematiche/competenze professionali possedute	Approfondimento relazioni tra agricoltura/ambiente e territorio complementari alla formazione universitaria
Nome e tipo d'organizzazione erogatrice dell'istruzione e formazione	Scuola Superiore S. Anna, Pisa, Italia
Livello nella classificazione nazionale o internazionale	
Date	Gennaio 2005
Titolo della qualifica rilasciata	Abilitazione all'esercizio della professione
Principali tematiche/competenze professionali possedute	Approfondimento relazioni tra agricoltura/ambiente e territorio complementari alla formazione universitaria
Nome e tipo d'organizzazione erogatrice dell'istruzione e formazione	Ordine dei Dottori Agronomi di Pisa, Massa e Lucca
Livello nella classificazione nazionale o internazionale	Professional degree
Date	Settembre 1999-Ottobre 2004
Titolo della qualifica rilasciata	Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Agrarie
Principali tematiche/competenze professionali possedute	Agronomia

Nome e tipo d'organizzazione erogatrice dell'istruzione e formazione	Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Pisa
Livello nella classificazione nazionale o internazionale	MSc
Principali esperienze di ricerca all'estero	
Ottobre 2005-Dicembre 2007	Co-tutela di Dottorato presso il l'Unité Mixte de Recherche Metafort di Clermont-Ferrand (Francia) sotto la supervisione del Prof. E. Bonari e della Prof. S. Lardon
Marzo 2005-Ottobre 2005	Tirocinio di ricerca per l'ottenimento della Licenza in Scienze Agrarie della Scuola S. Anna presso il Cemagref di Clermont-Ferrand (Francia) sotto la supervisione del Prof. E. Bonari
Maggio 2004	Intensive Programme Socrates sulla gestione integrata delle acque – Università di Salonicco (Grecia) sotto la supervisione del Prof. G. Brunori
Ottobre 2003-Dicembre 2003	Modulo del Master europeo in sviluppo rurale presso l'Università di Wageningen (Olanda) sotto la supervisione del Prof. G. Brunori
Marzo 2001	Intensive Programme Socrates sullo sviluppo sostenibile nei paesi dell'Est – Università di Bucarest (Romania) sotto la supervisione del Prof. G. Brunori
Capacità e competenze personali	
Madrelingua(e)	Italiana
Altra(e) lingua(e)	
Autovalutazione	
Livello europeo (*)	
Inglese	
Francese	
Spagnolo	
Portoghese	
Capacità e competenze organizzative	Buone capacità e competenze organizzative sviluppate nella partecipazione a progetti di ricerca (sia nazionali che internazionali), oltreché nella collaborazione all'organizzazione di eventi congiunti nell'ambito della co-tutela di perfezionamento (Winter School in Landscape Agronomy, sessione satellite del convegno IFSA sulla Education in Landscape and Territory Agronomy) o di altri eventi (collaborazione all'organizzazione di un seminario italo-francese sulla gestione dell'agricoltura nelle aree periurbane). Da sottolineare come tali esperienze si siano svolte principalmente in un contesto internazionale, rendendomi capace di muovermi in contesti diversi, sia in termini di istituzioni coinvolte (università, centri di ricerca, istituzioni locali) che di situazioni linguistiche diverse.
Capacità e competenze informatiche	Pacchetto Office: Word, Power Point, Excel – livello buono Statistica: StatGraphics – livello buono; Canoco – livello elementare; R – livello elementare Sistemi Informativi geografici: ArcMap – livello buono
Patente	In possesso di patente B dal 31 Marzo 2006

Comprensione				Parlato				Scritto	
Ascolto		Lettura		Interazione orale		Produzione orale			
B1	Intermedio	C1	Avanzato	B1	Intermedio	B2	Intermedio	B2	Intermedio
C2	Avanzato	C2	Avanzato	C2	Avanzato	C2	Avanzato	C1	Avanzato
C1	Avanzato	C1	Avanzato	B2	Intermedio	C1	Avanzato	B2	Intermedio
A2	Elementare	A2	Elementare	A2	Elementare	A2	Elementare	A1	Elementare

(*) Quadro comune europeo di riferimento per le lingue

Riassunto: La tutela delle risorse naturali è oggetto di numerose politiche agro-ambientali in Europa, sviluppatesi parallelamente al consolidamento del paradigma della multifunzionalità in agricoltura. La loro implementazione risulta difficile sia per la complessità metodologica, sia per una scarsa disponibilità di dati. In questo lavoro proponiamo una metodologia per la valutazione di multiple funzioni agro-ambientali, basata su un approccio di agronomia territoriale, dove abbiamo ipotizzato che il soddisfacimento delle funzioni possa essere associato alle configurazioni spaziali dell'uso del suolo. Il metodo sviluppato ha le seguenti caratteristiche: è stato sviluppato a diverse scale spaziali; si è basato su analisi spaziali; è empirico perché basato su relazioni ipotizzate tra diversi descrittori geo-fisici e agronomici e il soddisfacimento delle funzioni. A seconda del grado di dettaglio di questi descrittori, si designa un soddisfacimento potenziale o effettivo delle funzioni. Il metodo è stato testato in due aree europee: il Puy-de-Dome (Francia) e la Provincia di Grosseto (Italia). Tali aree presentano al loro interno una simile variabilità di sistemi agricoli, tuttavia sono profondamente diverse per l'uso del suolo e i fattori agro-pedoclimatici. Nel caso francese abbiamo rilevato una maggiore diversità di gradi di soddisfacimento delle funzioni a fronte di una maggiore eterogeneità spaziale, al contrario di quanto è risultato nel caso italiano. Tuttavia, nel caso francese le configurazioni spaziali dell'uso del suolo hanno apportato poco valore aggiunto nella valutazione del soddisfacimento delle funzioni agro-ambientali, mentre nel caso di studio italiano, hanno mostrato un'alta capacità predittiva che potrebbe permettere una valutazione delle funzioni anche a scale di minor dettaglio. In conclusione, le configurazioni spaziali dell'uso del suolo rappresentano uno strumento promettente nella valutazione del soddisfacimento delle funzioni solo a fronte di un'alta diversità di usi agricoli del suolo, quali sono quelli tipici dei sistemi Mediterranei.

Parole chiave : funzioni agro-ambientali, uso del suolo, analisi multi scalare, analisi spaziale, territorio.

Abstract: European agro-environmental policies target several environmental resources used for farming. Difficulties in considering multiple agro-environmental functions (AEF) and farming activities, along with lack of databases, hinder the implementation of such policies at regional scale. Hence we propose a method to qualify AEF fulfilment at landscape and regional scales. Starting from the relationships among farming systems, agro-environmental processes and land use patterns, we suppose a link between land use patterns and AEF fulfilment obtained from bio-physical conditions influencing such processes. The method was multiple functions oriented, because of the current agro-environmental policies; at multiple levels, because of the complex relationships between our research subjects; spatially-explicit, to be reproducible for different time spans; empirical, because partially based on assumed relationships between descriptors of AEF fulfilment. We have tested the method in two European NUTS3: Puy-de-Dome (France) and Grosseto Province (Italy), presenting similar agro-environmental heterogeneity (e.g. varying from arable crops plains to extensive livestock mountains) and different conditions (e.g. soil quality, land use, climate). Even though facing some different AEF, both areas presented a good correspondence between the AEF fulfilment at the farming region and landscape scales. In the French case, we found a higher composition variability of AEF fulfilment but a small spatial variability resulting in a quite homogeneous contribution of farms to AEF and in a poor added value of land use patterns. In the Italian case, we found a correspondence between land use patterns and AEF fulfilment resulting in an high predictive value of land use patterns, overcoming farm technical data. We conclude that land use patterns may be a promising tool to assess AEF only when there is a high AEF spatial variability, which is typical of Mediterranean areas.

Keywords: agro-environmental functions, land-use, multi-scale analysis, spatial analysis, landscape.