

**AVVISI PUBBLICI REGIONALI DI ATTUAZIONE PER L'ANNO 2015 DEL TIPO DI OPERAZIONE 16.1.01 "GRUPPI OPERATIVI DEL PEI PER LA PRODUTTIVITÀ E LA SOSTENIBILITÀ DELL'AGRICOLTURA"**

**FOCUS AREA 2A, 4B, 4C, 5A E 5E**

**DGR N. 2268 DEL 28 DICEMBRE 2015**

**RELAZIONE TECNICA  INTERMEDIA  FINALE**

**DOMANDA DI SOSTEGNO 5005250**

**DOMANDA DI PAGAMENTO 5149716**

**FOCUS AREA: 5E**

Titolo Piano	<b>PRATI_CO: PARMIGIANO REGGIANO: AGRO-TECNICA IMPRONTA CARBONIO ORGANICO</b>
Ragione sociale del proponente (soggetto man datario)	<b>I.TER SOC. COOP.</b>
Elenco partner del Gruppo Operativo	<p><b>Partner effettivi:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Centro Ricerche Produzioni Animali - CRPA</li> <li>• Antica Fattoria Caseificio Scalabrini di Ugo e Bruno S.S. Società Agricola</li> <li>• Azienda Agricola Carcarena di Burini Carlo</li> <li>• Chierici Silvano e Francesco</li> <li>• Pelosi Pier Antonio</li> </ul> <p><b>Partner associati:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Società Agricola La Valle di Arduini Enrico, Massimo e Marcello S.S.</li> <li>• Bibbiano La Culla</li> </ul>

Durata originariamente prevista del progetto (in mesi)	<b>36</b>
Data inizio attività	<b>1 aprile 2016</b>
Data termine attività (incluse eventuali proroghe già concesse)	<b>27 settembre 2019</b>

Relazione relativa al periodo di attività dal	<b>1 settembre 2017</b>	al	<b>27 settembre 2019</b>
Data rilascio relazione	<b>21 novembre 2017</b>		

Autore della relazione	<b>Carla Scotti; Antea De Monte Laura Valli; Aldo Dal Prà</b>		
telefono		email	<b>scotti@pedologia.net</b>

## Sommario

Sommario .....	2
1 Descrizione dello stato di avanzamento del Piano .....	3
1.1 Stato di avanzamento delle azioni previste nel Piano .....	3
2 Descrizione per singola azione .....	5
2.1 Attività e risultati .....	5
2.2 Personale .....	14
2.3 Trasferte .....	16
2.4 Materiale consumabile .....	19
2.5 Spese per materiale durevole e attrezzature .....	19
2.6 Materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi .....	19
2.7 Attività di formazione.....	20
2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi.....	20
3 Criticità incontrate durante la realizzazione dell'attività .....	22
4 Altre informazioni .....	22
5 Considerazioni finali .....	23
6 Relazione tecnica.....	23

# 1 Descrizione dello stato di avanzamento del Piano

- 1) Il codice identificativo che I.TER utilizza per il progetto è PRA1 a tale codice appare, oltre i codici amministrativi previsti da DGR 843/2017, per semplici motivi organizzativi aziendali.
- 2) Il campionamento della sostanza organica è stato eseguito alle profondità di 0-15 e 15-30 cm anziché come da Piano Operativo (0-15 cm e 15-40 cm) per un maggior allineamento con i progetti pregressi di studio del contenuto di sostanza organica (es. Help Soil)
- 3) Si ricorda che le fatture precedenti il 24/01/2017, data della comunicazione via PEC, non presentano il riferimento al codice CUP.
- 4) Lo schema di raffronto dei preventivi presentati in fase di domanda di sostegno comprendeva anche i preventivi dei notai mentre per un refuso non era riportata nella scheda finanziaria. Pertanto, la spesa sostenuta per la definizione dell'ATS è stata rendicontata in SIAG inserendo il costo del notaio nell'Esercizio della cooperazione.

## 1.1 Stato di avanzamento delle azioni previste nel Piano

Azione	Unità aziendale responsabile	Tipologia attività	Mese inizio attività previsto	Mese inizio attività effettivo	Mese termine attività previsto	Mese termine attività effettivo
Esercizio della cooperazione	I.TER SOC. COOP.	Prevede le attività di organizzazione e attivazione del gruppo operativo di innovazione; coordinamento amministrativo per la gestione delle spese ai fini della rendicontazione e della richiesta del contributo, organizzazione i momenti di confronto volti a individuare e condividere lo stato avanzamento dei lavori o eventuali criticità da affrontare per il buon proseguimento del piano	Mese 1 (1 aprile 2016)	Mese 1 (1 aprile 2016)	Mese 36 (31 marzo 2019)	Mese 42 (27 settembre 2019)
Azione 1 Monitoraggio della Sostanza Organica in funzione dei suoli e della gestione agronomica	I.TER SOC. COOP.	Il monitoraggio della sostanza organica interessa i prati stabili e i campi di erba medica prescelti in siti rappresentativi dei principali ambienti geo-pedologici afferenti al territorio di pertinenza del Consorzio di Bibbiano la Culla	Mese 1 (1 aprile 2016)	Mese 1 (1 aprile 2016)	Mese 35 (28 febbraio 2019)	Mese 35 (28 febbraio 2019)
Azione 2 Monitoraggio della respirazione del suolo	I.TER SOC. COOP.	Realizzare lo studio del contenuto di sostanza organica in alcune situazioni tipiche, collegate alla produzione di Parmigiano Reggiano, sia per gestione agronomica che per ambiente pedologico	Mese 7 (1 ottobre 2016)	Mese 2 (1 maggio 2016)	Mese 36 (31 marzo 2019)	Mese 42 (27 settembre 2019)
Azione 3 Valutazione del sequestro di carbonio e impronta del carbonio	CENTRO RICERCHE PRODUZIONI ANIMALI - CRPA	In questa azione si intende quantificare l'entità e la potenzialità del sequestro del carbonio per le colture che stanno alla base della produzione dei foraggi per l'area di produzione del Parmigiano-Reggiano: prato stabile ed erba medica, inoltre verrà quantificata con un approccio LCA l'impronta carbonica delle aziende agricole coinvolte nel progetto, considerando sia la componente agricola che quella zootecnica, data la connessione inscindibile, per le aziende del Parmigiano-Reggiano	Mese 7 (1 ottobre 2016)	Mese 1 (1 aprile 2016)	Mese 36 (31 marzo 2019)	Mese 42 (27 settembre 2019)

Azione 4 Individuare e condividere linee guida volte alla migliore gestione dei suoli collegati alla produzione	I.TER SOC. COOP.	Grazie ai risultati ottenuti sarà elaborata una cartografia della rappresentatività degli ambienti pedologici rilevati. Il GO si confronterà sui risultati ottenuti sia in base ai rilievi di campo che ai risultati dei modelli e condividerà le indicazioni, per ciascun ambiente pedologico, della migliore gestione del suolo	Mese 22 (1 aprile 2018)	Mese 5 (1 agosto 2016)	Mese 36 (31 marzo 2019)	Mese 42 (27 settembre 2019)
Divulgazione	I.TER SOC. COOP.	Realizzazione di un seminario finale, comunicati stampa, pagine web e video spot inseriti in rete PEI, trasmissioni radiofoniche	Mese 10 (1 gennaio 2017)	Mese 6 (1 settembre 2016)	Mese 36 (31 marzo 2019)	Mese 42 (27 settembre 2019)
Formazione	I.TER SOC. COOP.	Formazione tramite coaching rivolti ad approfondimenti sul valore della sostanza organica nei suoli, sulle metodiche analitiche ufficiali e sulle conoscenze disponibili in Emilia-Romagna collegate alle Carte dei Suoli. Saranno pertanto avviate consulenze presso ciascuna delle aziende che partecipa al GO	Mese 7 (1 ottobre 2016)	Non ancora avviata	Mese 35 (28 febbraio 2019)	Mese 42 (27 settembre 2019)

*Date di inizio e fine delle rendicontazioni finanziarie dei partner:*

<b>PARTNER</b>	<b>DATA INIZIO</b>	<b>DATA FINE</b>
I.Ter Soc. Coop.	01/09/2017	27/09/2019
Centro Ricerche Produzioni Animali - CRPA	01/06/2017	27/09/2019
Antica Fattoria Caseificio Scalabrini di Ugo e Bruno S.S. Società Agricola	01/06/2016	27/09/2019
Azienda Agricola Carcarena di Burini Carlo	01/06/2016	27/09/2019
Chierici Silvano e Francesco	01/06/2016	27/09/2019
Pelosi Pier Antonio	01/06/2016	27/09/2019

## 2 Descrizione per singola azione

### 2.1 Attività e risultati

Azione	ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE
Unità aziendale responsabile	I.TER SOC. COOP.
Descrizione delle attività (Rendicontazione intermedia)	<p>Dall'inizio del Piano, 1 aprile 2016, al 31 agosto 2017 sono stati organizzati 3 incontri di confronto volti a individuare e condividere lo stato di avanzamento dei lavori. I.TER, tramite proprio personale e avvalendosi dei materiali e degli strumenti acquisiti nell'ambito di questo Piano, si è mantenuta in stretto contatto con tutti i partner per essere a conoscenza di eventuali necessità o problematiche. In particolare, grazie ai rilievi in campo, e alle attività di divulgazione si è mantenuto un buon contatto tra i partner. In particolare, gli incontri sono avvenuti il:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>05/09/2016 Riunione verifica impostazione attività dimostrative e di studio; Luogo: Municipio di Bibbiano (RE);</b> Argomenti trattati Verifica graduatoria ammissione progetto a contributo; Verifica stato avanzamento e impostazione attività dimostrativa; Organizzazione visita aziende per scelta siti amministrativi</li> <li>• <b>07/09/2016 Impostazione piano comunicazione divulgazione del Progetto; Luogo: sede CRPA (RE);</b> Argomenti trattati Impostazione piano comunicazione divulgazione del progetto PRATI_CO:</li> <li>• <b>21/09/2016 Incontro tecnico: aggiornamento dei rilievi eseguiti, scelta dei siti sperimentali; Luogo I.TER;</b> Argomenti trattati Aggiornamento dei rilievi eseguiti; Scelta dei siti sperimentali</li> </ul> <p><i>Si sono consegnate in fase di rendicontazione intermedia le firme dei partecipanti agli incontri elencati (vedi file az_coop_firme_int_1.pdf)</i></p>
Descrizione delle attività (Rendicontazione saldo)	<p><b>Gli incontri sono avvenuti il:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>30/01/2018 Incontro per rendicontazione; Luogo: I.TER;</b> Argomenti trattati: Incontro con i regionali per verifica documenti in rendicontazione.</li> <li>• <b>20/03/2018 Stato avanzamento attività; Luogo: Comune di Bibbiano (RE);</b> Argomenti trattati: Risultati delle prime elaborazioni del monitoraggio della sostanza organica e sequestro di carbonio nel suolo, Risultati delle prime elaborazioni dell'impronta del carbonio, Programmazione degli incontri tecnici e dimostrativi da organizzare ai fini dell'individuazione delle "linee guida di buone pratiche agronomiche per la conservazione dei suoli", Attività di divulgazione e comunicazione da realizzare, Varie ed eventuali .</li> <li>• <b>17/04/2018 Incontro in campo; Luogo: Aziende PRATI_CO;</b> Argomenti trattati: Visite in campo per definizione linee guida di gestione agronomica dei prati stabili e di erba medica, Confronto con ricercatori del progetto LANDMARK Horizon 2020</li> <li>• <b>18/04/2018 Incontro in campo; Luogo: Aziende PRATI_CO;</b> Argomenti trattati: Visite in campo per definizione linee guida di gestione agronomica dei prati stabili e di erba medica, Confronto con ricercatori del progetto LANDMARK Horizon 2020</li> <li>• <b>11/03/2019 Stato avanzamento attività; Luogo: Comune di Bibbiano (RE);</b> Argomenti trattati: presentazione dei risultati del monitoraggio della sostanza organica nel suolo, descrizione dei profili di suolo studiati ai fini della stesura delle linee guida e dell'opuscolo, aggiornamento del programma di rilevamento della respirazione dei suoli, presentazione del video clip di PRATI-CO, presentazione dei risultati impronta del Carbonio, presentazione dei risultati dei rilievi floristici, STATO AVANZAMENTO PIANO COMUNICAZIONE DA REALIZZARE 1 convegno finale di presentazione dei risultati, 1 opuscolo tecnico divulgativo (8 facciate a colori, stampato in n. 500 copie), modalità rendicontazione .</li> </ul>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	Si considerano raggiunti gli obiettivi previsti sia per quanto riguarda il numero di incontri che il rapporto di affiatamento e condivisione presente all'interno del Gruppo Operativo.

Azione	AZIONE 1 MONITORAGGIO DELLA SOSTANZA ORGANICA IN FUNZIONE DEI SUOLI E DELLA GESTIONE AGRONOMICA
Unità aziendale responsabile	I.TER SOC. COOP.
Descrizione delle attività (Rendicontazione intermedia)	<p>Questa azione è stata realizzata presso i siti rappresentativi che sono stati selezionati tramite una serie di sopralluoghi che hanno consentito di visitare i prati afferenti alle aziende agricole associate al GO e di verificare la tipologia di suolo presente tramite lo studio di trivellate speditive. In funzione di ciò sono stati selezionati i prati stabili rappresentativi per età, per gestione agronomica e per tipo di suolo e i prati di erba medica al 2°-3° anno di età impianto. Sono stati individuati i seguenti 8 siti di monitoraggio di cui 5 gestiti a prato stabile e 3 a erba medica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antica Fattoria Caseificio Scalabrini di Ugo e Bruno S.S. Società Agricola <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sito gestito a Prato stabile (25 e 50 anni)</li> <li>- Sito gestito a Erba medica (2° anno nel 2016)</li> </ul> </li> <li>• Azienda Agricola Carcarena di Burini Carlo <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sito gestito a Prato stabile (15, 50 e 100 anni)</li> <li>- Sito gestito a Erba medica (3° anno nel 2016)</li> </ul> </li> <li>• Chierici Silvano e Francesco <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sito gestito a Prato stabile (100 anni)</li> </ul> </li> <li>• Pelosi Pier Antonio <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sito gestito a Prato stabile (100 anni)</li> </ul> </li> <li>• Società Agricola La Valle di Arduini Enrico, Massimo e Marcello S.S. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sito gestito a Prato stabile (100 anni)</li> <li>- Sito gestito a Erba medica (3° anno nel 2016)</li> </ul> </li> </ul> <p>Quindi si è proceduto al monitoraggio per studiare la variabilità della sostanza organica nello spazio tramite un campionamento con metodo della trivella in 6 aree scelte all'interno dell'appezzamento da monitorare. In ogni area di campionamento sono stati individuati 5 punti di prelievo disposti secondo uno schema a croce. I punti di prelievo sono distanziati tra loro di 4 metri lungo due assi perpendicolari (<i>file allegato: Protocollo campionamento PRA1.pdf</i>)</p> <p>In ogni area di campionamento sono stati prelevati i seguenti campioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0-15 cm;</li> <li>• 15 – 30 cm.</li> </ul> <p>Il campione composto da sottoporre ad analisi è stato costituito quindi da tutti e 5 i sub-campioni prelevati; questi dopo essere stati miscelati e omogeneizzati in un unico campione composto sono stati opportunamente insacchettati e inviati in laboratorio per l'esecuzione delle analisi di laboratorio per la sostanza organica.</p> <p>Il campionamento e la relativa descrizione del tipo di suolo sono stati eseguiti nelle seguenti giornate:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 11/01/2017 Pelosi Pier Antonio</li> <li>• 16/01/2017 Chierici Silvano e Francesco</li> <li>• 23/01/2017 Società Agricola La Valle di Arduini Enrico, Massimo e Marcello S.S.</li> <li>• 21/04/2017 e 05/06/2017 Azienda Agricola Carcarena di Burini Carlo</li> <li>• 28/04/2017 e 05/06/2017 Antica Fattoria Caseificio Scalabrini di Ugo e Bruno S.S. Società Agricola</li> </ul> <p>In tutto sono state studiate 48 trivellate e prelevati 96 campioni per le analisi di sostanza organica che sono stati inviati al laboratorio di Analisi TENTAMUS AGRIPARADIGMA s.r.l. come da Piano Operativo.</p> <p><b>SET DETERMINAZIONI PROFILO SOSTANZA ORGANICA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sostanza organica (metodo Walkley e Black)</li> <li>• Sostanza organica (metodo analizzatore elementare)</li> </ul>

<p>Descrizione delle attività (Rendicontazione saldo)</p>	<p>Per ciascun sito in cui è stato effettuato il campionamento della sostanza organica, è stato realizzato il monitoraggio per studiare la variabilità della sostanza organica in profondità tramite l'apertura e lo studio di profili di suolo fino a 150 cm di profondità o a strato limitante e il successivo campionamento degli strati riconosciuti. L'apertura, lo studio e il campionamento dei profili di suolo sono stati eseguiti nelle seguenti giornate:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 24/10/2017 Azienda Agricola Carcarena di Burini Carlo</li> <li>• 17/10/2018 Pelosi Pier Antonio e 2017 Antica Fattoria Caseificio Scalabrini di Ugo e Bruno S.S. Società Agricola</li> <li>• 11/10/2018 Chierici Silvano e Francesco e Società Agricola La Valle di Arduini Enrico, Massimo e Marcello S.S.</li> </ul> <p>In tutto sono stati studiati 8 profili e prelevati 42 campioni per le analisi routinarie che sono stati inviati al laboratorio di Analisi TENTAMUS AGRIPARADIGMA s.r.l. come da Piano Operativo.</p> <p><b>SET DETERMINAZIONI PROFILO ANALISI ROUTINARIE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tessitura metodo pipetta (setacci per la sabbia – 2000 -50 micron; pipetta per la separazione di limo 50 – 2 micron e argilla &lt; 2 micron)</li> <li>• Reazione (pH in acqua);</li> <li>• Calcare totale (metodo gasvolumetrico);</li> <li>• Calcare attivo (metodo Droineau)</li> <li>• Sostanza organica (metodo Walkley e Black);</li> <li>• Sostanza organica (metodo analizzatore elementare)</li> <li>• Azoto totale (Metodo Kjeldhal);</li> <li>• P2O5 assimilabile (Metodo Olsen);</li> <li>• K2O assimilabile (Metodo con acetato d'ammonio).</li> </ul>
<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate</p>	<p>Si considerano raggiunti gli obiettivi previsti avendo concluso il campionamento con trivella relativa all'attività di monitoraggio della variabilità nello spazio della sostanza organica e il campionamento per il monitoraggio della variabilità della profondità tramite l'apertura e studio di 8 profili di suolo fino a 150 cm. Rispetto a quanto previsto nel PO in il campionamento con trivella degli orizzonti superficiali ha interessato gli strati 0-15 cm e 15-30 cm per ottenere un maggior allineamento con i progetti pregressi di studio del contenuto di sostanza organica (es. Help Soil).</p>

<p>Azione</p>	<p>AZIONE 2 MONITORAGGIO DELLA RESPIRAZIONE DEL SUOLO</p>
<p>Unità aziendale responsabile</p>	<p>I.TER SOC. COOP.</p>
<p>Descrizione delle attività (Rendicontazione intermedia)</p>	<p>Al fine di impostare il monitoraggio in campo basato sulla valutazione della sostanza organica dei suoli in funzione dell'utilizzo agronomico: prato stabile e prato avvicendato e sulla potenziale emissione di CO<sub>2</sub> del suolo e della copertura vegetale è stata effettuata una ricerca bibliografica. <i>Vedi allegati: Ricerca bibliografica CO2_1.pdf; Ricerca bibliografica CO2_2.pdf</i></p>

<p>Descrizione delle attività (Rendicontazione saldo)</p>	<p>Il Piano Operativo, nell'AZIONE 2, prevedeva un monitoraggio in campo basato sulla valutazione della respirazione del suolo in funzione dell'utilizzo agronomico: prato stabile e prato avvicendato di erba medica. In fase di domanda di sostegno si prevedeva l'utilizzo del LI- COR 8100A, strumento in grado di registrare la CO<sub>2</sub> emessa dal suolo. I.TER intendeva testare tale strumento al fine di conoscere meglio il rapporto suolo-sostanza organica e sequestro ed emissione CO<sub>2</sub>. I.TER ha testato in una prima fase lo strumento LI-8100A-S2 LICOR durante due giornate di campagna di monitoraggio con un tecnico dell'Università di Parma che ha messo a disposizione lo strumento all'interno di un percorso sinergico che si è instaurato tra il GO PRATI_CO e Università di Parma. Quest'ultima insieme ai suoi ricercatori, in fatti sta rilevando la qualità biologica del suolo all'interno dei siti delle aziende partner del GO individuati e campionati da I.TER. Precisamente le due giornate di test dello strumento sono avvenute il 07/11/2018 e 08/11/2018 in cui I.TER e Università di Parma hanno riscontrato la complessità di utilizzo dello strumento che necessita esperienza d'uso nella taratura e controllo analitico dei risultati che fornisce. Pertanto, si è deciso di ricercare una ditta di comprovata esperienza in queste misurazioni al fine di poter monitorare al meglio la differenza di emissione di CO<sub>2</sub> tra i prati stabili e i prati di erba medica. Dopo un'approfondita ricerca I.TER ha individuato West Systems come unico produttore del flussimetro portatile codice PFLPSF00, utilizzato per il servizio di monitoraggio delle emissioni di CO<sub>2</sub> ed in grado di effettuare misure che vengono tradotte in mappature di isoflusso di CO<sub>2</sub>. Con Determinazione Num. 7652 del 06/05/2019 è stata approvata la variante proposta da I.TER che prevedeva lo svolgimento di questa azione. I.TER ha incaricato West Systems unico produttore del flussimetro portatile codice PFLPSF00, per il servizio di monitoraggio delle emissioni di CO<sub>2</sub>. Le misure hanno riguardato le tre aziende partner in cui erano presenti appezzamenti sia a prato stabile che a erba medica, entrambi pedologicamente caratterizzati e monitorati per sostanza organica da I.TER:</p> <table border="1" data-bbox="469 1003 1417 1294"> <tr> <td>AZ. AGR. CARCARENA DI BURINI CARLO</td> <td>PRATO STABILE</td> </tr> <tr> <td>AZ. AGR. CARCARENA DI BURINI CARLO</td> <td>PRATO DI ERBA MEDICA</td> </tr> <tr> <td>ANTICA FATTORIA CASEIFICIO SCALABRINI DI UGO E BRUNO S.S. SOCIETA' AGRICOLA</td> <td>PRATO STABILE</td> </tr> <tr> <td>ANTICA FATTORIA CASEIFICIO SCALABRINI DI UGO E BRUNO S.S. SOCIETA' AGRICOLA</td> <td>PRATO DI ERBA MEDICA</td> </tr> <tr> <td>SOCIETA' AGRICOLA LA VALLE DI ARDUINI ENRICO, MASSIMO E MARCELLO S.S.</td> <td>PRATO STABILE</td> </tr> <tr> <td>SOCIETA' AGRICOLA LA VALLE DI ARDUINI ENRICO, MASSIMO E MARCELLO S.S.</td> <td>PRATO DI ERBA MEDICA</td> </tr> </table> <p>Le giornate in cui la ditta ha condotto le misure sotto la supervisione di I.TER sono state:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20/06/2019</li> <li>• 21/06/2019</li> <li>• 04/09/2019</li> <li>• 05/09-2019</li> </ul> <p>In tutto sono state realizzate 600 misure di emissioni diffuse di CO<sub>2</sub>. Tale strumento ha registrato le misure tradotte successivamente in mappature di isoflusso di CO<sub>2</sub></p>	AZ. AGR. CARCARENA DI BURINI CARLO	PRATO STABILE	AZ. AGR. CARCARENA DI BURINI CARLO	PRATO DI ERBA MEDICA	ANTICA FATTORIA CASEIFICIO SCALABRINI DI UGO E BRUNO S.S. SOCIETA' AGRICOLA	PRATO STABILE	ANTICA FATTORIA CASEIFICIO SCALABRINI DI UGO E BRUNO S.S. SOCIETA' AGRICOLA	PRATO DI ERBA MEDICA	SOCIETA' AGRICOLA LA VALLE DI ARDUINI ENRICO, MASSIMO E MARCELLO S.S.	PRATO STABILE	SOCIETA' AGRICOLA LA VALLE DI ARDUINI ENRICO, MASSIMO E MARCELLO S.S.	PRATO DI ERBA MEDICA
AZ. AGR. CARCARENA DI BURINI CARLO	PRATO STABILE												
AZ. AGR. CARCARENA DI BURINI CARLO	PRATO DI ERBA MEDICA												
ANTICA FATTORIA CASEIFICIO SCALABRINI DI UGO E BRUNO S.S. SOCIETA' AGRICOLA	PRATO STABILE												
ANTICA FATTORIA CASEIFICIO SCALABRINI DI UGO E BRUNO S.S. SOCIETA' AGRICOLA	PRATO DI ERBA MEDICA												
SOCIETA' AGRICOLA LA VALLE DI ARDUINI ENRICO, MASSIMO E MARCELLO S.S.	PRATO STABILE												
SOCIETA' AGRICOLA LA VALLE DI ARDUINI ENRICO, MASSIMO E MARCELLO S.S.	PRATO DI ERBA MEDICA												
<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate</p>	<p>Si considerano raggiunti gli obiettivi previsti</p>												

Azione	AZIONE 3 VALUTAZIONE DEL SEQUESTRO DI CARBONIO E IMPRONTA DEL CARBONIO
Unità aziendale responsabile	CENTRO RICERCHE PRODUZIONI ANIMALI - CRPA
Descrizione delle attività (Rendicontazione intermedia)	<p>Obiettivo dell'azione 3 fase A è quantificare la entità e la potenzialità del sequestro del carbonio per le colture che stanno alla base della produzione dei foraggi per l'area di produzione del Parmigiano Reggiano: prato stabile ed erba medica. A tal fine sono stati selezionati alcuni modelli di calcolo per la stima della dinamica del carbonio nel suolo e delle emissioni di gas serra fra quelli più utilizzati e testati a livello internazionale (Roth-C, DNDC, IPCC). Al momento sono stati raccolti i dati necessari per l'input dei modelli (dati meteo, caratteristiche dei suoli, operazioni colturali) per le 5 aziende del progetto e sono state effettuate alcune prime simulazioni, con riferimento al caso di una singola azienda, per valutare le differenze nelle stime dei modelli. Sulla base dei risultati e dei confronti con i dati misurati in campo verrà individuato il modello da utilizzare per la simulazione relativa a tutte le aziende.</p> <p>Obiettivo dell'azione 3 fase B è quantificare con un approccio LCA l'impronta carbonica delle aziende agricole coinvolte nel progetto, considerando sia la componente agricola che quella zootecnica. A tal fine sono stati raccolti i dati aziendali relativi al 2016 ed è stata effettuata una prima elaborazione della carbon footprint delle 5 aziende, che andrà perfezionata con il completamento della raccolta dati (mancano alcuni dati relativi ai consumi energetici).</p> <p>Per quanto riguarda la caratterizzazione dei foraggi delle aziende è stata effettuata l'analisi della composizione floristica utilizzando il metodo Daget – Poissonet, applicato in due momenti: nella primavera (al primo taglio) e nell'estate in 3 rappresentative area a prato stabile per ciascuna azienda. Sugli stessi soprassuoli erbosi, sono stati prelevati dei campioni dei quali è stata valutata la composizione percentuale delle graminacee, leguminose ed altre specie; i campioni (30) sono successivamente stati caratterizzati mediante tecnica NIRS. È stato inoltre effettuato un monitoraggio sulle caratteristiche analitico-compositive dei foraggi (freschi e secchi) utilizzati dalle delle 5 aziende per alimentare le bovine.</p> <p>I.TER al fine di valutare e stimare il contenuto di carbonio sequestrato dal suolo ordinato e avviato l'elaborazione progressiva dei dati man mano che venivano raccolti in campo e ha impostato la descrizione dei suoli presenti nei siti monitorati presso le aziende partner. Queste elaborazioni unite alle informazioni raccolte da bibliografia nella fase di Azione 2 costituiscono la base per impostare il calcolo del carbonio immagazzinato nel suolo per 2 tipologie di colture (prato stabile, erba medica) per gli 8 siti sperimentali individuati.</p>

<p>Descrizione delle attività (Rendicontazione saldo)</p>	<p>Per la Azione 3A si sono completate le simulazioni della dinamica del carbonio mediante due modelli: DNDC, che consente di simulare la dinamica del C nel suolo in funzione di numerosi parametri che coinvolgono non solo le caratteristiche pedologiche dei suoli (dati forniti da I.TER), il clima, gli apporti di sostanza organica, ma anche le lavorazioni, la irrigazione, le rese delle colture, e Roth-C, che è basato su un minore numero di dati di input ma che è risultato il modello in grado di simulare la dinamica del C nel suolo su periodi temporali prolungati.</p> <p>Le simulazioni sulla dinamica del carbonio nei suoli dei prati stabili hanno portato a risultati che, pur differenziandosi a seconda dei modelli di stima utilizzati, convergono nella conclusione: il prato stabile è in grado di accrescere nel tempo la sostanza organica del suolo, sequestrando carbonio. La entità di tale sequestro è condizionata soprattutto dagli apporti di sostanza organica, sia degli effluenti di allevamento, che dei residui colturali. Secondo le stime dei modelli si possono avere valori variabili da 0.7 a 10 t/ha di carbonio per anno. Tali valori corrispondono a una riduzione che può andare, a seconda delle aziende e dei modelli di stima utilizzati, da 4 al 30% della impronta carbonica del latte. Nel caso dell'erba medica si ha una sostanziale stabilità, dovuta al minore apporto di sostanza organica degli effluenti, che vengono distribuiti solo a fine ciclo colturale, ogni 3-4 anni.</p> <p>Per valutare l'effetto di una potenziale conversione da prato stabile ad erba medica si è anche effettuata una simulazione in cui, dopo un periodo di 20 anni il prato venga rotto e sostituito dalla rotazione con 4 anni di medica seguita da un anno di frumento da granella e un anno di frumento foraggero. Mentre la gestione del prato comporta un incremento del carbonio organico, la conversione a medica costituisce una inversione di tendenza. Il carbonio tende a calare per stabilizzarsi su un livello inferiore. L'apporto di sostanza organica con letame e liquame alla rottura del medicaio è appena in grado di compensare la progressiva perdita di carbonio che si verifica nel corso del ciclo quadriennale, mantenendo sostanzialmente stabile nel tempo lo stock di carbonio nel suolo.</p> <p>Per la Azione 3B si sono completati i calcoli della impronta carbonica (IC) delle aziende, individuando le fasi più impattanti.</p> <p>È risultato un valore della IC del latte medio pari a 1.27 kgCO<sub>2</sub>eq/kg FPCM con un range da 1.10 a 1.39 kgCO<sub>2</sub>eq/kg FPCM. I risultati più bassi si sono ottenuti nelle aziende che hanno mostrato maggiore produttività delle bovine.</p> <p>La voce che ha un peso nettamente preponderante sulle emissioni complessive è costituita dalle emissioni enteriche, che mediamente sommano il 43% del totale. La seconda quota per importanza sono le emissioni associate alla produzione degli alimenti acquistati, che mediamente incidono per il 25%. In terza posizione per importanza stanno le emissioni di metano dagli effluenti (11%). Minori responsabilità, con valori attorno a 5-6% per ciascuna, sono associate alle emissioni di protossido di azoto dalle fertilizzazioni azotate, di N<sub>2</sub>O dalla gestione delle deiezioni e di CO<sub>2</sub> per la produzione dei mezzi tecnici.</p> <p>Si è completata la raccolta dei campioni di foraggio per la caratterizzazione analitica e la analisi di composizione floristica. In ciascuna delle 5 aziende agricole partner del progetto sono stati individuati 3 prati stabili nei quali, in corrispondenza di 3 differenti epoche di sfalcio (primo taglio, taglio estivo e taglio autunnale) è stata effettuata l'analisi della composizione floristica utilizzando il metodo Daget – Poissonet; per ogni rilievo è stato prelevato un campione di erba fresca del quale è stata effettuata la differenziazione floristica di specie (graminacee, leguminose ed altre specie), lo stesso campione è stato seccato in stufa ed analizzato al NIRS per le più importanti caratteristiche compositive.</p>
<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate</p>	<p>Gli obiettivi dell'Azione sono stati pienamente raggiunti senza sostanziali scostamenti dal progetto originario e senza incontrare particolari criticità</p>

Azione	AZIONE 4 INDIVIDUARE E CONDIVIDERE LINEE GUIDA VOLTE ALLA MIGLIORE GESTIONE DEI SUOLI COLLEGATI ALLA PRODUZIONE
Unità aziendale responsabile	I.TER SOC. COOP.
Descrizione delle attività (Rendicontazione intermedia)	<p>Il 23 novembre 2016 è stata organizzata una prima escursione in quanto si è ritenuto indispensabile anticipare una prima condivisione delle finalità delle Linee Guida tra i partecipanti invitati; il titolo dell'iniziativa è stato: "Filòs in bus: Viaggio tra le terre dei prati stabili nella culla del Parmigiano-Reggiano".</p> <p>I partecipanti invitati riguardavano funzionari regionali, tecnici dei sindacati agricoli, giornalisti oltre ovviamente i partner del GO:</p> <p>Si allegano:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Firme dei partecipanti (<i>File: firme 23_11_16.pdf</i>)</li> <li>• Guida organizzata appositamente per l'escursione (<i>File: GUIDA FILOS IN BUS.pdf</i>)</li> <li>• Cronaca di Viaggio che raggruppa la sintesi delle considerazioni scaturite durante la giornata (<i>File: FILòS IN BUS_CRONACA.pdf</i>)</li> </ul>
Descrizione delle attività (Rendicontazione saldo)	<p>Questa azione prevedeva la definizione delle "linee guida di buone pratiche agronomiche per la conservazione dei suoli".</p> <p>Le linee guida sono state validate dalle aziende agricole e dagli enti partecipanti al GO e sono utili nella promozione e valorizzazione del ruolo dell'agricoltore come custode della risorsa suolo.</p> <p>Le linee guida tengono conto dei risultati e delle informazioni raccolte nelle seguenti azioni:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) effetto prato stabile e del relativo inerbimento permanente rispetto alla lavorazione in fase di impianto dell'erba medica sul contenuto di sostanza organica;</li> <li>2) effetto dell'inerbimento (prato stabile) rispetto alla lavorazione (erba medica) sulla protezione del suolo dall'erosione;</li> </ol> <p>Oltre all'iniziativa del 23 novembre 2016 è stato organizzato un incontro in campo il 29 agosto 2019 in cui sono state condivise e discusse le Linee Guida. I partecipanti all'incontro sono stati i partner del progetto, i funzionari regionali e alcuni rappresentanti di centri di assistenza agricola, consorzi di bonifica e enti di ricerca del territorio. In tali momenti il gruppo di lavoro si è confrontato con l'obiettivo di definire le "linee guida delle buone pratiche agronomiche per la conservazione dei suoli". A supporto dell'azione è stata realizzata un'apposita cartografia che illustra i macro ambienti pedologici studiati tramite i siti monitorati. Per ciascun ambiente, il GO ha descritto le pratiche agronomiche consigliabili per la conservazione del suolo e le potenziali risposte vegeto-produttivo delle foraggere.</p> <p>Le linee guida hanno un duplice scopo.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Valorizzano l'uso storico e tradizionale dei prati, e in particolare dei prati stabili, che vanno tutelati e preservati in quanto veri serbatoi di carbonio che influiscono sul contenimento dei cambiamenti climatici</li> <li>2) Definiscono le buone pratiche agronomiche e di gestione del suolo dei prati.</li> </ol>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	Gli obiettivi intermedi dell'Azione sono stati pienamente raggiunti senza sostanziali scostamenti dal progetto originario e senza incontrare particolari criticità

Azione	DIVULGAZIONE
Unità aziendale responsabile	I.TER SOC. COOP.
Descrizione delle attività (Rendicontazione intermedia)	<p>L'azione di divulgazione è stata sviluppata tramite diverse attività di seguito elencate e che sono consultabili presso l'apposita sezione web realizzata nel portale di I.TER all'indirizzo:  <a href="http://www.pedologia.net/it/PRATI_CO/cms/Pagina.action?pageAction=&amp;page=InfoSuolo.37&amp;localeSite=it">http://www.pedologia.net/it/PRATI_CO/cms/Pagina.action?pageAction=&amp;page=InfoSuolo.37&amp;localeSite=it</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicati stampa consultabili nella sezione web sopra citata, in particolare: <ul style="list-style-type: none"> <li>- GOI PRATI_CO: dalla buona gestione dei suoli all'eccellenza del Parmigiano Reggiano</li> <li>- Visite guidate nella colla del Parmigiano Reggiano – Quotidiano “Gazzetta di Reggio Emilia”, 26 novembre 2016</li> <li>- La scoperta di paesaggi e sapori nelle Terre del Parmigiano Reggiano - Quotidiano “La voce di Reggio Emilia”, 6 dicembre 2016</li> <li>- Prati stabili polifiti, la Ue e la sostenibilità ambientale - Rivista “Informatore Zootecnico”, 16 gennaio 2017</li> <li>- Gruppi Operativi per l'Innovazione: l'esperienza dell'Emilia Romagna - web tv TRIWU', 11 giugno 2017</li> <li>- Due Progetti GOI a R2B Smau 2017 - web tv TRIWU', 12 giugno 2017</li> </ul> </li> <li>• 15 Trasmissioni radiofoniche di “comunicazione rurale” presso la rubrica “Terra Terra” di Radio Budrio ascoltabili nella sezione web di PRATI_CO all'interno del portale di I.TER <ul style="list-style-type: none"> <li>- p34_TerraTerra_Sequestrocarbonio.mp3</li> <li>- p35_TerraTerra_ParmigianoReggiano.mp3</li> <li>- p36_TerraTerra_Cambiamenticlimatici.mp3</li> <li>- p38_TerraTerra_Parmigianoecosostenibile.mp3</li> <li>- p39_TerraTerra_Cambiamenticlimaticip.2.mp3</li> <li>- p41_TerraTerra_Agricolturaecosostenibile.mp3</li> <li>- p46_TerraTerra_PratistabilieParmigianoReggiano.mp3</li> <li>- p69_Terra_Terra_Intervista_Pelosi.mp3</li> <li>- p68_Terra_Terra_Intervista_Scalabrini.mp3</li> <li>- p70_Terra_Terra_Intervista_CRPA.mp3</li> <li>- p71_Terra_Terra_Intervista_Arduini.mp3</li> <li>- p73_Terra_Terra_Intervista_Chierici.mp3</li> <li>- p73_Terra_Terra_Intervista_Burini.mp3</li> <li>- p75_Terra_Terra_Intervista_Bibbiano_la_Culla.mp3</li> <li>- Terra_Terra_Intervista_I.TER.mp3</li> </ul> </li> <li>• Scheda QR Code con le interviste dei partner del GO: Usa i Qr code per ascoltare le puntate di “Terra Terra”</li> <li>• 1 Articolo tecnico divulgativo consultabile sul sito di I.TER <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parmigiano Reggiano: qualità ad alta sostenibilità - Rivista Agricoltura n. 38, maggio-giugno 2017</li> </ul> </li> <li>• 1 Servizio televisivo consultabile sul sito di I.TER <ul style="list-style-type: none"> <li>- I prati stabili delle Terre di Canossa</li> </ul> </li> <li>• 1 video-spot di almeno 2 minuti tradotto in inglese e inserito oltre che nei portali dei partner del GOI nella rete PEI (in corso)</li> </ul> <p>Il progetto PRATI_CO è stato inoltre presentato in questi eventi in quanto i partner agricoli hanno esplicitamente richiesto di favorire la comunicazione degli obiettivi del Piano Operativo già nei primi mesi di attività, mettendo a disposizione la degustazione dei propri prodotti e l'apertura spettacolarizzata della forma di Parmigiano Reggiano:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 12/09/2016 SANA presso Fiera di Bologna</li> <li>• 16/09/2016 Partecipazione Conferenza Stampa Progetto Life Foraggi per presentazione progetto PRATICO</li> <li>• 17/09/2016 Partecipazione incontro presso MEME insieme ad Assessore Caselli e Stampa per progetto Life Foraggi per Presentazione progetto PRATICO</li> <li>• 22/09/2016 Salone del Gusto di Torino</li> <li>• 15/10/2016 Festa di Radio Budrio nel Teatro comunale di Budrio (BO)</li> <li>• 02/05/2017 Stati Generali della Green Economy presso Opificio Golinelli Bologna</li> <li>• 08/06/2017 R2B SMAU presso Fiera di Bologna</li> <li>• 13-16/06/2017 Rete EIP Amburgo</li> </ul>

<p>Descrizione delle attività (Rendicontazione saldo)</p>	<p>L'azione di divulgazione è proseguita secondo la linea illustrata nella rendicontazione intermedia. La sezione web realizzata nel portale di I.TER è stata aggiornata di continuo con le iniziative realizzate nel corso del progetto. Le principali attività/eventi in cui è stato presentato il progetto sono le seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 07/10/2018 Area Fiera, piazza XXV Aprile, Barco (RE). Il Padlon e il "risotto matildico" degustazione di un risotto a base di Parmigiano Reggiano, il Re dei formaggi, e la Regina Castagna</li> <li>• 24/10/2017 Incontro in campo con progetto Landmark progetto H2020</li> <li>• 01/03/2019 partecipazione al convegno di presentazione dei GO; allestimento tavolo con dépliant roll up e poster presso FICO</li> <li>• 29/08/2019 Incontro in campo</li> <li>• 18/09/2019 Convegno finale di presentazione dei risultati</li> <li>• Agricoltura, estratto Speciale Resto del Carlino</li> </ul> <p>Inoltre, sono state realizzati i seguenti materiali divulgativi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 roll-up di progetto</li> <li>• 1 opuscolo tecnico divulgativo</li> <li>• 1 video spot</li> </ul>
<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate</p>	<p>Gli obiettivi prefissati sono stati raggiunti.</p>

## 2.2 Personale

### ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE I.TER

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Pedologo esperto	Responsabile scientifico del Piano	56	€ 2.150,68
	Responsabile amministrativo	Gestione contabilità per rendicontazione e segreteria		€ 2.102,54
	Responsabile amministrativo	Gestione contabilità per rendicontazione e segreteria		€ 1.518,50
<b>Totale:</b>				<b>€ 5.771,72</b>

### AZIONE 1 I.TER

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Pedologo esperto	Responsabile scientifico del Piano	30	€ 1.077,86
	Pedologo junior	Supporto gestione dati	44	€ 588,80
	Pedologo junior	Supporto gestione dati	48	€ 412,32
<b>Totale:</b>				<b>€ 2.078,98</b>

### AZIONE 2 I.TER

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Pedologo esperto	Responsabile scientifico del Piano	410	€ 16.379,70
	Pedologo junior	Supporto gestione dati	486	€ 6.775,20
<b>Totale:</b>				<b>€ 23.154,90</b>

### AZIONE 2 AZ.AGR.CARCARENA DI BURINI CARLO

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	OTI-QUALIFICATO SUPER	Supporto ai ricercatori in campo	47	€ 996,87
<b>Totale:</b>				<b>€ 996,87</b>

### AZIONE 2 CHIERICI SILVANO E FRANCESCO

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Operaio agricolo qualificato	Supporto ai ricercatori in campo	112,65	€ 983,43
<b>Totale:</b>				<b>€ 983,43</b>

### AZIONE 2 PELOSI PIER ANTONIO

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Operaio OTD 2° livello	Supporto ai ricercatori in campo	94,5	€ 942,165
<b>Totale:</b>				<b>€ 942,165</b>

**AZIONE 2 ANTICA FATTORIA CASEIFICIO SCALABRINI DI UGO E BRUNO S.S.**

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	OTI liv QS	Supporto ai ricercatori in campo	51,5	€ 970,77
<b>Totale:</b>				<b>€ 970,77</b>

**AZIONE 3 I.TER**

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Pedologo esperto	Responsabile scientifico del Piano	51	€ 2.070,09
	Pedologo junior	Supporto gestione dati	64	€ 908,80
<b>Totale:</b>				<b>€ 2.978,89</b>

**AZIONE 3 C.R.P.A**

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Tecnico	Prelievo campioni, rilievo dati	178	€ 4.848,51
	Ricercatore	Coordinamento e supervisione	22	€ 968,86
	Ricercatore	Elaborazione impronta carbonica	156	€ 5.500,32
	Ricercatore	Prelievo campioni, rilievo dati	233	€ 6.149,73
	Ricercatore	Elaborazione dati e stesura relazioni	302	€ 5.746,32
<b>Totale:</b>				<b>€ 23.213,74</b>

**AZIONE 4 I.TER**

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Pedologo esperto	Responsabile scientifico del Piano	130	€ 5.206,78
	Pedologo junior	Supporto gestione dati	145	€ 2.024,80
<b>Totale:</b>				<b>€ 7.231,58</b>

**AZIONE 4 AZ.AGR.CARCARENA DI BURINI CARLO**

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	OTI-QUALIFICATO SUPER	Supporto ai ricercatori in campo	44	€ 933,24
<b>Totale:</b>				<b>€ 933,24</b>

**AZIONE 4 CHIERICI SILVANO E FRANCESCO**

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Operaio agricolo qualificato	Supporto ai ricercatori in campo	104,35	€ 910,98
<b>Totale:</b>				<b>€ 910,98</b>

**AZIONE 4 PELOSI PIER ANTONIO**

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Operaio OTD 2° livello	Supporto ai ricercatori in campo	94,5	€ 942,165
<b>Totale:</b>				<b>€ 942,165</b>

**AZIONE 4 ANTICA FATTORIA CASEIFICIO SCALABRINI DI UGO E BRUNO S.S.**

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	OTI liv QS	Supporto ai ricercatori in campo	48,5	€ 914,23
<b>Totale:</b>				<b>€ 914,23</b>

**DIVULGAZIONE I.TER**

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Pedologo esperto	Responsabile scientifico del Piano	29	€ 1.098,45
	Responsabile comunicazione radiofonica	Comunicazione rurale radiofonica		€ 2.102,53
<b>Totale:</b>				<b>€ 3.200,98</b>

**DIVULGAZIONE C.R.P.A**

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Tecnico	Supporto attività di divulgazione	48	€ 1.305,12
	Impiegato amministrativo	Supporto attività di divulgazione	29	€ 646,12
	Ricercatore	Gestione attività di divulgazione	173	€ 3.485,62
<b>Totale:</b>				<b>€ 5.436,86</b>

**2.3 Trasferte****ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE I.TER**

Cognome e nome	Descrizione	Costo
	20/03/2018 Incontro a Bibbiano per stato avanzamento progetto (Spese di vitto, rimborso chilometrico per 137 km percorsi e pedaggio autostradale)	€ 66,17
	11/03/2019 Incontro a Bibbiano per stato avanzamento progetto (Spese di vitto, rimborso chilometrico per 171 km percorsi e pedaggio autostradale)	€ 91,51
<b>Totale:</b>		<b>€ 157,68</b>

**AZIONE 1 I.TER**

Cognome e nome	Descrizione	Costo
	20/03/2018 Incontro a Bibbiano per stato avanzamento progetto (Spese di vitto e trasporto pubblico)	€13,20

	17/04/2018 Incontro in campo con tecnici progetto H2020 Landmark (Spese di vitto e trasporto pubblico)	€27,70
	18/04/2018 Incontro in campo con tecnici progetto H2020 Landmark (Spese di vitto, rimborso chilometrico per 165 km percorsi e pedaggio autostradale)	€66,65
	07/10/2018 Partecipazione Fiera di Barco (Spese di vitto)	€11,10
	<b>Totale:</b>	<b>€ 118,65</b>

#### AZIONE 2 I.TER

Cognome e nome	Descrizione	Costo
	24/10/2017 Rilievi Az. Burini (Spese di vitto)	€ 10,22
	24/10/2017 Rilievi Az. Burini (Spese di vitto e trasporto pubblico)	€ 10,99
	11/10/2018 Campagna profili Az. Arduini e Az. Chierici (Spese di vitto, rimborso chilometrico per 223 km percorsi e pedaggio autostradale)	€ 93,69
	11/10/2018 Campagna profili Az. Arduini e Az. Chierici (Spese di vitto)	€ 10,00
	17/10/2018 Campagna profili Az. Scalabrini e Az. Pelosi (Spese di vitto, rimborso chilometrico per 223 km percorsi e pedaggio autostradale)	€ 105,29
	17/10/2018 Campagna profili Az. Scalabrini e Az. Pelosi (Spese di vitto)	€ 14,00
	07/11/2018 Campagna con UNIPR per impostazione e verifica fattibilità monitoraggio respirazione suolo (Spese di trasporto pubblico e vitto)	€ 27,70
	08/11/2018 Campagna con UNIPR per impostazione e verifica fattibilità respirazione suolo (Spese di trasporto pubblico e vitto)	€ 34,20
	20/06/2019 Campagna respirazione suolo con West Systems (Spese di vitto)	€ 11,80
	20/06/2019 Campagna respirazione suolo con West Systems (Spese di vitto)	€ 18,80
	20/06/2019 Campagna respirazione suolo con West Systems (Spese di rimborso chilometrico per 239 km percorsi)	€ 76,48
	20/06/2019 Pedaggio autostradale	€ 9,51
	21/06/2019 Campagna respirazione suolo con West Systems (Spese di vitto)	€ 12,00
	21/06/2019 Campagna respirazione suolo con West Systems (Spese di rimborso chilometrico per 219 km percorsi)	€ 70,08
	21/06/2019 Pedaggio autostradale	€ 9,67
	<b>Totale:</b>	<b>€ 514,43</b>

**AZIONE 3 C.R.P.A**

<b>Cognome e nome</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Costo</b>
	10.11.17: Sopralluogo aziende Scalabrini, Chierici, Arduini	€ 38,00
	30.01.18: Incontro di progetto c/o ITER	€ 76,80
	30.03.18: Visita comitato progetto c/o Comune di Bibbiano	€ 11,16
	17.04.18: Campionamenti aziende Scalabrini e Chierici	€ 20,00
	23.04.18: Sopralluoghi aziende Arduini, Burini, Pelosi	€ 13,00
	29.06.18: Campionamenti Burini e Chierici	€ 19,00
	28.09.18: Campionamenti c/o Aziende Burini e Arduini	€ 13,00
	20.09.2018: Rilievi c/o aziende Scalabrini, Pelosi e Chierici	€ 13,00
	<b>Totale:</b>	<b>€ 203,96</b>

**AZIONE 4 I.TER**

<b>Cognome e nome</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Costo</b>
	11/03/2019 Incontro a Bibbiano per stato avanzamento progetto (Spese di vitto)	€ 26,00
	29/08/2019 Incontro in campo (Spese di rimborso chilometrico per 204 km percorsi)	€ 65,28
	29/08/2019 Pedaggio autostradale	€ 8,77
	<b>Totale:</b>	<b>€ 100,05</b>

**DIVULGAZIONE I.TER**

<b>Cognome e nome</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Costo</b>
	07/09/2017 Recupero materiale per allestimento stand a SANA (Spese di rimborso chilometrico per 35 km percorsi)	€ 10,50
	08/09/2017 Recupero materiale per SANA e intervento a SANA (Spese di rimborso chilometrico per 36 km percorsi)	€ 10,80
	11/09/2017 Ritiro e riorganizzazione materiale stand a SANA (Spese di Rimborso chilometrico per 37 km percorsi)	€ 11,10
	21/11/2017 Incontro FAO per Organizzazione GACSA (Spese di trasporto pubblico e vitto)	€ 77,10
	12/12/2017 presentazione progetto FAO GACSA Roma (Spese di trasporto pubblico e vitto)	€ 79,10
	07/10/2018 Partecipazione Fiera di Barco (Spese di vitto, rimborso chilometrico per 287 km percorsi e pedaggio autostradale)	€ 120,11

01/03/2019 Incontro regionale presentazione GO presso FICO (Spese di vitto i anticipate, rimborso chilometrico per 32 km percorsi e parcheggio)	€ 67,92
18/09/2019 Convegno finale (Spese di rimborso chilometrico per 175 km percorsi)	€ 54,25
18/09/2019 Pedaggio autostradale	€ 7,54
<b>Totale:</b>	<b>€ 438,42</b>

## 2.4 Materiale consumabile

### AZIONE 1 I.TER

Fornitore	Descrizione materiale	Costo
Tentamus Agriparadigma S.r.l.	Set determinazioni profilo base di 42 campioni di terreno. 62,5 €/campione x 42 campioni = 2,625,00 €. Fattura del 23/08/2019 del laboratorio Tentamus Agriparadigma. Riferimento preventivo n° 15750-00.16 del 18/03/2016.	€ 2.625,00
<b>Totale:</b>		<b>€ 2.625,00</b>

## 2.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

*Non sono state effettuate spese per materiale durevole e attrezzature*

## 2.6 Materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

*Per tutte le Azioni non sono previsti prototipi e materiali direttamente imputabili alla loro realizzazione*

## 2.7 Attività di formazione

### I.TER

ID proposta Catalogo Verde: 5004868

Tutta la documentazione relativa al Coaching è stata allegata al SIAG

Il contributo richiesto è stato di euro 49,60 + 10,91 (IVA 22%) per singola azienda

ID proposta	Azienda	N. e nome partecipante	Spesa (euro)	Contributo richiesto (euro)
5004868	Pelosi Pier Antonio		€ 248,00	€ 198,40
5004868	Az. Agr. Carcarena di Burini Carlo		€ 248,00	€ 198,40
5004868	Antica Fattoria Caseificio Scalabrini Ugo e Bruno ss		€ 248,00	€ 198,40
5004868	Chierici Silvano e Francesco		€ 248,00	€ 198,40
<b>TOTALE</b>			<b>€ 992,00</b>	

### CRPA

ID proposta Catalogo Verde: 5005404

Tutta la documentazione relativa al Coaching è stata allegata al SIAG

Il contributo richiesto è stato di euro 49,60 + 10,91 (IVA 22%) per singola azienda

ID proposta	Azienda	N. e nome partecipante	Spesa (euro)	Contributo richiesto (euro)
5005404	Pelosi Pier Antonio		€ 248,00	€ 198,40
5005404	Az. Agr. Carcarena di Burini Carlo		€ 248,00	€ 198,40
5005404	Antica Fattoria Caseificio Scalabrini Ugo e Bruno ss		€ 248,00	€ 198,40
5005404	Chierici Silvano e Francesco		€ 248,00	€ 198,40
<b>TOTALE</b>			<b>€ 992,00</b>	

## 2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

### ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE I.TER

#### CONSULENZE - PERSONE FISICHE

Nominativo del consulente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
	€ 720,00	Fattura n° 338 del 31/10/2018 Scavi per apertura profili pedologici. Riferimento preventivo del 15/03/2016	€ 720,00
	€ 3.000,00	Fattura del 16/09/2019 Realizzazione video Prati_Co. Riferimento preventivo del 19/03/2016	€ 3.000,00

WEST SYSTEMS SRL	€ 3.200,00	Fattura n° 185/W del 25/07/2019 Monitoraggio CO2 emessa dal suolo Progetto PRATI_CO. Riferimento preventivo p_19_0055_I.TER_MAC del 21/03/2018	€ 3.200,00
WEST SYSTEMS SRL	€ 3.200,00	Fattura n° 231/W del 19/09/2019 Monitoraggio CO2 emessa dal suolo Progetto PRATI_CO. Riferimento preventivo p_19_0055_I.TER_MAC del 21/03/2018	€ 3.200,00
<b>Totale:</b>			<b>€ 10.120,00</b>

**ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE CRPA  
CONSULENZE - PERSONE FISICHE**

Nominativo del consulente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
	€ 16.900,00	Inc. 52 del 9/01/2017: Calcolo impronta carbonio aziende; simulazione sequestro nel suolo (fattura n. 11 del 18/12/2017)	€ 7.500,48
	€ 16.900,00	Inc. 52 del 9/01/2017: Calcolo impronta carbonio aziende; simulazione sequestro nel suolo (fattura n. 14 del 14/12/2018)	€ 7.500,48
	€ 16.900,00	Inc. 52 del 9/01/2017: Calcolo impronta carbonio aziende; simulazione sequestro nel suolo (fattura n. 5 del 23/09/2019)	€ 1.899,04
<b>Totale:</b>			<b>€ 16.900,00</b>

**CONSULENZE - SOCIETÀ**

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo (Euro)
Tecnograf srl		€ 227,50	Materiale per divulgazione: roll up e cartelline	€ 227,50
Tecnograf srl		€ 450,00	Opuscolo a colori 550 copie	€ 450,00
CIRFOOD s.c.		€ 960,00	Lunch a buffet per convegno finale	€ 960,00
SIA MODENA srl		€ 600,00	Servizio televisivo	€ 600,00
<b>Totale:</b>				<b>€ 2.237,50</b>

### 3 Criticità incontrate durante la realizzazione dell'attività

<b>Criticità tecnico- scientifiche</b>	<p>Le criticità riscontrate sono state quelle che hanno condotto alla necessità di richiedere <b>una variante</b> in merito all'esecuzione del monitoraggio della respirazione del suolo. Il personale di I.TER ha, infatti, riscontrato la complessità di utilizzo dello strumento LI- COR 8100A che necessita un'esperienza d'uso nella taratura e controllo analitico dei risultati. Pertanto, si è deciso di ricercare una ditta di comprovata esperienza in queste misurazioni al fine di poter monitorare al meglio la differenza di emissione di CO<sub>2</sub> tra i prati stabili e i prati di erba medica. Dopo un'approfondita ricerca I.TER ha individuato West Systems come unico produttore del flussimetro portatile codice PFLPSF00, utilizzato per il servizio di monitoraggio delle emissioni di CO<sub>2</sub> ed in grado di effettuare misure che vengono tradotte in mappature di isoflusso di CO<sub>2</sub>.</p>
<b>Criticità gestionali (ad es. difficoltà con i fornitori, nel reperimento delle risorse umane, ecc.)</b>	<p>In merito alle risorse umane non si sono riscontrate particolari criticità anche se sono state fatte le comunicazioni via PEC di variazioni di personale, di seguito riportate, determinate da una normale riorganizzazione interna delle attività previste nel piano operativo non determinando alcun aggravio economico rispetto a quanto previsto e ammesso nel verbale di istruttoria.</p> <p><b>16 maggio 2018 (prot. I.TER 19/2018)</b> in cui si comunicava che il Dott.   avrebbe operato presso I.TER con un contratto a tempo indeterminato da apprendista al 4 livello svolgendo parte delle attività che nei Piani operativi di seguito riportati erano attribuite a - contratto a tempo indeterminato al 4 livello:</p> <p><b>19 novembre 2019 (prot. I.TER 119/2019)</b> in cui si comunicava che la Dott.ssa. ha operato dal 1 agosto 2018 al 26 settembre 2019 per I.TER con apposito contratto svolgendo parte delle attività amministrative che nel Piano operativo erano state attribuite a</p>
<b>Criticità finanziarie</b>	<p>Elevata criticità legata al fatto che i partner hanno dovuto anticipare tutte le spese di dipendenti e fornitori per un periodo di 1,5-2 anni richiedendo anticipi alle banche e pertanto caricandosi di costi di interessi bancari a perdere.</p>

### 4 Altre informazioni

## 5 Considerazioni finali

**Il Parmigiano Reggiano, oltre a essere un formaggio d'eccellenza, contribuisce alla preservazione del paesaggio agricolo e alla salvaguardia del suolo e dell'ambiente.** Lo affermano i risultati tecnico scientifici raccolti da I.TER e CRPA all'interno del piano di lavoro del GO PRATI\_CO. Infatti, nell'ambito del GOI PRATI\_CO I.TER ha eseguito appositi monitoraggi al fine di ottenere dati scientifici e dimostrativi dei contenuti di Carbonio sequestrati nei prati stabili e di erba medica. Lo studio del contenuto di Carbonio nel suolo ha interessato due profondità (0-15 cm e 15-30 cm) in 48 siti selezionati all'interno delle 5 aziende partner, utilizzando come metodologia di campionamento un adattamento del metodo Area-Frame Randomized Soil Sampling (AFRSS, Stolbovoy et al., 2006 modificato). In tutto sono stati prelevati 96 campioni di terreno. **I risultati hanno evidenziato che i suoli in cui viene coltivata erba medica hanno una buona dotazione di contenuto di Carbonio, mentre nei prati stabili è evidente un maggiore sequestro di Carbonio e il particolare accumulo nei primi 15 cm che evidenzia la totale assenza di lavorazioni del terreno.**

CRPA ha stimato l'impronta carbonica associata alla produzione del latte per Parmigiano-Reggiano nelle cinque aziende partner. Con impronta carbonica si intende la valutazione del complesso delle emissioni di gas serra, sia quelle dell'allevamento, che quelle che avvengono nella fase di coltivazione dei terreni e quelle indotte dalla produzione dei mezzi tecnici utilizzati in azienda. Sono stati utilizzati alcuni dei più consolidati modelli internazionali di stima della dinamica del Carbonio nel suolo. Le simulazioni effettuate hanno portato a risultati che, pur differenziandosi a seconda dei modelli di calcolo, convergono nella seguente conclusione: **il prato stabile è in grado di accrescere nel tempo la sostanza organica del suolo, sequestrando Carbonio.** L'entità di tale sequestro è condizionata soprattutto dagli apporti di sostanza organica, sia degli effluenti di allevamento, che dei residui colturali. Secondo le stime dei modelli si possono avere valori variabili da 0,7 a 10 tC/ha/a. La simulazione modellistica della dinamica del Carbonio del suolo nel caso di un prato stabile che dopo 20 anni venga "rotto" per essere trasformato in un medicaio in rotazione con frumento ha evidenziato che il Carbonio tende a calare per stabilizzarsi su un livello inferiore e gli apporti di sostanza organica con letame e liquame alla rottura del medicaio non sono in grado di compensare la progressiva perdita di Carbonio che si verifica nel corso del ciclo quadriennale, comportando una riduzione nel tempo dello stock di Carbonio.

**Pertanto, si può concludere che i prati stabili polifiti e irrigui sono una risorsa importante di stoccaggio di carbonio nel suolo che va preservata e tutelata.**

## 6 Relazione tecnica

La relazione tecnica è stata organizzata per azioni e comprende foto, immagini, grafici delle iniziative realizzate e scansioni delle firme. Essendo un file pesante è stato suddiviso nei seguenti file:

Azione	Nome file caricato in SIAG
ESERCIZIO COOPERAZIONE	PRA1_ES_COOP.pdf
AZIONE 1 Monitoraggio della sostanza organica in funzione dei suoli e della gestione agronomica	PRA1_AZ_1.pdf
AZIONE 2 Monitoraggio della respirazione del suolo	PRA1_AZ_2.pdf
AZIONE 3 Modelli per valutare il sequestro di carbonio nel suolo e l'impronta carbonica	PRA1_AZ_3.pdf
AZIONE 4 Individuare e condividere linee guida volte alla migliore gestione dei suoli collegati alla produzione di Parmigiano Reggiano per il mantenimento della sostanza organica e il sequestro di carbonio	PRA1_AZ_4.pdf
DIVULGAZIONE	PRA1_DIV_1.pdf e PRA1_DIV_2.pdf
ATTIVITÀ DI FORMAZIONE	PRA1_FORM.pdf

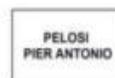
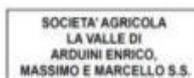
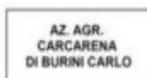
## INDICATORI DI RISULTATO:

Risultato atteso	Indicatore	Valore all'inizio del piano	Valore alla conclusione del piano															
Verificare la differenza di risultato tra le due metodiche analitiche testate	Il risultato dell'elaborazione dei dati	Conoscenza geostatistica della sostanza organica dell'orizzonte lavorato in Walkley Black	L'elaborazione dei dati di sostanza organica realizzati con i due metodi dimostrano che l'analizzatore elementare misura un valore maggiore rispetto a Walkley Black															
Verificare la differenza di variabilità della sostanza organica con la profondità	Il risultato dell'elaborazione dei dati	Conoscenza geostatistica della sostanza organica dell'orizzonte lavorato	L'elaborazione dei dati di sostanza organica ha dimostrato la differenza di contenuto di sostanza organica tra 0-15 cm e 15-30 cm nei prati stabili mentre non ci sono differenze per erba medica															
Definire le linee guida per delle buone pratiche agricole per la conservazione del suolo II	Manuale delle linee guida, Cartografia macro ambienti pedologici		1 linee Guida 1 carta															
Adozione potenziale delle linee guida.	Numero aziende interessate	Aziende aderenti al GOI effettive 5	Le attività di diffusione hanno aumentato il numero di aziende e di persone che sono venute a conoscenza dell'importanza dei prati stabili per il sequestro di carbonio e della loro valorizzazione e tutela. Tutte tematiche affrontate nelle linee guida.															
Maggiore consapevolezza sull'importanza della conoscenza dei suoli	N. Aziende coinvolte da attività di formazione e informazione	5	Numero aziende coinvolte nelle attività di divulgazione dei risultati nel corso dei tre anni almeno 10. Inoltre, tramite il video spot, le comunicazioni radiofoniche e tutte le attività di divulgazione l'obiettivo è stato raggiunto e anche superato															
Divulgazione	N persone contattate	5 aderenti al GOI	<p>Tra convegni, seminari ed escursioni si prevede di coinvolgere direttamente nelle attività almeno altre 50 persone di cui si raccoglieranno le firme. Gli utenti radiofonici e del portale saranno difficilmente verificabili</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Data</th> <th>n° partecipanti registrati con firme</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rendicontazione intermedia</td> <td>23-nov-18</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>ndicontazione saldo</td> <td>29-ago-19</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Rendicontazione saldo</td> <td>18-set-19</td> <td>59</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Totale</td> <td>104</td> </tr> </tbody> </table> <p>Senza considerare le persone che hanno partecipato alle iniziative di divulgazione di PRATICO per il quale non è stato possibile raccogliere firme (es. di SANA, SALONE DEL GUSTO, GACSA, GREEN ECONOMY, LANDMARK, FIERA BARCO, INCONTRO EIP, EVENTI RETE RURALE NAZIONALE, ARTICOLI, RADIO BUDRIO) e dei quali sono state fornite fotografie inerenti la partecipazione. Indicativamente si può stimare di avere raggiunto &gt; 2500 persone</p>		Data	n° partecipanti registrati con firme	Rendicontazione intermedia	23-nov-18	25	ndicontazione saldo	29-ago-19	20	Rendicontazione saldo	18-set-19	59		Totale	104
	Data	n° partecipanti registrati con firme																
Rendicontazione intermedia	23-nov-18	25																
ndicontazione saldo	29-ago-19	20																
Rendicontazione saldo	18-set-19	59																
	Totale	104																

Data 21 novembre 2017



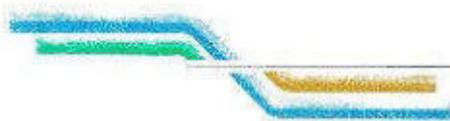
**PRATI\_CO**



# **AZIONE 1 MONITORAGGIO DELLA SOSTANZA ORGANICA IN FUNZIONE DEI SUOLI E DELLA GESTIONE AGRONOMICA**

**RENDICONTAZIONE SALDO  
21 Novembre 2019**

A cura di:



i.ter

PROGETTAZIONE ECOLOGICA DEL TERRITORIO

*I.TER soc. coop. Via Zaccani 12 - 40127 Bologna*  
*Tel. 051/523976 fax 051/6494396 - E-mail: infoiter@pedologia.net*



CERTIFICATO  
IT04/0660

## RENDICONTAZIONE INTERMEDIA DAL 1 APRILE 2016 AL 30 AGOSTO 2017

Questa azione è stata realizzata presso i siti rappresentativi che sono stati selezionati tramite una serie di sopralluoghi che hanno consentito di visitare i prati afferenti alle aziende agricole associate al GO e di verificare la tipologia di suolo presente tramite lo studio di trivellate speditive. In funzione di ciò sono stati selezionati i prati stabili rappresentativi per età, per gestione agronomica e per tipo di suolo e i prati di erba medica al 2°-3° anno di età impianto. Sono stati individuati i seguenti 8 siti di monitoraggio di cui 5 gestiti a prato stabile e 3 a erba medica:

- Antica Fattoria Caseificio Scalabrini di Ugo e Bruno S.S. Società Agricola
  - Sito gestito a Prato stabile (25 e 50 anni)
  - Sito gestito a Erba medica (2° anno nel 2016)
- Azienda Agricola Carcarena di Burini Carlo
  - Sito gestito a Prato stabile (15, 50 e 100 anni)
  - Sito gestito a Erba medica (3° anno nel 2016)
- Chierici Silvano e Francesco
  - Sito gestito a Prato stabile (100 anni)
- Pelosi Pier Antonio
  - Sito gestito a Prato stabile (100 anni)
- Società Agricola La Valle di Arduini Enrico, Massimo e Marcello S.S.
  - Sito gestito a Prato stabile (100 anni)
  - Sito gestito a Erba medica (3° anno nel 2016)

Quindi si è proceduto al monitoraggio per studiare la variabilità della sostanza organica nello spazio tramite un campionamento con metodo della trivella in 6 aree scelte all'interno dell'appezzamento da monitorare. In ogni area di campionamento sono stati individuati 5 punti di prelievo disposti secondo uno schema a croce. I punti di prelievo sono distanziati tra loro di 4 metri lungo due assi perpendicolari (*file allegato: Protocollo campionamento PRA1.pdf*)

. In ogni area di campionamento sono stati prelevati i seguenti campioni:

- 0-15 cm;
- 15 – 30 cm.

Il campione composto da sottoporre ad analisi è stato costituito quindi da tutti e 5 i sub-campioni prelevati; questi dopo essere stati miscelati e omogeneizzati in un unico campione composto sono stati opportunamente insacchettati e inviati in laboratorio per l'esecuzione delle analisi di laboratorio per la sostanza organica.

Il campionamento e la relativa descrizione del tipo di suolo sono stati eseguiti nelle seguenti giornate:

- 11/01/2017 Pelosi Pier Antonio
- 16/01/2017 Chierici Silvano e Francesco
- 23/01/2017 Società Agricola La Valle di Arduini Enrico, Massimo e Marcello S.S.
- 21/04/2017 e 05/06/2017 Azienda Agricola Carcarena di Burini Carlo
- 28/04/2017 e 05/06/2017 Antica Fattoria Caseificio Scalabrini di Ugo e Bruno S.S. Società Agricola

In tutto sono state studiate 48 trivellate e prelevati 96 campioni per le analisi di sostanza organica che sono stati inviati al laboratorio di Analisi TENTAMUS AGRIPARADIGMA s.r.l. come da Piano Operativo.

#### **SET DETERMINAZIONI PROFILO SOSTANZA ORGANICA**

- Sostanza organica (metodo Walkley e Black)
- Sostanza organica (metodo analizzatore elementare)

### **RENDICONTAZIONE SALDO DAL 1 SETTEMBRE 2017 AL 27 SETTEMBRE 2019**

Per ciascun sito in cui è stato effettuato il campionamento della sostanza organica, è stata realizzata l'apertura e lo studio di profili di suolo fino a 150 cm di profondità o a strato limitante e il successivo campionamento degli strati riconosciuti.

L'apertura, lo studio e il campionamento dei profili di suolo sono stati eseguiti nelle seguenti giornate:

- 24/10/2017 Azienda Agricola Carcarena di Burini Carlo;
- 17/10/2018 Pelosi Pier Antonio e 2017 Antica Fattoria Caseificio Scalabrini di Ugo e Bruno S.S. Società Agricola;
- 11/10/2018 Chierici Silvano e Francesco e Società Agricola La Valle di Arduini Enrico, Massimo e Marcello S.S.;

In tutto sono stati studiati 8 profili e prelevati 42 campioni per le analisi routinarie che sono stati inviati al laboratorio di Analisi TENTAMUS AGRIPARADIGMA s.r.l. come da Piano Operativo.

#### **SET DETERMINAZIONI PROFILO ANALISI ROUTINARIE**

- Tessitura metodo pipetta (setacci per la sabbia – 2000 -50 micron; pipetta per la separazione di limo 50 – 2 micron e argilla < 2 micron)
- Reazione (pH in acqua);
- Calcare totale (metodo gasvolumetrico);
- Calcare attivo (metodo Droineau)
- Sostanza organica (metodo Walkley e Black);
- Sostanza organica (metodo analizzatore elementare)
- Azoto totale (Metodo Kjeldhal);
- P2O5 assimilabile (Metodo Olsen);
- K2O assimilabile (Metodo con acetato d'ammonio).

**RISULTATI COMPLESSIVI REALIZZATI NELL'AZIONE 1  
DAL 1 APRILE 2016 AL 21 SETTEMBRE 2019**

Si considerano raggiunti gli obiettivi previsti avendo concluso il campionamento con trivella relativa all'attività di monitoraggio della variabilità nello spazio della sostanza organica e il campionamento per il monitoraggio della variabilità della profondità tramite l'apertura e studio di 8 profili di suolo fino a 150 cm. Rispetto a quanto previsto nel PO il campionamento con trivella degli orizzonti superficiali ha interessato gli strati 0-15 cm e 15-30 cm per ottenere un maggior allineamento con i progetti pregressi di studio del contenuto di sostanza organica (es. Help Soil).

Sito	N delineaazione	UC 50K	N trivellate	N° campioni SO 0-15 e 15-30 cm	N profili	N° campioni per orizzonte
ANTICA FATTORIA CASEIFICIO SCALABRINI DI UGO E BRUNO S.S. SOCIETA' AGRICOLA	7658	GHI1	12	24	2	12
SOCIETA' AGRICOLA LA VALLE DI ARDUINI ENRICO, MASSIMO E MARCELLO S.S.	10750	BEL1	12	24	2	10
AZ. AGR. CARCARENA DI BURINI CARLO	8272	CON5/C ON4	12	24	2	10
CHIERICI SILVANO E FRANCESCO	8272	CON5/C ON4	6	12	1	5
PELOSI PIER ANTONIO	7532	RNV1	6	12	1	5
<b>TOTALE</b>			<b>48</b>	<b>96</b>	<b>8</b>	<b>42</b>

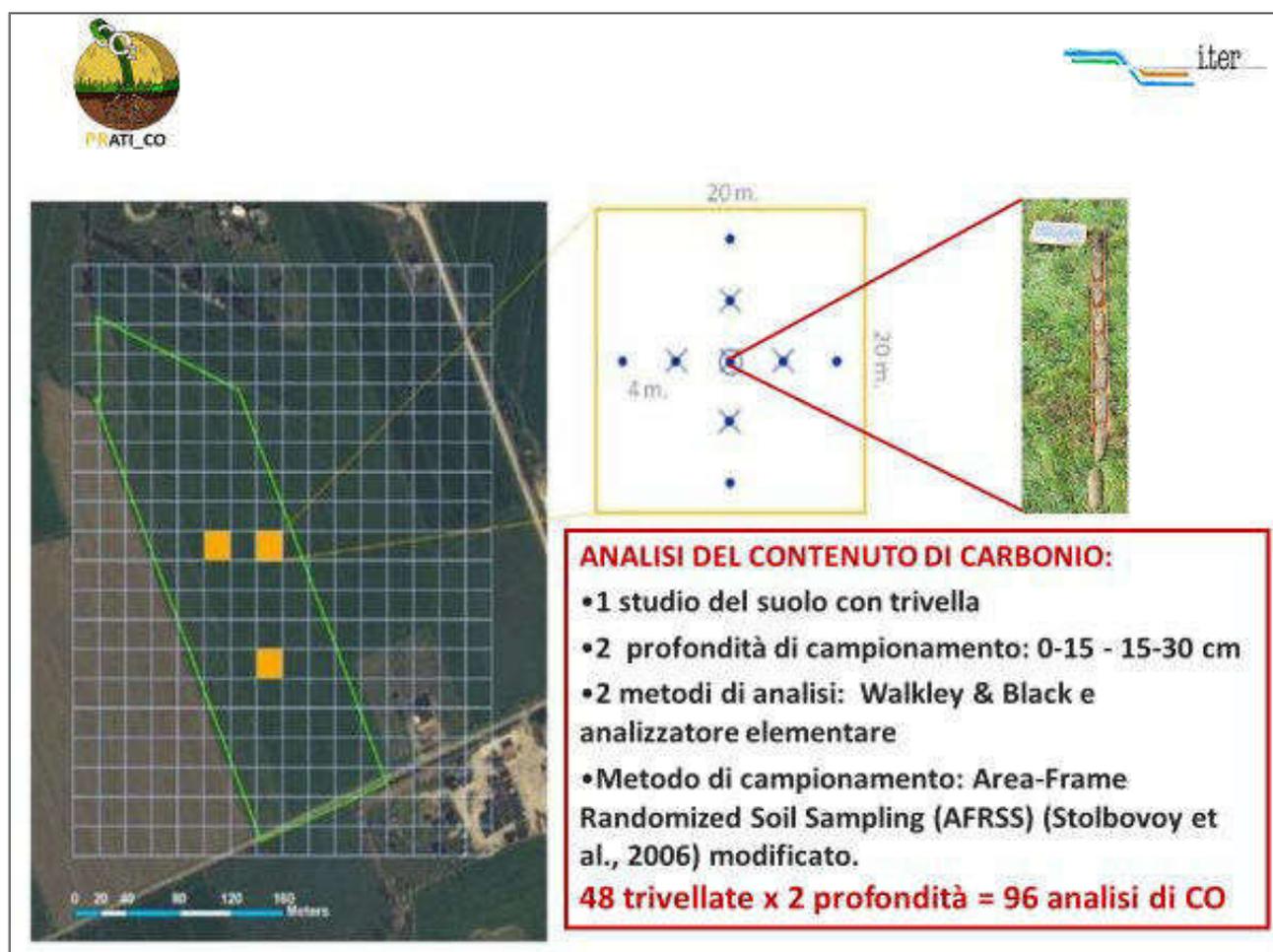
<b>RISULTATI PREVISTI NEL PIANO</b>	<b>RISULTATI REALIZZATI</b>
Relazione della variabilità pedologica riscontrata in 8 siti presenti all'interno delle aziende partner	Relazione della variabilità pedologica riscontrata in 8 siti presenti all'interno delle aziende partner
Realizzazione 8 profili siti rappresentativi: = 42 analisi chimiche routinarie Realizzazione di 48 trivellate	Realizzazione 8 profili siti rappresentativi: = 42 analisi chimiche routinarie; si consegnano i relativi certificati analitici e gli shape contenenti le localizzazioni; la descrizione dei profili e delle trivellate è contenuta nella descrizione aziendale
Realizzazione 8 profili siti rappresentativi: = 42 analisi chimiche routinarie	96 analisi sostanza organica con 2 metodiche si consegnano i certificati e i punti di rilevamento
6 Campioni singoli per due profondità totale 6X2= 12 campioni per sito X 8 siti= 96 campioni per analisi sostanza organica con 2 metodiche	96 analisi sostanza organica con 2 metodiche si consegnano i certificati e lo shape dei punti di rilevamento

**Gli shape inerenti la localizzazione dei profili sono stati spediti via PEC in quanto SIAG non ha consentito il caricamento di file zip o estensioni file shp**

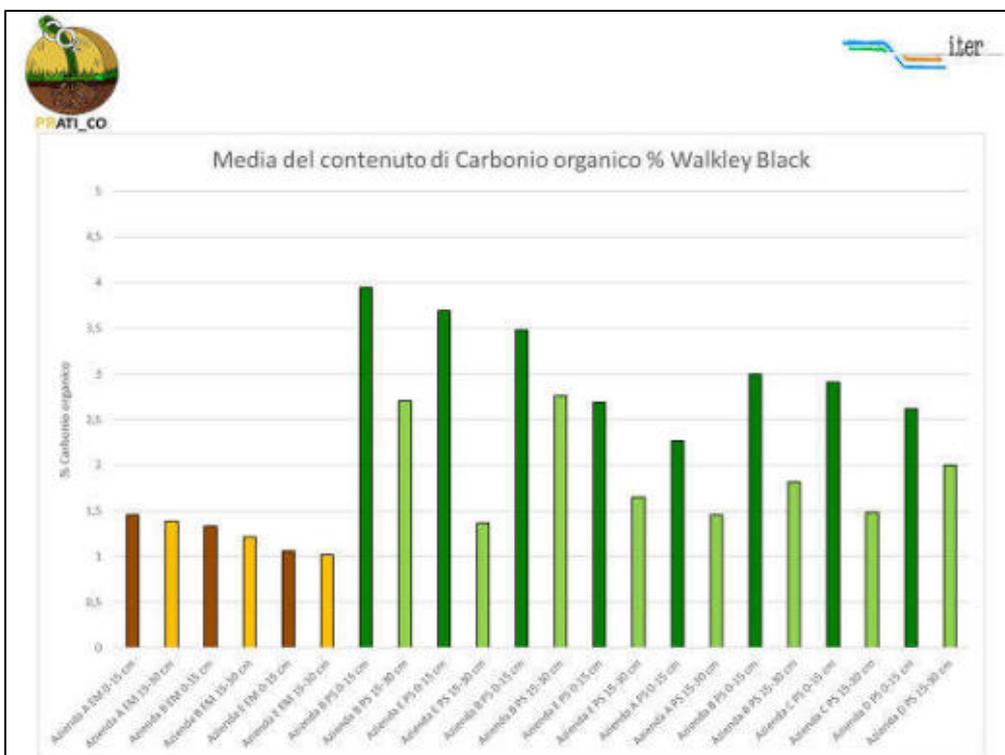
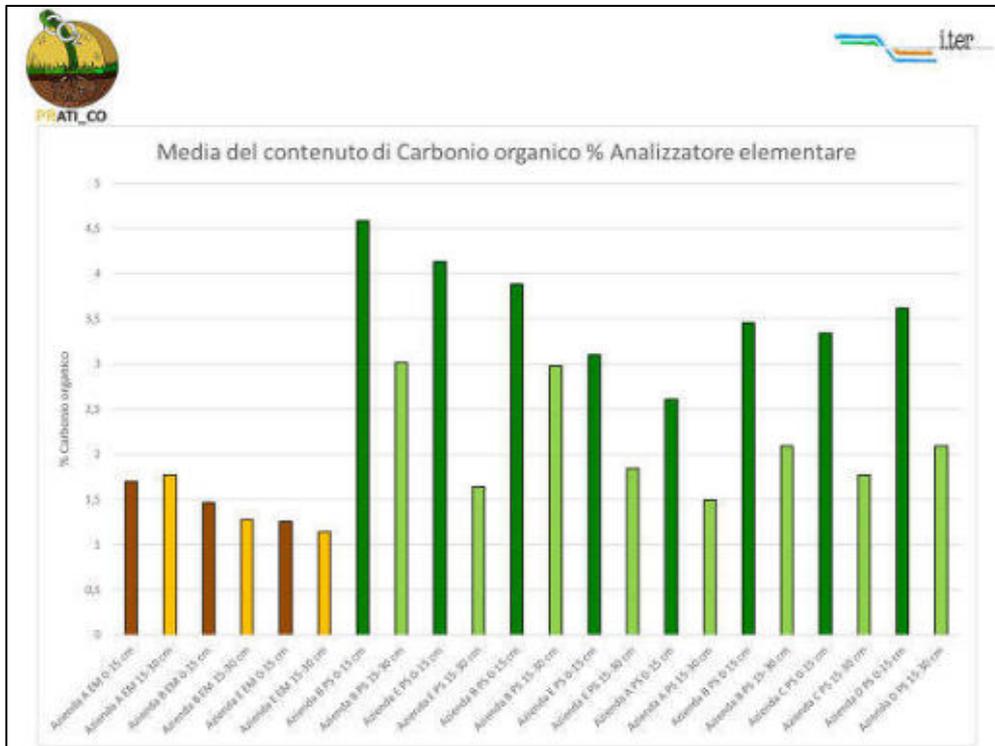
## I PRATI E IL SEQUESTRO DI CARBONIO NEL SUOLO

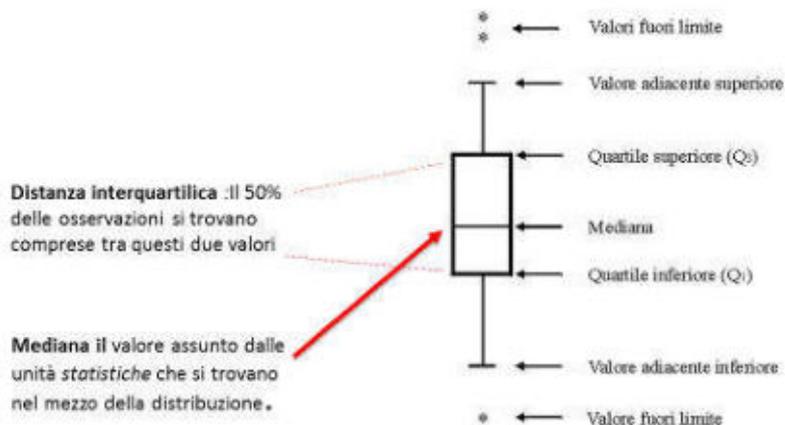
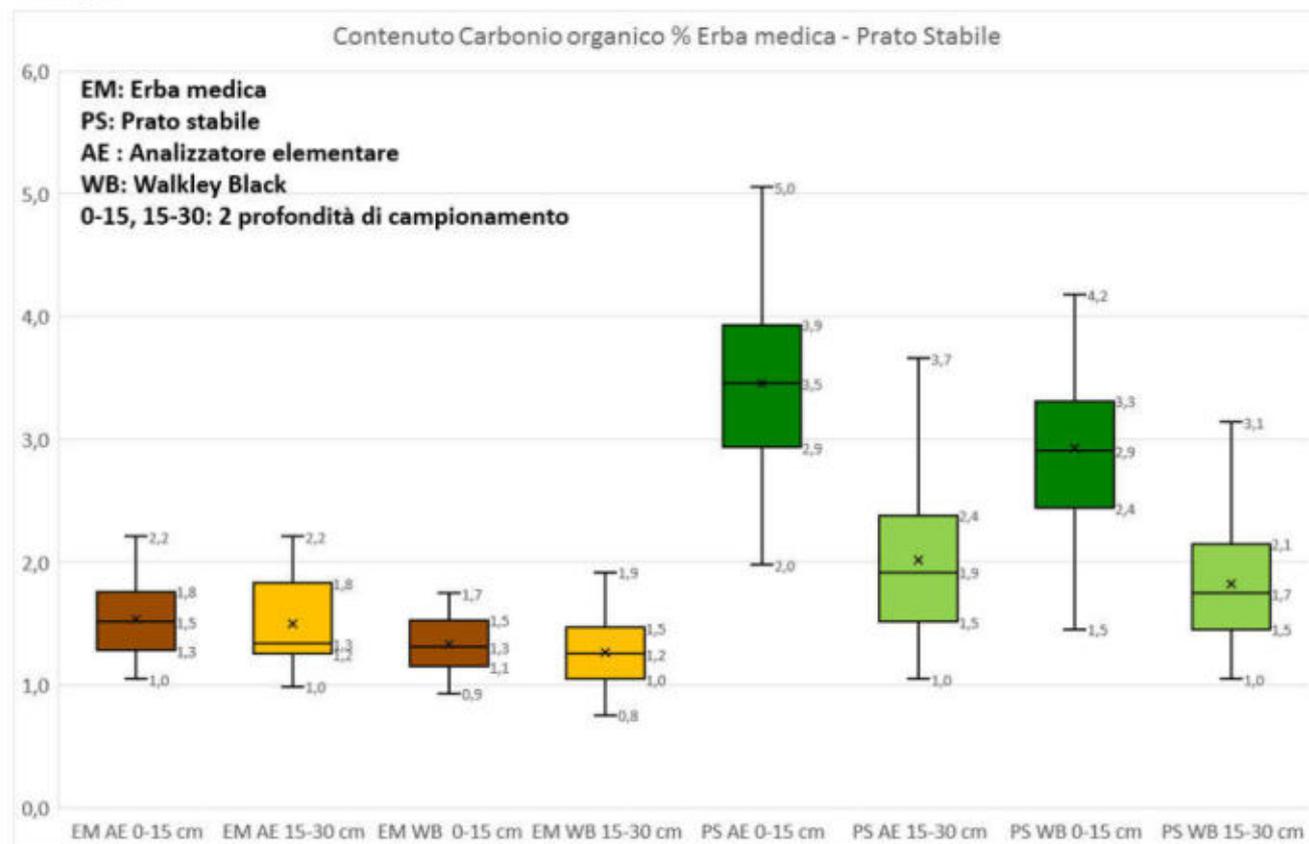
I prati favoriscono il processo definito “sequestro di Carbonio nel suolo” che si verifica quando il Carbonio dell’atmosfera viene assorbito e immagazzinato nel suolo: più Carbonio viene immagazzinato nel suolo, meno anidride carbonica è presente nell’aria contenendo il fenomeno del cambiamento climatico. Di fatto, le piante, grazie alla fotosintesi clorofilliana, catturano l’anidride carbonica, uno dei principali gas responsabili dell’effetto serra, che è composta da un atomo di Carbonio (C) e due di Ossigeno (O). L’Ossigeno viene, poi, riemesso nell’aria mentre il Carbonio si accumula nei tessuti delle piante (fusti, radici e foglie) che alterandosi e decomponendosi nel terreno determinano l’accumulo di Carbonio nel suolo. L’arieggiamento del terreno favorisce la riformazione di anidride carbonica e la conseguente perdita di Carbonio. Nei prati, sia stabili che di erba medica, prevale il Carbonio catturato mentre la perdita dello stesso per arieggiamento del suolo da lavorazioni è contenuta rispetto a quella di altri cicli colturali che prevedono arature annuali.

Lo studio del contenuto di Carbonio nel suolo ha interessato due profondità (0-15 cm e 15-30 cm) in 48 siti selezionati all’interno delle 5 aziende partner, utilizzando come metodologia di campionamento un adattamento del metodo Area-Frame Randomized Soil Sampling (AFRSS, Stolbovoy et al., 2006 modificato).



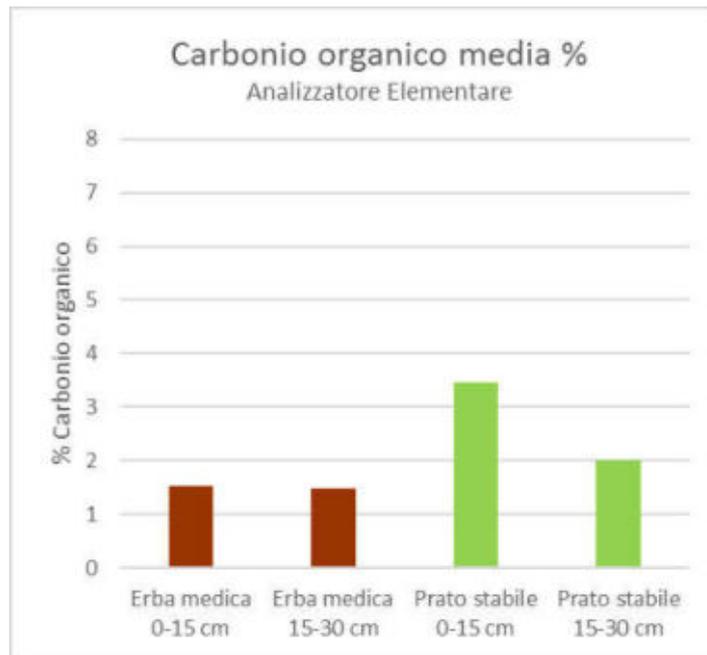
In tutto sono stati prelevati 96 campioni di terreno. Il grafico evidenzia i valori medi rilevati. Dove viene coltivata erba medica si nota un buon livello di contenuto di Carbonio. Di seguito i grafici con le medie della singola tripletta di campioni analizzati. In marrone i dati di erba medica e in verde i dati dei prati stabili. I colori più scuri si riferiscono allo stato 0-15 cm e i più chiari a 15-30 cm.





EM=Erba medica  
 PS = Prato Stabile  
 AE= Analizzatore Elementare  
 WB = Walkley Black

Il grafico evidenzia la variabilità dei 96 dati.

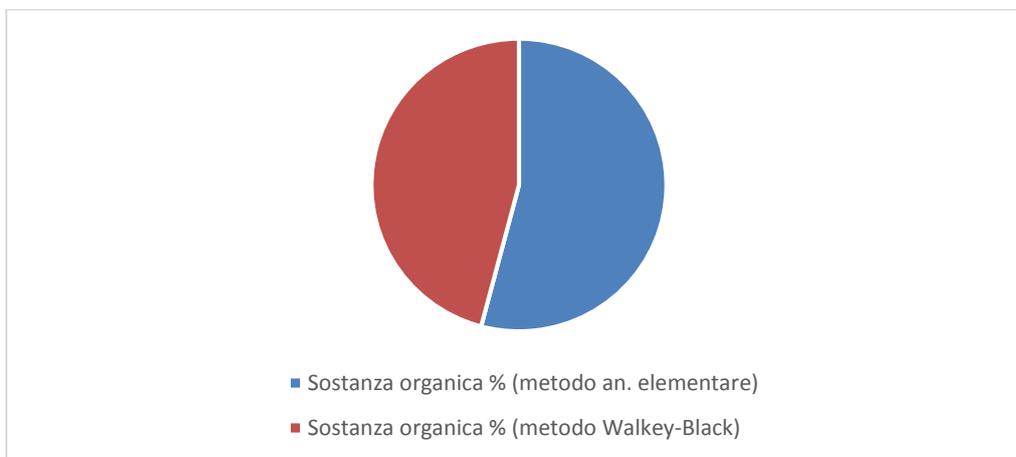


Il grafico, qui sopra, evidenzia, invece, il valore medio rilevato per tipo di uso del suolo e per profondità di campionamento. Si nota per l'erba medica la scarsa differenza tra le due profondità imputabile alle arature. Esse, anche se eseguite dopo i 4 o 5 anni di durata del prato di erba medica, provocano il rimescolamento dei primi 30-40 cm di profondità. Nei prati stabili è evidente un maggiore sequestro di Carbonio e il particolare accumulo nei primi 15 cm che evidenzia la totale assenza di lavorazioni del terreno.

## ELABORAZIONE DATI WALKLEY BLACK E ANALIZZATORE ELEMENTARE



Il grafico a linee evidenzia la disposizione delle analisi chimiche eseguite sia con il metodo dell'analizzatore elementare che Walkley black su 96 campioni: L'analizzatore elementare riporta valori più elevati di sostanza organica rispetto al metodo Walkey Black.



Il “grafico a torta” evidenzia la medesima situazione e cioè che se confrontiamo i valori di tutti i 96 dati di sostanza organica misurati, l'analizzatore elementare fornisce valori più alti (occupa più spazio nella torta)

**Questo per dimostrare agli agricoltori che quando si intende avviare un monitoraggio del contenuto di sostanza organica presso la propria azienda è consigliabile utilizzare, oltre al metodo di campionamento composto proposto dai DPI, sempre lo stesso metodo di laboratorio ripetuto negli anni.**

Nelle pagine seguenti viene riportata per ciascuna azienda partner la descrizione della variabilità pedologica riscontrata negli 8 siti selezionati, la descrizione delle trivellate e dei profili realizzati e il grafico dei valori di sostanza organica misurati.



DESCRIZIONE ATTIVITA'  
SOCIETA' AGRICOLA LA VALLE  
DI ARDUINI ENRICO, MASSIMO  
E MARCELLO S.S.



## DESCRIZIONE ATTIVITA' SVOLTA NELL'AZIENDA SOCIETA' AGRICOLA LA VALLE DI ARDUINI ENRICO, MASSIMO E MARCELLO S.S. AI FINI DEL PIANO OPERATIVO "PRATI\_CO"

A cura di Carla Scotti e Antea De Monte di I.TER



Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma regionale di sviluppo rurale 2014-2020 – Tipo di operazione 16.1.01 – Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione: "produttività e sostenibilità dell'agricoltura" – Focus Area 5E



UNIONE EUROPEA  
Fondo Europeo Agricolo  
per lo Sviluppo Rurale



Regione Emilia-Romagna

L'Europa investe nelle zone rurali



DESCRIZIONE ATTIVITA'  
SOCIETA' AGRICOLA LA VALLE  
DI ARDUINI ENRICO, MASSIMO  
E MARCELLO S.S.



## DESCRIZIONE DEL SITO

Il sito rilevato è localizzato all'interno del comune di Bibbiano (RE) e si trova nella Piana pedemontana, in ambiente di conoide recente e di terrazzo di basso ordine. La pendenza delle superfici è tipicamente dello 0.5-1%; il substrato è costituito prevalentemente da limi, sabbie e ghiaie. Le quote sono tipicamente tra 110 e 130 m s.l.m.. Rispetto al Catalogo dei suoli della pianura emiliano-romagnola (edizione 2015) realizzata **dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna**, gli appezzamenti rilevati ricadono all'interno dell'unità cartografica BEL1 (Consociazione dei suoli BELLARIA); delimitazione 10750, caratterizzata dai suoli Bellaria BEL1 (80%), Cataldi franco argilloso limosi, a substrato ghiaioso, 0.2-1% pendenti CTL7 (15%) e Borghesa BOG1 (5%).



*Sono evidenziate in arancione le sigle e i limiti delle Unità Cartografiche della Carta dei Suoli al livello di dettaglio 1:50.000*



I.TER ha condotto un'indagine pedologica che ha permesso di scegliere gli appezzamenti idonei e rappresentativi di ambienti pedologici per la sperimentazione da realizzarsi ai fini del Piano Operativo. E' stata effettuata la caratterizzazione pedologica degli appezzamenti (uno a prato stabile, uno a erba medica) prescelti tramite lo studio e la descrizione del suolo con trivella olandese fino a 110 cm di profondità secondo le indicazioni del "Manuale di Campagna" ed. Luglio 2002 del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, di 12 trivellate, eseguite fino a 110 cm di profondità e di 2 profili di suolo. Tutte le osservazioni pedologiche (profili pedologici e trivellate) sono state georeferenziate secondo standard Datum WGS 1984; proiezione UTM; fuso 33. Ogni osservazione è stata ricollegata alle Tipologie di suolo regionali ed è stata classificata utilizzando i sistemi di classificazione Soil Taxonomy (USDA- Keys to Soil Taxonomy) sino a livello di famiglia, e World Reference Base.

I profili pedologici realizzati in data 11/10/2018 sono stati scavati fino a 140 cm di profondità, con dimensioni adeguate per mettere in evidenza il substrato pedogenetico. Tutti gli orizzonti sono stati descritti e campionati per le analisi di laboratorio routinarie. Le 12 trivellate realizzate in data 23/01/2017, hanno consentito, oltre la caratterizzazione pedologica, il prelievo di due campioni composti a due profondità: 0-15 cm e 15-30 cm.

Nel profilo, invece, il campionamento ha interessato gli strati 0-15 cm e 15-30 cm e poi i vari strati pedologici sottostanti che sono stati riconosciuti e descritti.

Le analisi realizzate per i campioni (orizzonti del profilo) sono le seguenti:

- Tessitura metodo pipetta (setacci per la sabbia – 2000 -50 micron; pipetta per la separazione di limo 50 – 2 micron e argilla < 2 micron)
- Reazione (pH in acqua)
- Calcare totale (metodo gasvolumetrico)
- Calcare attivo (metodo Droineau)
- Sostanza organica (metodo Walkley e Black)
- Sostanza organica (metodo analizzatore elementare)
- Azoto totale (Metodo Kjeldhal)
- P2O5 assimilabile (Metodo Olsen)
- K2O assimilabile (Metodo con acetato d'ammonio)

Le analisi realizzate per i campioni composti (realizzati tramite le 12 trivellate) sono le seguenti:

- Sostanza organica (metodo Walkley e Black)
- Sostanza organica (metodo analizzatore elementare)



DESCRIZIONE ATTIVITA'  
SOCIETA' AGRICOLA LA VALLE  
DI ARDUINI ENRICO, MASSIMO  
E MARCELLO S.S.



*Localizzazione e età dei prati stabili e localizzazione dei campi di erba medica dell'azienda*

### Ricollegamento delle trivellate alle Unità Tipologiche di Suolo dell'Archivio Regionale (Archivio F5008)



Localizzazione in Google Earth delle 12 trivellate eseguite (ARD1C1, ARD1C2, ARD1C3, ARD1C4, ARD1C5, ARD1C6, ARD2C1, ARD2C2, ARD2C3, ARD2C4, ARD2C5, ARD2C6)



DESCRIZIONE ATTIVITA' SOCIETA' AGRICOLA LA VALLE DI  
ARDUINI ENRICO, MASSIMO E MARCELLO S.S.



Uso del suolo	Triv	UTS	Descrizione	Tessitura Orizzonti					
				Limiti (cm)	Orizzonte	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Calcare totale %
Prato stabile	ARD1C1	BEL1	Suolo a tessitura franca argillosa limosa in tutti gli orizzonti. Presenti screziature ossidate (10% nell'orizzonte Ap2, 20% nell'orizzonte Bk e 10% nell'orizzonte Bbw), presenti screziature ridotte (10% nell'orizzonte Ap2, 20% nell'orizzonte Bk e 5% nell'orizzonte Bbw). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (2% negli orizzonti Bk e Bbw), masse cementate di carbonati di calcio e magnesio (3% negli orizzonti Bk e Bbw). Suolo molto calcareo negli orizzonti Ap1, Ap2 e Bk, scarsamente calcareo nell'orizzonte Bbw, moderatamente drenato e profondo	0-20	Ap1	20	50	30	10-25
				20-40	Ap2	20	44	36	10-25
				40-90	Bk	20	44	36	10-25
				90-110	Bbw	15	45	40	1-5
Prato stabile	ARD1C2	BEL1	Suolo a tessitura franca argillosa limosa in tutti gli orizzonti. Presenti screziature ossidate (10% nell'orizzonte Ap2, 15% nell'orizzonte Bk e 20% nell'orizzonte Bbk), presenti screziature ridotte (10% nell'orizzonte Ap2, 20% nell'orizzonte Bk e 5% nell'orizzonte Bbk). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (0,5% negli orizzonti Bk e Bbk), masse cementate di carbonati di calcio e magnesio (5% nell'orizzonte Bk e 1% nell'orizzonte Bbk). Suolo molto calcareo negli orizzonti Ap1, Ap2 e Bk, scarsamente calcareo nell'orizzonte Bbk, moderatamente drenato e profondo	0-15	Ap1	20	50	30	10-25
				15-40	Ap2	20	44	36	10-25
				40-90	Bk	20	44	36	10-25
				90-110	Bbk	15	45	40	1-5
Prato stabile	ARD1C3	BEL1	Suolo a tessitura franca argillosa limosa in tutti gli orizzonti. Presenti screziature ossidate (10% nell'orizzonte Ap2, 10% nell'orizzonte Bk), presenti screziature ridotte (10% nell'orizzonte Ap2, 10% nell'orizzonte Bk e 10% nell'orizzonte Bbk). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (5% negli orizzonti Bk e Bbk), masse cementate di carbonati di calcio e magnesio (5% negli orizzonti Bk e Bbk). Suolo molto calcareo negli orizzonti Ap1, Ap2 e Bk, scarsamente calcareo nell'orizzonte Bbk, moderatamente drenato e profondo	0-20	Ap1	20	50	30	10-25
				20-40	Ap2	20	44	36	10-25
				40-90	Bk	20	44	36	10-25
				90-110	Bbk	15	45	40	1-5



DESCRIZIONE ATTIVITA' SOCIETA' AGRICOLA LA VALLE DI  
ARDUINI ENRICO, MASSIMO E MARCELLO S.S.



Uso del suolo	Triv	UTS	Descrizione	Tessitura Orizzonti					
				Limiti (cm)	Orizzonte	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Calcare totale %
Prato stabile	ARD1C4	BEL1	Suolo a tessitura franca argillosa limosa in tutti gli orizzonti. Presenti screziature ossidate (5% nell'orizzonte Ap2 e 5% nell'orizzonte Bk), presenti screziature ridotte (10% nell'orizzonte Ap2, 10% nell'orizzonte Bk e 50% nell'orizzonte Bw). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (2% negli orizzonti Bk e Bw), masse cementate di carbonati di calcio e magnesio (5% negli orizzonti Bk e Bw). Suolo molto calcareo in tutti gli orizzonti, moderatamente drenato e profondo	0-15	Ap1	10	60	30	10-25
				15-30	Ap2	10	54	36	10-25
				30-90	Bk	10	54	36	10-25
				30-110	Bw	20	40	40	10-25
Prato stabile	ARD1C5	BEL1	Suolo a tessitura franca argillosa limosa in tutti gli orizzonti. Presenti screziature ossidate (5% nell'orizzonte Ap1, 10% nell'orizzonte Ap2 e 10% nell'orizzonte Bk), presenti screziature ridotte (25% nell'orizzonte Bk e 5% nell'orizzonte Bbw). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (1% negli orizzonti Bk e Bbw), masse cementate di carbonati di calcio e magnesio (3% nell'orizzonte Bk). Suolo molto calcareo negli orizzonti Ap1, Ap2 e Bk, scarsamente calcareo nell'orizzonte Bbw, moderatamente drenato e profondo	0-20	Ap1	20	50	30	10-25
				20-40	Ap2	20	50	30	10-25
				40-70	Bk	20	45	35	10-25
				70-110	Bkw	35	28	37	1-5
Prato stabile	ARD1C6	BEL1	Suolo a tessitura franca argillosa limosa in tutti gli orizzonti. Presenti screziature ossidate (5% nell'orizzonte Ap2 e Bk, 3% nell'orizzonte Bbw), presenti screziature ridotte (25% nell'orizzonte Ap2 e 35% nell'orizzonte Bk). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (10% negli orizzonti Bk e Bbw), masse cementate di carbonati di calcio e magnesio (2% nell'orizzonte Bk). Suolo molto calcareo negli orizzonti Ap1, Ap2 e Bk, da moderatamente calcareo a molto calcareo nell'orizzonte Bbw, moderatamente drenato e profondo	0-20	Ap1	10	60	30	10-25
				20-40	Ap2	10	54	36	10-25
				40-80	Bk	10	54	36	10-25
				80-110	Bbw	15	45	40	5-10/10-25



DESCRIZIONE ATTIVITA' SOCIETA' AGRICOLA LA VALLE DI  
ARDUINI ENRICO, MASSIMO E MARCELLO S.S.



Uso del suolo	Triv	UTS	Descrizione	Tessitura Orizzonti					
				Limiti (cm)	Orizzonte	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Calcare totale %
Erba medica	ARD2C1	BEL1	Suolo a tessitura franca argillosa limosa in tutti gli orizzonti. Presenti screziature ossidate (5% nell'orizzonte Bk), presenti screziature ridotte (7% nell'orizzonte Bk). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (2% nell'orizzonte Bk), masse cementate di carbonati di calcio e magnesio (2% nell'orizzonte Bk). Suolo molto calcareo in tutti gli orizzonti, moderatamente drenato e profondo	0-40	Ap1	20	48	32	10-25
				40-60	Ap2	25	39	36	10-25
				60-110	Bk	15	45	40	10-25
Erba medica	ARD2C2	BEL1	Suolo a tessitura franca argillosa limosa in tutti gli orizzonti. Presenti screziature ridotte (20% nell'orizzonte Ap2, 30% nell'orizzonte Bk e 30% nell'orizzonte Bbk). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (2% negli orizzonti Ap2, Bk e Bbk), masse cementate di carbonati di calcio e magnesio (5% negli orizzonti Bk e Bbk). Suolo molto calcareo negli orizzonti Ap1, Ap2 e Bk, scarsamente calcareo nell'orizzonte Bbk, moderatamente drenato e profondo	0-40	Ap1	20	50	30	10-25
				40-60	Ap2	20	45	35	10-25
				60-90	Bk	20	45	35	10-25
				90-110	Bbk	20	40	40	1-5
Erba medica	ARD2C3	BEL1	Suolo a tessitura franca argillosa limosa in tutti gli orizzonti. Presenti screziature ossidate (5% negli orizzonti Bk e Bbk), presenti screziature ridotte (10% nell'orizzonte Bk e 15% nell'orizzonte Bbk). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (1% nell'orizzonte Bk e 0,5% nell'orizzonte Bbk), masse cementate di carbonati di calcio e magnesio (3% nell'orizzonte Bk e 1% nell'orizzonte Bbk). Suolo molto calcareo negli orizzonti Ap1, Ap2, moderatamente calcareo nell'orizzonte Bk e molto calcareo nell'orizzonte Bbk, moderatamente drenato e profondo	0-20	Ap1	20	48	32	10-25
				20-50	Ap2	20	48	32	10-25
				50-90	Bk	20	44	36	5-10
				90-110	Bbk	20	40	40	1-5



DESCRIZIONE ATTIVITA' SOCIETA' AGRICOLA LA VALLE DI  
ARDUINI ENRICO, MASSIMO E MARCELLO S.S.

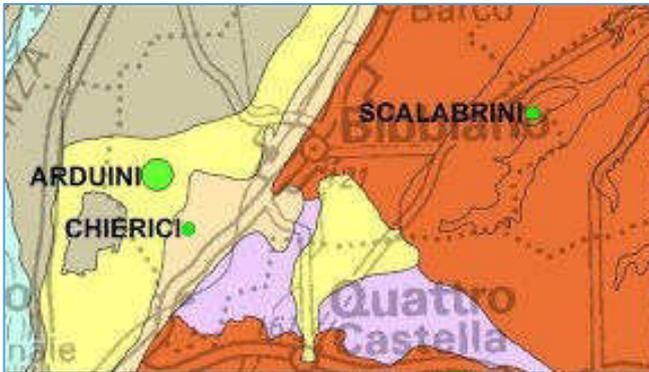


Uso del suolo	Triv	UTS	Descrizione	Tessitura Orizzonti					
				Limiti (cm)	Orizzonte	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Calcare totale %
Erba medica	ARD2C4	BEL1	Suolo a tessitura franca argillosa limosa in tutti gli orizzonti. Presenti screziature ossidate (5% negli orizzonti Bk e Bbk), presenti screziature ridotte (10% negli orizzonti Bk e Bbk). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (1% negli orizzonti Bk e Bbk), masse cementate di carbonati di calcio e magnesio (5% negli orizzonti Bk e Bbk). Suolo molto calcareo nell'orizzonte Ap1, da moderatamente calcareo a molto calcareo negli orizzonti Ap2 e Bk, da scarsamente calcareo a moderatamente calcareo nell'orizzonte Bbk, moderatamente drenato e profondo	0-40	Ap1	20	48	32	10-25
				40-60	Ap2	20	48	32	5-10/10-25
				60-90	Bk	20	44	36	5-10/10-25
				90-110	Bbk	20	40	40	1-5/5-10
Erba medica	ARD2C5	BEL1	Suolo a tessitura franca argillosa limosa in tutti gli orizzonti. Presenti screziature ossidate (5% nell'orizzonte Bbk), presenti screziature ridotte (15% nell'orizzonte Bk e 5% nell'orizzonte Bbk). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (0,5% negli orizzonti Bk e Bbk), masse cementate di carbonati di calcio e magnesio (3% nell'orizzonte Bk e 1% nell'orizzonte Bbk). Suolo molto calcareo nell'orizzonte Ap1, moderatamente calcareo nell'orizzonte Bk e scarsamente calcareo nell'orizzonte Bbk, moderatamente drenato e profondo	0-40	Ap	20	50	30	10-25
				40-80	Bk	20	45	35	5-10
				80-110	Bbk	20	40	40	1-5
Erba medica	ARD2C6	BEL1	Suolo a tessitura franca argillosa limosa in tutti gli orizzonti. Presenti screziature ossidate (3% nell'orizzonte Bk e 10% nell'orizzonte Bbk), presenti screziature ridotte (7% nell'orizzonte Bk). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (0,5% negli orizzonti Bk e Bbk), masse cementate di carbonati di calcio e magnesio (2% negli orizzonti Bk e Bbk). Suolo molto calcareo negli orizzonti Ap e Bk e scarsamente calcareo nell'orizzonte Bbk, moderatamente drenato e profondo	0-40	Ap	20	50	30	10-25
				40-80	Bk	20	44	36	10-25
				80-110	Bbk	20	40	40	1-5



*Dati provenienti da analisi di laboratorio eseguite sui campioni composti (0-15 e 15- 30 cm)*

<b>Strato campionato:</b>	<b>Profondità cm:</b>	<b>Sostanza organica (metodo analizzatore elementare)</b>	<b>Sostanza organica (metodo Walkey-Black)</b>
ARD2C1 Erba medica	0-15	3,1	2,6
ARD2C2 Erba medica	0-15	2,6	1,8
ARD2C3 Erba medica	0-15	3,3	2,7
ARD2C4 Erba medica	0-15	3,8	3,0
ARD2C5 Erba medica	0-15	1,8	2,2
ARD2C6 Erba medica	0-15	3,0	2,8
ARD1C1 Prato stabile 100 anni	0-15	4,8	4,1
ARD1C2 Prato stabile 100 anni	0-15	4,1	3,9
ARD1C3 Prato stabile 100 anni	0-15	5,9	4,9
ARD1C4 Prato stabile 100 anni	0-15	4,5	2,5
ARD1C5 Prato stabile 100 anni	0-15	4,1	3,9
ARD1C6 Prato stabile 100 anni	0-15	3,6	4,2
ARD2C1 Erba medica	15-30	3,3	2,6
ARD2C2 Erba medica	15-30	2,7	2,1
ARD2C3 Erba medica	15-30	3,1	2,5
ARD2C4 Erba medica	15-30	3,3	2,6
ARD2C5 Erba medica	15-30	2,2	1,3
ARD2C6 Erba medica	15-30	3,8	3,3
ARD1C1 Prato stabile 100 anni	15-30	3,1	2,5
ARD1C2 Prato stabile 100 anni	15-30	2,2	2,5
ARD1C3 Prato stabile 100 anni	15-30	3,4	2,6
ARD1C4 Prato stabile 100 anni	15-30	1,8	2,2
ARD1C5 Prato stabile 100 anni	15-30	2,6	3,1
ARD1C6 Prato stabile 100 anni	15-30	2,4	2,2

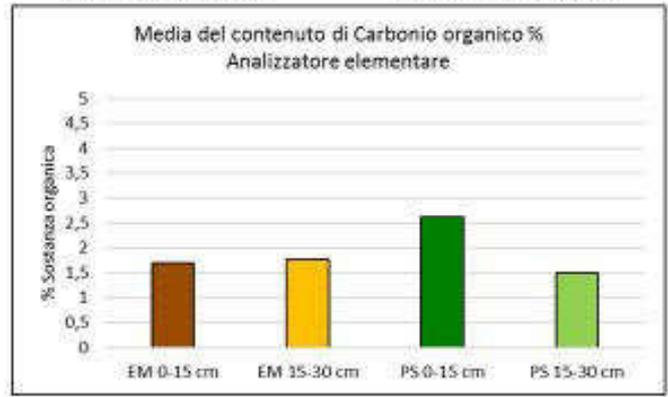


**ARDUINI SUOLI BELLARIA SU CONFINE**



**ERBA MEDICA**

**PRATO STABILE**





DESCRIZIONE ATTIVITA'  
SOCIETA' AGRICOLA LA VALLE  
DI ARDUINI ENRICO, MASSIMO  
E MARCELLO S.S.



## DESCRIZIONE PROFILO PRA1 P03



Localizzazione del sito in Google Earth collegato alla Carta dei Suoli del Catalogo dei Suoli della Pianura emiliano-romagnola in scala 1:50.000 ([Collegamento Web alla Carta](#)).

## DESCRIZIONE DELLA STAZIONE

**Sigla del profilo:** PRA1 P03

**Provincia:** Reggio Emilia

**Località:** Società Agricola la Valle di Arduini Enrico, Massimo e Marcello S.S.

**Rilevatori:** Carla Scotti e Nicolò Mignardi

**Data di descrizione:** 11/10/2018

**Uso del suolo:** prato permanente irriguo

**Morfologia:** piana pedemontana, in ambiente di conoide recente e di terrazzo di basso ordine, la pendenza delle superfici è tipicamente dello 0.5-1%

**Materiale parentale e substrato:** Il substrato è costituito da limi, sabbie e in profondità ghiaie.

**Falda:** Falda non rilevata

**Classificazione Soil Taxonomy (2010):** Udifluventic Haplustepts loamy, mixed, superactive, mesic

**Classificazione WRB (2007):** Fluvis Cambisols (Calcaric)

**UTS riconosciuta:** Bellaria che ricopre un suolo Confine





## DESCRIZIONE DEL PROFILO

*I colori si riferiscono al suolo umido salvo diversa indicazione*



**Ap** 0-30 cm; umido, franco argilloso limoso, colore umido bruno rossastro (10YR 4/3), screziature assenti, scheletro assenti, struttura principale poliedrica angolare media, mediamente sviluppata, struttura secondaria poliedrica angolare grossolana, mediamente sviluppata; pori principali medi canali discontinui (3 mm, 0,5%), pori secondari fini canali discontinui (2 mm, 2%), figure pedogenetiche assenti, radici grossolane (8 mm) comuni (4 radici su 100 cm<sup>2</sup>), effervescenza all'HCl violenta, limite abrupto lineare.

**Bw** 30-60 cm; umido, franco argilloso, colore umido bruno rossastro (10YR 5/3) e bruno rossastro (10YR 5/4), screziature assenti, scheletro assente, struttura principale poliedrica angolare grossolana, moderatamente sviluppata, struttura secondaria poliedrica angolare media, debolmente sviluppata; pori principali medi canali discontinui (3 mm, 0,1%), pori secondari fini vescicole (1 mm, 0,3%), figure pedogenetiche di precipitazione di carbonati o sali masse cementate di carbonato di calcio di forma irregolare (2,5%, 0,5 mm), radici fini (2 mm) poche (10 radici su 100 cm<sup>2</sup>), effervescenza all'HCl violenta, limite diffuso lineare.

**Bssb** 60-105 cm, umido, franco argilloso limoso, colore umido bruno scuro (10YR 3/3) e rosso cupo (10YR 3/2), screziature assenti, scheletro assente, struttura principale prismatica media, moderatamente sviluppata, struttura secondaria poliedrica angolare media, debolmente sviluppata; pori principali fini (0,5 mm, 0,1%); figure pedogenetiche da stress facce di pressione continue e facce di scivolamento

occasionalmente; figure pedogenetiche di precipitazione di carbonati o sali masse cementate di carbonato di calcio di forma irregolare (2,5%, 2 mm), radici fini (2 mm) poche (7 radici su 100 cm<sup>2</sup>), effervescenza all'HCl debole, limite chiaro lineare.

**Bwb** 105-145 cm, umido, franco argilloso sabbioso, colore umido bruno giallastro scuro (10YR 3/6) e bruno scuro (10YR 3/4), screziature grigio bruno (10 YR 5/2) (20% da 10 mm) e bruno giallastro (10YR 5/6) (10%, 1 mm), scheletro leggermente alterato (55% di 50 mm e 25% da 80 mm); struttura poliedrica angolare fine, debolmente sviluppata; pori principali fini (0,5 mm, 0,1%); figure pedogenetiche di precipitazione di ossidi e idrossidi masse cementate di ferro e manganese di forma irregolare (5% da 2 mm); radici fini (1 mm) poche (2 radici su 100 cm<sup>2</sup>), effervescenza debole, limite sconosciuto.



*Dati provenienti da analisi di laboratorio eseguite su tutti gli orizzonti individuati del profilo*

Tipo e numero di osservazione	N° Orizzonte	Strato campionato	Profondità cm	Sabbia	Limo	Argilla	pH	Calcare totale	Calcare attivo
P3	1	Ap	0-15	12	49	39	7,73	10	5,5
P3	1	Ap	15-30	9	54	37	7,27	13	5,8
P3	2	Bw	30-60	11	50	39	7,64	18	7,8
P3	3	Bssb	60-105	6	60	34	7,64	1	0,5
P3	4	Bwb	105-145	79	16	5	7,8	5	2,9

Tipo e numero di osservazione	N° Orizzonte	Strato campionato	Profondità cm	Sostanza organica (metodo analizzatore elementare)	Sostanza organica (metodo Walkey-Black)	Potassio assimilabile (come K2O)	Fosforo assimilabile (come P2O5)	Azoto totale
P3	1	Ap	0-15	3,6	3	384	226	2
P3	1	Ap	15-30	3	2,6	357	194,2	2,1
P3	2	Bw	30-60	1,3	1	161	26,9	0,9
P3	3	Bssb	60-105	1,3	0,9	283	15,8	0,7
P3	4	Bwb	105-145	0,7	0,7	309	29,3	0,4

## QUALITÀ AGRONOMICHE DEL PROFILO RILEVATO

Disponibilità di ossigeno	buona
Rischio di incrostamento superficiale	assente
Fessurabilità	media
Capacità in acqua disponibile	alta (225-300 mm)
Profondità utile per le radici delle piante	molto elevata (>150 cm)
Percorribilità	discreta
Resistenza meccanica alle lavorazioni	moderata
Tempo di attesa per le lavorazioni	medio
Inondabilità	nessuna o rara (fino a 1-5 volte/100 anni)
Capacità depurativa	alta
Capacità di accettazione piogge	moderata
Rischio di perdite di suolo per erosione	nessun problema riscontrato



## DESCRIZIONE PROFILO PRA1 P04



Localizzazione del sito in Google Earth collegato alla Carta dei Suoli del Catalogo dei Suoli della Pianura emiliano-romagnola in scala 1:50.000 ([Collegamento Web alla Carta](#)).

## DESCRIZIONE DELLA STAZIONE

**Sigla del profilo:** PRA1 P04

**Provincia:** Reggio Emilia

**Località:** Società Agricola la Valle di Arduini Enrico, Massimo e Marcello S.S.

**Rilevatori:** Carla Scotti e Nicolò Mignardi

**Data di descrizione:** 11/10/2018

**Uso del suolo:** prato permanente irriguo

**Morfologia:** piana pedemontana, in ambiente di conoide recente e di terrazzo di basso ordine, la pendenza delle superfici è tipicamente dello 0.5-1%.

**Materiale parentale e substrato:** Il substrato è costituito da limi, sabbie e ghiaie.

**Falda:** Falda non rilevata

**Classificazione Soil Taxonomy (2010):** Udifluventic Haplustepts loamy, mixed, superactive, mesic

**Classificazione WRB (2007):** Fluvic Cambisols (Calcaric)

**UTS riconosciuta:** Bellaria che ricopre un suolo Confine





## DESCRIZIONE DEL PROFILO

*I colori si riferiscono al suolo umido salvo diversa indicazione*



**A1** 0-15 cm; umido, franco argilloso limoso, colore umido bruno rossastro scuro (2.5Y 3/3), screziature assenti, scheletro assente, struttura principale poliedrica angolare media, moderatamente sviluppata, struttura secondaria poliedrica angolare grossolana, moderatamente sviluppata; pori principali grossolani canali discontinui (6 mm, 3%); figure pedogenetiche assenti, radici fini (1,5 mm) comuni (15 radici su 100 cm<sup>2</sup>), effervescenza all'HCl violenta, limite chiaro lineare.

**A2** 15-25 cm; umido, franco argilloso limoso, colore umido bruno oliva (2.5Y 4/3), screziature assenti, scheletro assente, struttura principale poliedrica angolare media, moderatamente sviluppata, struttura secondaria poliedrica angolare grossolana, moderatamente sviluppata; pori principali grossolani canali discontinui (6 mm, 2 %); figure pedogenetiche assenti, radici fini (1 mm) poche (10 radici su 100 cm<sup>2</sup>), effervescenza all'HCl violenta, limite chiaro irregolare.

**Bk1** 25-75 cm, umido, franco argilloso limoso, colore umido bruno (10YR 5/3), screziature assenti, scheletro assente, struttura principale poliedrica angolare media, moderatamente sviluppata, struttura secondaria poliedrica angolare grossolana, moderatamente sviluppata; pori principali fini vescicole (1 mm, 3%), pori secondari medi vescicole (4 mm, 0,5%); figure pedogenetiche di precipitazione di carbonati o sali masse cementate di carbonato di calcio di forma cilindrica all'interno dei vuoti (3% da 1 mm), radici molto fini (0,5 mm) poche (5 radici su 100 cm<sup>2</sup>), effervescenza all'HCl violenta, limite diffuso lineare.

**Bbk2** 75-120 cm, umido, franco argilloso sabbioso, colore umido bruno scuro (10YR 4/3), screziature bruno giallastro (10 YR 5/4) (25% da 8 mm), scheletro leggermente alterato (3% di 15 mm); struttura principale prismatica media, debolmente sviluppata; pori principali fini vescicole (0,5 mm, 0,5%); figure pedogenetiche da stress facce di pressione discontinue e facce di scivolamento occasionali; figure pedogenetiche di precipitazione di carbonati o sali masse cementate di carbonato di calcio di forma irregolare a localizzazione casuale (4% da 7 mm) e masse cementate di carbonato di calcio forma irregolare a disposizione casuale (3% da 1 mm), figure pedogenetiche di precipitazione di ossidi e idrossidi concrezioni di ferro e manganese (5% da 1 mm); radici molto fini (0,5 mm) poche (5 radici su 100 cm<sup>2</sup>), effervescenza all'HCl debole, limite graduale lineare.

**Bbk3** 120-145 cm, umido, franco argilloso sabbioso, colore umido bruno giallastro scuro (10YR 4/6), screziature grigio bruno (10 YR 5/2) (15% da 3 mm) e bruno giallastro (10YR 5/6) (30% da 70 mm), scheletro leggermente alterato (3% di 15 mm); struttura principale poliedrica angolare media, moderatamente sviluppata, struttura secondaria poliedrica angolare grossolana, moderatamente sviluppata; pori principali fini vescicole (0,5 mm, 0,5%); figure pedogenetiche da stress facce di pressione discontinue occasionali; figure pedogenetiche di precipitazione di carbonati o sali masse cementate di carbonato di calcio di forma cilindrica localizzate nei vuoti (3% da 2 mm), figure pedogenetiche di precipitazione di ossidi e idrossidi concrezioni di ferro e manganese (3% da 0,5 mm); radici molto fini (0,5 mm) poche (1 radice su 100 cm<sup>2</sup>), effervescenza all'HCl debole, limite sconosciuto



*Dati provenienti da analisi di laboratorio eseguite su tutti gli orizzonti individuati del profilo*

Tipo e numero di osservazione	N° Orizzonte	Strato campionato	Profondità cm	Sabbia	Limo	Argilla	pH	Calcare totale	Calcare attivo
P4	1	A1	0-15	10	52	38	7,56	12	4,4
P4	2	A2	15-30	9	52	39	7,76	15	7,8
P4	3	Bk1	30-75	11	52	37	7,83	21	11,1
P4	4	Bbk2	75-120	11	52	37	7,85	3	1,1
P4	5	Bbk3	120-145	14	49	37	7,93	2	0,8

Tipo e numero di osservazione	N° Orizzonte	Strato campionato	Profondità cm	Sostanza organica (metodo analizzatore elementare)	Sostanza organica (metodo Walkey-Black)	Potassio assimilabile (come K2O)	Fosforo assimilabile (come P2O5)	Azoto totale
P4	1	A1	0-15	5,9	5,8	724	153,7	3,1
P4	2	A2	15-30	2,1	1,8	671	45,4	1
P4	3	Bk1	30-75	1,3	1	582	31,6	0,6
P4	4	Bbk2	75-120	0,7	0,7	448	22,5	0,5
P4	5	Bbk3	120-145	0,5	0,5	306	23,9	0,3

## QUALITÀ AGRONOMICHE DEL PROFILO RILEVATO

Disponibilità di ossigeno	buona
Rischio di incrostamento superficiale	assente
Fessurabilità	media
Capacità in acqua disponibile	alta (225-300 mm)
Profondità utile per le radici delle piante	molto elevata (>150 cm)
Percorribilità	discreta
Resistenza meccanica alle lavorazioni	moderata
Tempo di attesa per le lavorazioni	medio
Inondabilità	nessuna o rara (fino a 1-5 volte/100 anni)
Capacità depurativa	moderata
Capacità di accettazione piogge	moderata
Rischio di perdite di suolo per erosione	nessun problema riscontrato



DESCRIZIONE ATTIVITA'  
SOCIETA' AGRICOLA LA VALLE  
DI ARDUINI ENRICO, MASSIMO  
E MARCELLO S.S.



## **Descrizione dell'Unità tipologica di suolo riconosciuta – Estratto da Catalogo dei tipi di suolo Emilia-Romagna**

### **BELLARIA (BEL1)**

I suoli BELLARIA sono molto profondi, molto calcarei, moderatamente alcalini, a tessitura da media a moderatamente fine. È presente ghiaia non alterata a partire da due metri circa di profondità. Il substrato è costituito da alluvioni a tessitura da media a grossolana. I suoli BELLARIA sono in aree di conoide o in superfici terrazzate recentemente abbandonate ed incise dai fiumi appenninici ed in zone di pianura pedecollinare interessate di recente da rotte fluviali di modesta entità. In queste terre la pendenza varia dallo 0,5 allo 0,8%.

**Classificazione Soil Taxonomy (keys 2010): Udifluventic Haplustepts loamy, mixed, superactive, mesic**

**Classificazione WRB (keys 2007): Fluvic Cambisols (Calcaric)**



DESCRIZIONE ATTIVITA'  
AZIENDA AGRICOLA  
CARCARENA DI BURINI CARLO



## DESCRIZIONE ATTIVITA' SVOLTA NELL'AZIENDA AZIENDA AGRICOLA CARCARENA DI BURINI CARLO AI FINI DEL PIANO OPERATIVO "PRATI\_CO"

A cura di Carla Scotti e Antea De Monte di I.TER



Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma regionale di sviluppo rurale 2014-2020 – Tipo di operazione 16.1.01 – Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione: "produttività e sostenibilità dell'agricoltura" – Focus Area 5E

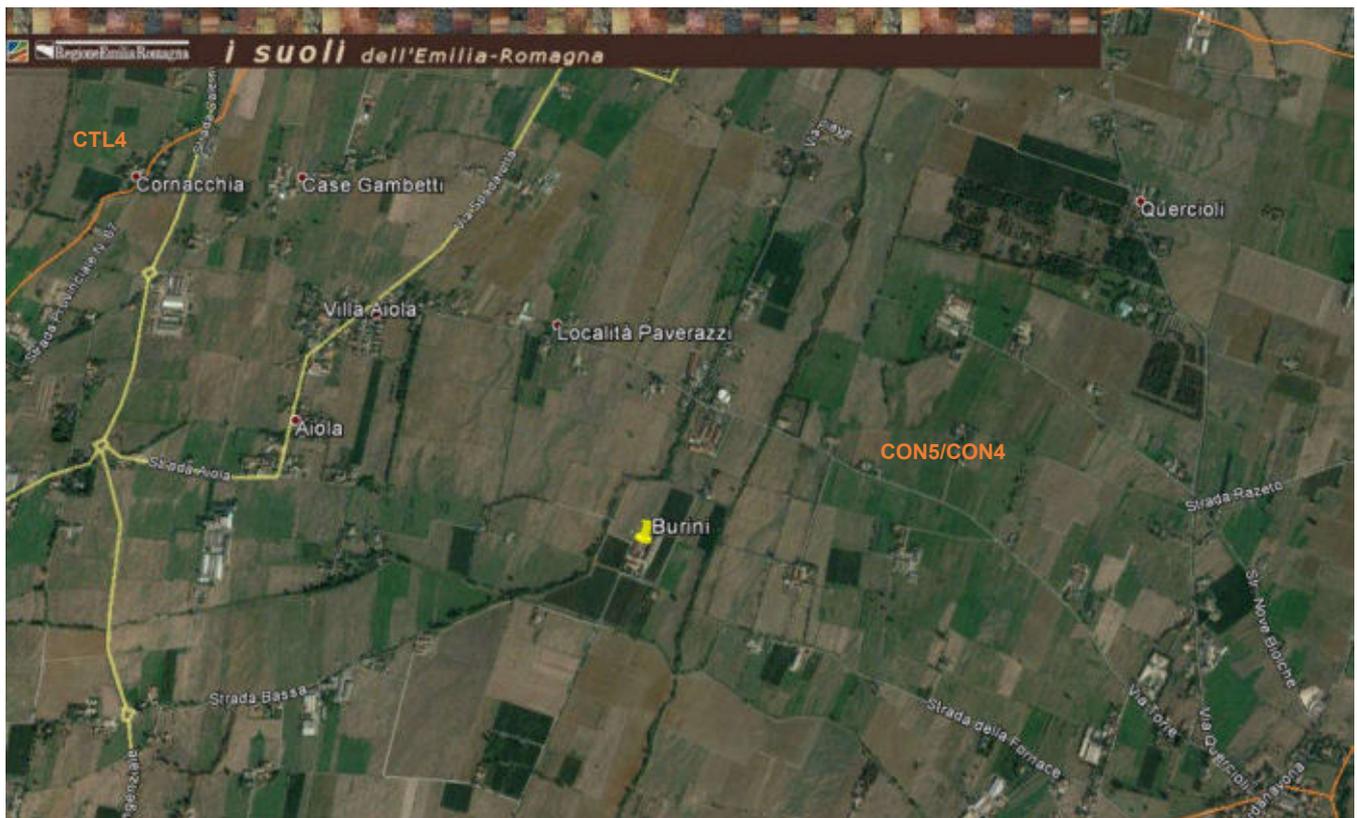




## DESCRIZIONE DEL SITO

Il sito rilevato è localizzato all'interno del comune di Bibbiano (RE) e si trova nella Piana pedemontana, in ambiente di conoide. Sono superfici molto antiche, generalmente molto estese, localizzate in prossimità dell'Enza, a substrato ghiaioso prevalente, il cui tetto affiora generalmente a profondità variabili fra i 50 e i 150 cm. Non si riscontrano ondulazioni od incisioni di una qualche entità.

Rispetto al Catalogo dei suoli della pianura emiliano-romagnola (edizione 2015) realizzata dal **Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna**, gli appezzamenti rilevati ricadono all'interno dell'unità cartografica CON5/CON4 (complesso dei suoli CONFINE franco argillosi ghiaiosi / CONFINE franco argilloso limosi, a copertura alluvionale); delimitazione 8272, caratterizzata dai suoli Confine franco argilloso ghiaiosa CON5 (40%), Confine franco argilloso limosa, a copertura alluvionale CON4 (40%), Tiepido franco argilloso limosa TIE2 (10%), Tre Rivi franca argillosa limosa TRR1 (5%) e Villa Paolina variante a substrato ghiaioso VIPz (5%).



*Sono evidenziate in arancione le sigle e i limiti delle Unità Cartografiche della Carta dei Suoli al livello di dettaglio 1:50.000*



I.TER ha condotto un'indagine pedologica speditiva con trivella olandese che ha permesso di scegliere gli appezzamenti idonei e rappresentativi di ambienti pedologici per la sperimentazione da realizzarsi ai fini del Piano Operativo. E' stata effettuata la caratterizzazione pedologica degli appezzamenti (uno a prato stabile, uno a erba medica) prescelti tramite l'esecuzione e la descrizione fino a 110 cm secondo le indicazioni del "Manuale di Campagna" ed. Luglio 2000 del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, di 6 trivellate per diverso uso del suolo, eseguite fino a 110 cm e di 2 profili di suolo. Tutte le osservazioni pedologiche (profili pedologici e trivellate) sono state georeferenziate secondo standard Datum WGS 1984; proiezione UTM; fuso 33. Ogni osservazione è stata ricollegata alle Tipologie di suolo regionali ed è stata classificata utilizzando i sistemi di classificazione Soil Taxonomy (USDA- Keys to Soil Taxonomy) sino a livello di famiglia, e World Reference Base.

I profili pedologici realizzati in data 24/10/2017 sono stati scavati con dimensioni adeguate per mettere in evidenza il substrato pedogenetico. Tutti gli orizzonti sono stati descritti e campionati per le analisi di laboratorio routinarie. Le 12 trivellate realizzate in data 21/04/2017 e 05/06/2017, hanno consentito, oltre la caratterizzazione pedologica, il prelievo di due campioni composti a due profondità: 0-15 cm e 15-30 cm.

Nel profilo, invece, il campionamento ha interessato gli strati 0-15 cm e 15-30 cm e poi i vari strati pedologici sottostanti che sono stati riconosciuti e descritti.

Le analisi realizzate per i campioni (orizzonti del profilo) sono le seguenti:

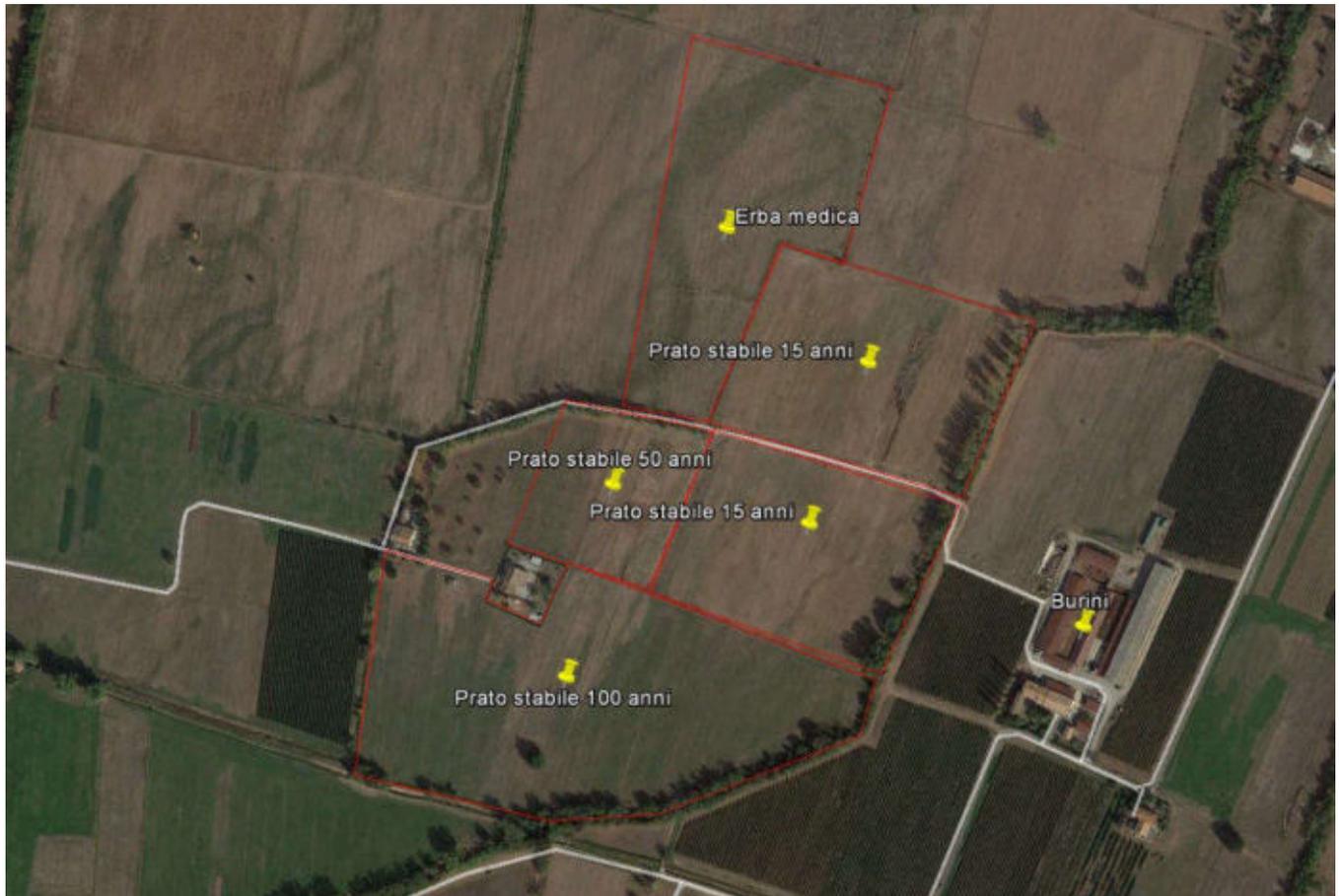
- Tessitura metodo pipetta (setacci per la sabbia – 2000 -50 micron; pipetta per la separazione di limo 50 – 2 micron e argilla < 2 micron)
- Reazione (pH in acqua)
- Calcare totale (metodo gasvolumetrico)
- Calcare attivo (metodo Droineau)
- Sostanza organica (metodo Walkley e Black)
- Sostanza organica (metodo analizzatore elementare)
- Azoto totale (Metodo Kjeldhal)
- P2O5 assimilabile (Metodo Olsen)
- K2O assimilabile (Metodo con acetato d'ammonio)

Le analisi realizzate per i campioni composti (realizzati tramite le 12 trivellate) sono le seguenti:

- Sostanza organica (metodo Walkley e Black)
- Sostanza organica (metodo analizzatore elementare)



DESCRIZIONE ATTIVITA'  
AZIENDA AGRICOLA  
CARCARENA DI BURINI CARLO



*Localizzazione e età dei prati stabili e localizzazione dei campi di erba medica dell'azienda*

**Ricollegamento delle trivellate alle Unità Tipologiche di Suolo dell'Archivio Regionale (Archivio F5008)**



*Localizzazione in Google Earth delle 12 trivellate eseguite (BUR1C1, BUR1C2, BUR1C3, BUR2C1, BUR2C2, BUR2C3, BUR3C1, BUR3C2, BUR3C3, BUR4C1, BUR4C2, BUR4C3)*



DESCRIZIONE ATTIVITA' AZIENDA AGRICOLA CARCARENA DI  
BURINI CARLO



Uso del suolo	Triv	UTS	Descrizione	Tessitura Orizzonti					
				Limiti (cm)	Orizzonte	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Calcare totale %
Erba medica	BUR1C1	CON5	Suolo a tessitura franca argillosa in tutti gli orizzonti. Suolo moderatamente calcareo in tutti gli orizzonti, moderatamente drenato e profondo	0-15	Ap1	25	45	30	5-10
				15-45	Ap2	20	48	32	5-10
Erba medica	BUR1C2	CON5	Suolo a tessitura franca argillosa nell'orizzonte Ap1, franca argillosa limosa nell'orizzonte Ap2. Presenti screziature ossidate (2% nell'orizzonte Ap1 e 1% nell'orizzonte Ap2). Suolo molto calcareo in tutti gli orizzonti, moderatamente drenato e profondo	0-25	Ap1	20	51	29	10-25
				25-55	Ap2	10	58	32	10-25
Erba medica	BUR1C3	CON5	Suolo a tessitura franca argillosa in tutti gli orizzonti. Suolo molto calcareo negli orizzonti Ap1 e Ap2, moderatamente calcareo nell'orizzonte Bw, moderatamente drenato e profondo	0-20	Ap1	25	41	34	10-25
				20-50	Ap2	20	44	36	10-25
				50-60	Bw	30	36	34	5-10
Prato stabile	BUR2C1	CON5	Suolo a tessitura franca argillosa negli orizzonti Ap1, Ap2 e Bw2, franca argillosa limosa nell'orizzonte Bw1. Suolo moderatamente calcareo nell'orizzonte Ap1 e molto calcareo negli orizzonti Ap2, Bw1 e Bw2, moderatamente drenato e profondo	0-15	Ap1	20	51	29	5-10
				15-40	Ap2	25	41	34	10-25
				40-80	Bw1	15	48	37	10-25
				80-100	Bw2	25	37	38	10-25



DESCRIZIONE ATTIVITA' AZIENDA AGRICOLA CARCARENA DI  
BURINI CARLO



Uso del suolo	Triv	UTS	Descrizione	Tessitura Orizzonti					
				Limiti (cm)	Orizzonte	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Calcare totale %
Prato stabile	BUR2C2	CON5	Suolo a tessitura franca argillosa in tutti gli orizzonti. Suolo da molto scarsamente calcareo a scarsamente calcareo in tutti gli orizzonti, moderatamente drenato e profondo	0-15	Ap1	25	45	30	0,5-1/1-5
				15-40	Ap2	20	46	34	0,5-1/1-5
Prato stabile	BUR2C3	CON5	Suolo a tessitura franca argillosa in tutti gli orizzonti. Suolo scarsamente calcareo nell'orizzonte Ap1 e moderatamente calcareo negli orizzonti Ap2 e Bw, moderatamente drenato e profondo	0-15	Ap1	25	45	30	1-5
				15-45	Ap2	25	41	34	5-10
				45-50	Bw	25	41	34	5-10
Prato stabile	BUR3C1	CON4	Suolo a tessitura franca argillosa in tutti gli orizzonti. Suolo da scarsamente calcareo a moderatamente calcareo negli orizzonti Ap e Bw1, non calcareo nell'orizzonte Bw2, ben drenato e profondo	0-30	Ap	25	41	34	0,5-1/1-5
				30-60	Bw1	25	37	38	0,5-1/1-5
				60-70	Bw2	30	40	30	0
Prato stabile	BUR3C2	CON4	Suolo a tessitura franca argillosa in tutti gli orizzonti. Presenti screziature ridotte (3% nell'orizzonte Ap, 10% nell'orizzonte Bw e 2% nell'orizzonte Bbw). Suolo scarsamente calcareo nell'orizzonte Ap, molto scarsamente calcareo nell'orizzonte Bw e non calcareo nell'orizzonte Bbw, ben drenato e profondo	0-30	Ap	25	43	32	1-5
				30-60	Bw	25	36	39	0,5-1
				60-80	Bbw	30	40	30	0



DESCRIZIONE ATTIVITA' AZIENDA AGRICOLA CARCARENA DI  
BURINI CARLO

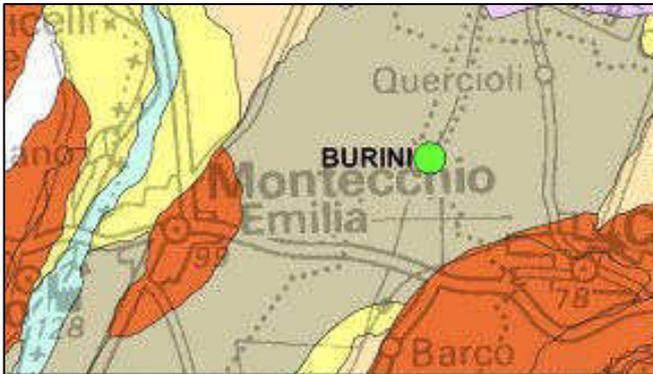


Uso del suolo	Triv	UTS	Descrizione	Tessitura Orizzonti					
				Limiti (cm)	Orizzonte	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Calcare totale %
Prato stabile	BUR3C3	CON5	Suolo a tessitura franca argillosa in tutti gli orizzonti. Suolo non calcareo in tutti gli orizzonti, ben drenato e profondo	0-40	Ap	30	40	30	0
Prato stabile	BUR4C1	CON4	Suolo a tessitura franca argillosa negli orizzonti Ap e Bbw, argillosa nell'orizzonte Bw. Presenti screziature ridotte (20% nell'orizzonte Bw e 15% nell'orizzonte Bbw). Suolo molto scarsamente calcareo negli orizzonti Ap e Bw, non calcareo nell'orizzonte Bbw, ben drenato e profondo	0-25	Ap	25	45	30	0,5-1
				25-50	Bw	25	34	41	0,5-1
				50-60	Bbw	30	38	32	0
Prato stabile	BUR4C2	CON4	Suolo a tessitura franca argillosa in tutti gli orizzonti. Suolo molto calcareo negli orizzonti Ap, Bw1 e Bw2, scarsamente calcareo nell'orizzonte Bbw, ben drenato e profondo	0-35	Ap	25	45	30	10-25
				35-50	Bw1	25	41	34	10-25
				50-80	Bw2	40	26	34	10-25
				80-95	Bbw	40	28	32	1-5
Prato stabile	BUR4C3	CON4	Suolo a tessitura franca argillosa negli orizzonti Ap e Bbw, argillosa nell'orizzonte Bw. Presenti screziature ridotte (5% nell'orizzonte Bw e 15% nell'orizzonte Bbw). Suolo moderatamente calcareo nell'orizzonte Ap, molto calcareo nell'orizzonte Bw e molto scarsamente calcareo nell'orizzonte Bbw, ben drenato e profondo	0-20	Ap	20	53	27	5-10
				20-70	Bw	25	34	41	10-25
				70-100	Bbw	25	43	32	0,5-1



*Dati provenienti da analisi di laboratorio eseguite sui campioni composti (0-15 e 15- 30 cm)*

<b>Strato campionato</b>	<b>Profondità cm</b>	<b>Sostanza organica % (metodo analizzatore elementare)</b>	<b>Sostanza organica % (metodo Walkey- Black)</b>
BUR1C1 Erba medica	0-15	2,6	2,0
BUR1C2 Erba medica	0-15	2,6	2,3
BUR1C3 Erba medica	0-15	2,4	2,6
BUR2C1 Prato stabile 100 anni	0-15	6,0	5,3
BUR2C2 Prato stabile 100 anni	0-15	6,0	4,9
BUR2C3 Prato stabile 100 anni	0-15	5,9	5,3
BUR3C1 Prato stabile 50 anni	0-15	6,7	6,0
BUR3C2 Prato stabile 50 anni	0-15	7,6	6,9
BUR3C3 Prato stabile 50 anni	0-15	5,8	5,1
BUR4C1 Prato stabile 15 anni	0-15	7,0	6,3
BUR4C2 Prato stabile 15 anni	0-15	8,0	6,9
BUR4C3 Prato stabile 15 anni	0-15	8,7	7,2
BUR1C1 Erba medica	15-30	2,2	1,8
BUR1C2 Erba medica	15-30	2,4	2,2
BUR1C3 Erba medica	15-30	2,0	2,3
BUR2C1 Prato stabile 100 anni	15-30	3,4	3,2
BUR2C2 Prato stabile 100 anni	15-30	4,4	3,7
BUR2C3 Prato stabile 100 anni	15-30	3,0	2,5
BUR3C1 Prato stabile 50 anni	15-30	5,3	4,6
BUR3C2 Prato stabile 50 anni	15-30	5,2	5,0
BUR3C3 Prato stabile 50 anni	15-30	4,9	4,7
BUR4C1 Prato stabile 15 anni	15-30	5,3	4,9
BUR4C2 Prato stabile 15 anni	15-30	6,3	5,4
BUR4C3 Prato stabile 15 anni	15-30	4,0	3,7

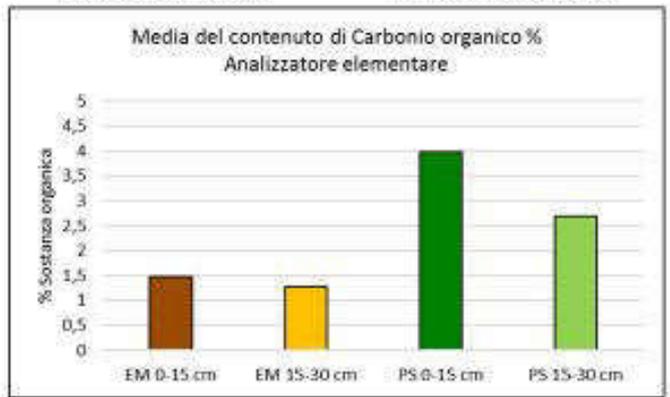


**BURINI SUOLI CONFINE**



**ERBA MEDICA**

**PRATO STABILE**





## DESCRIZIONE PROFILO PRA1 BUR2P1



Localizzazione del sito in Google Earth collegato alla Carta dei Suoli del Catalogo dei Suoli della Pianura emiliano-romagnola in scala 1:50.000 ([Collegamento Web alla Carta](#)).

## DESCRIZIONE DELLA STAZIONE

**Sigla del profilo:** PRA1 BUR2 P1

**Provincia:** Reggio Emilia

**Località:** Azienda Agricola Carcarena di Burini Carlo

**Rilevatori:** Carla Scotti e Antea De Monte

**Data di descrizione:** 24/10/2017

**Uso del suolo:** prato permanente irriguo

**Morfologia:** Piana pedemontana, in ambiente di conoide. Sono superfici molto antiche, generalmente molto estese, localizzate in prossimità dell'Enza, a substrato ghiaioso prevalente, il cui tetto affiora generalmente a profondità variabili fra i 50 e i 150 cm. Non si riscontrano ondulazioni od incisioni di una qualche entità.

**Materiale parentale e substrato:** Il substrato è costituito da alluvioni ghiaiose

**Classificazione Soil Taxonomy (2010):** Udic Haplustepts loamy skeletal, mixed, superactive, mesic

**Classificazione WRB (2007):** Haplic Cambisols (Endoskeletal, Chromic)

**UTS riconosciuta:** CONFINE franco argilloso limosi (CON3)



## DESCRIZIONE DEL PROFILO

*I colori si riferiscono al suolo umido salvo diversa indicazione*



**A1** 0 - 15 cm; secco; franco limoso argilloso, colore umido bruno scuro (10YR 3/3), screziature assenti, scheletro poco alterato (5% da 20 mm), struttura principale grumosa molto grossolana, fortemente sviluppata, struttura secondaria poliedrica subangolare grossolana, fortemente sviluppata; pori principali fini canali discontinui (2 mm, 1%), pori secondari medi canali discontinui (5 mm, 0,5%); figure pedogenetiche assenti, radici medie (3 mm) poche (7 radici su 100 cm<sup>2</sup>); effervescenza da nessuna a molto debole, pH moderatamente alcalino, limite graduale ondulato.

**2Ab** 15 - 45 cm; franco limoso argilloso, colore umido bruno scuro (10YR 4/3), screziature assenti, scheletro poco alterato (3% da 20 mm e 2% da 80 mm), struttura principale poliedrica subangolare fine, fortemente sviluppata, struttura secondaria poliedrica subangolare grossolana, fortemente sviluppata; pori principali medi canali discontinui (5 mm, 0,5%), pori secondari fini vescicole (1 mm, 1%); figure pedogenetiche assenti, radici fini (1 mm) poche (15 radici su 100 cm<sup>2</sup>); effervescenza da debole a forte, limite graduale ondulato.

**2Bw** 45 - 80 cm; franco limoso argilloso, colore umido bruno scuro (10YR 4/3) e bruno oliva (2,5Y 4/3), screziature bruno grigio scuro (10YR 4/2) (10% da 1 mm), scheletro poco alterato (3% da 20 mm e 2% da 80 mm), struttura principale poliedrica subangolare fine, moderatamente sviluppata, struttura secondaria poliedrica subangolare grossolana, moderatamente sviluppata; pori principali medi vescicole (4 mm, 0,5%), pori secondari fini vescicole (2 mm, 0,5%); figure pedogenetiche assenti, radici molto fini (0,5 mm) poche (9 radici su 100 cm<sup>2</sup>); effervescenza violenta, limite abrupto lineare.

**3Bbw** 80 - 140 cm; franco argilloso, colore umido rosso giallastro (5YR 4/6) e bruno scuro (7,5YR 4/3), screziature bruno scuro (7,5YR 4/4), scheletro mediamente alterato (20% da 40 mm e 40% da 90 mm), struttura principale poliedrica angolare molto grossolana, moderatamente sviluppata, struttura secondaria poliedrica subangolare molto grossolana, moderatamente sviluppata; pori principali medi vescicole (3 mm, 1%), pori secondari grossolani vescicole (10 mm, 0,5%), figure pedogenetiche tessiturali rivestimenti di argilla e sostanza organica su pareti o all'interno di vuoti occasionali, radici molto fini (0,2 mm) poche (4 radici su 100 cm<sup>2</sup>); effervescenza nessuna, pH moderatamente alcalino, limite sconosciuto.



*Dati provenienti da analisi di laboratorio eseguite su tutti gli orizzonti individuati del profilo*

Tipo e numero di osservazione	N° Orizzonte	Strato campionato	Profondità cm	Sabbia	Limo	Argilla	pH	Calcare totale	Calcare attivo
P1	1	A1	0-15	6	57	37	7,34	2	1
P1	2	2Ab	15-30	9	55	37	7,77	3	1,5
P1	2	2Ab	30-45	11	52	37	8	4	1,5
P1	3	2Bw	45-80	15	49	36	8,05	13	7,5
P1	4	3Bbw	80-140	37	26	37	8,02	2	0,5

Tipo e numero di osservazione	N° Orizzonte	Strato campionato	Profondità cm	Sostanza organica (metodo analizzatore elementare)	Sostanza organica (metodo Walkey-Black)	Potassio assimilabile (come K2O)	Fosforo assimilabile (come P2O5)	Azoto totale
P1	1	A1	0-15	5,2	5	689	285	3,1
P1	2	2Ab	15-30	5,1	4,7	226	156	2,8
P1	2	2Ab	30-45	1,7	1,4	223	54	0,9
P1	3	2Bw	45-80	1,5	1,4	197	38	0,8
P1	4	3Bbw	80-140	0,7	0,7	152	33	0,3

## QUALITÀ AGRONOMICHE DEL PROFILO RILEVATO

Disponibilità di ossigeno	buona
Rischio di incrostamento superficiale	assente
Fessurabilità	bassa
Capacità in acqua disponibile	bassa (75-150 mm)
Profondità utile per le radici delle piante	moderatamente elevata (50-100 cm) sopra strati ghiaiosi
Percorribilità	discreta
Resistenza meccanica alle lavorazioni	moderata, a causa della moderata resistenza degli aggregati allo stato secco.
Tempo di attesa per le lavorazioni	breve
Inondabilità	nessuna o rara (fino a 1-5 volte/100 anni)
Capacità depurativa	da bassa
Capacità di accettazione piogge	moderata
Rischio di perdite di suolo per erosione	nessun problema riscontrato



## DESCRIZIONE PROFILO PRA1 BUR1P2



Localizzazione del sito in Google Earth collegato alla Carta dei Suoli del Catalogo dei Suoli della Pianura emiliano-romagnola in scala 1:50.000 ([Collegamento Web alla Carta](#)).

### DESCRIZIONE DELLA STAZIONE

**Sigla del profilo:** PRA1 BUR1 P2

**Provincia:** Reggio Emilia

**Località:** Azienda Agricola Carcarena di Burini Carlo

**Rilevatori:** Carla Scotti e Antea De Monte

**Data di descrizione:** 24/10/2017

**Uso del suolo:** prato avvicendato

: Piana pedemontana, in ambiente di conoide. Sono superfici molto antiche, generalmente molto estese, localizzate in prossimità dell'Enza, a substrato ghiaioso prevalente, il cui tetto affiora generalmente a profondità variabili fra i 50 e i 150 cm. Non si riscontrano ondulazioni od incisioni di una qualche entità→

**Materiale parentale e substrato:** Il substrato è costituito da alluvioni ghiaiose

**Classificazione Soil Taxonomy (2010):** Udic Haplustepts loamy skeletal, mixed, superactive, mesic

**Classificazione WRB (2007):** Haplic Cambisols (Endoskeletal, Chromic)

**UTS riconosciuta:** CONFINE franco argilloso limosi, a copertura alluvionale (CON4)



## DESCRIZIONE DEL PROFILO

*I colori si riferiscono al suolo umido salvo diversa indicazione*



**A1** 0 - 10 cm; secco; franco argilloso, colore umido bruno scuro (10YR 4/3), screziature assenti, scheletro assente, struttura principale poliedrica subangolare fine, fortemente sviluppata, struttura secondaria grumosa media, moderatamente sviluppata; pori principali medi vescicole (3 mm, 1%), pori secondari fini vescicole (1 mm, 0,5%), figure pedogenetiche assenti, radici grossolane (6 mm) poche (5 radici su 100 cm<sup>2</sup>); effervescenza da forte a violenta, limite chiaro lineare.

**Ap1** 10 - 40 cm; secco; franco argilloso, colore umido bruno scuro (10YR 4/3), screziature assenti, scheletro poco alterato (2% da 10 mm), struttura principale poliedrica angolare media, fortemente sviluppata, struttura secondaria poliedrica angolare grossolana, moderatamente sviluppata; pori principali medi vescicole (3 mm, 1%), pori secondari fini vescicole (1 mm, 0,5%), figure pedogenetiche assenti, radici grossolane (6 mm) poche (5 radici su 100 cm<sup>2</sup>); effervescenza da forte a violenta, limite chiaro lineare.

**Ap2** 40 - 55 cm; poco umido; franco argilloso, colore umido bruno giallastro scuro (10YR 4/4) e bruno forte (7,5YR 4/6), screziature bruno grigio scuro (10YR 4/2) (3% da 2 mm), scheletro poco alterato (10% da 20 mm e 15% da 60 mm), struttura principale poliedrica angolare media, fortemente sviluppata, struttura secondaria poliedrica angolare grossolana, moderatamente sviluppata; pori principali medi vescicole (3 mm, 0,5%), pori secondari fini vescicole (1 mm, 0,5%), figure pedogenetiche assenti, radici fini (1 mm) poche (7 radici su 100 cm<sup>2</sup>); effervescenza da forte a violenta, limite graduale ondulato.

**2Bbw** 55 - 110 cm; poco umido; franco argilloso, colore umido bruno rossastro scuro (5YR 3/4) e rosso giallastro (5YR 4/6), scheletro moderatamente alterato (10% da 30 mm e 35% da 70 mm), struttura principale poliedrica subangolare molto grossolana, debolmente sviluppata, struttura secondaria poliedrica subangolare grossolana, debolmente sviluppata; pori principali medi vescicole (2 mm, 1%), pori secondari fini vescicole (1 mm, 0,5%), figure pedogenetiche assenti, radici fini (2 mm) poche (1 radice su 100 cm<sup>2</sup>); effervescenza molto debole, limite chiaro lineare.

**3BCb** 110 - 140 cm; poco umido; franco sabbioso, colore umido bruno giallastro scuro (10YR 4/4), screziature assenti, scheletro poco alterato (12% da 40 mm e 45% da 60 mm), struttura incoerente; pori assenti, figure pedogenetiche di precipitazione di carbonati o sali masse cementate di carbonato di calcio di forma irregolare localizzazione su superfici naturali (2% da 2 mm), radici fini (2 mm) poche (0,2 radici su 100 cm<sup>2</sup>); effervescenza violenta, limite sconosciuto.



*Dati provenienti da analisi di laboratorio eseguite su tutti gli orizzonti individuati del profilo*

Tipo e numero di osservazione	N° Orizzonte	Strato campionato	Profondità cm	Sabbia	Limo	Argilla	pH	Calcare totale	Calcare attivo
P2	1	A1	0-10	9	57	34	7,77	5	1,8
P2	2	Ap1	15-30	24	39	37	7,88	5	2,5
P2	2	Ap1	30-40	11	52	37	7,78	4	1,8
P2	3	Ap2	40-55	22	41	37	8,1	7	4,1
P2	4	2Bbw	55-110	63	19	18	8,02	2	0,5

Tipo e numero di osservazione	N° Orizzonte	Strato campionato	Profondità cm	Sostanza organica (metodo analizzatore elementare)	Sostanza organica (metodo Walkey-Black)	Potassio assimilabile (come K2O)	Fosforo assimilabile (come P2O5)	Azoto totale
P2	1	A1	0-10	5,4	4,7	900	276	2,9
P2	2	Ap1	15-30	3	3,4	641	200	1,8
P2	2	Ap1	30-40	3,3	3,8	818	271	2,4
P2	3	Ap2	40-55	1	0,7	742	66	0,5
P2	4	2Bbw	55-110	0,7	0,5	378	45	0,3

## QUALITÀ AGRONOMICHE

<b>Disponibilità di ossigeno</b>	buona
<b>Rischio di incrostamento superficiale</b>	assente
<b>Fessurabilità</b>	bassa
<b>Capacità in acqua disponibile</b>	bassa (75-150 mm)
<b>Profondità utile per le radici delle piante</b>	moderatamente elevata (50-100 cm) sopra strati ghiaiosi
<b>Percorribilità</b>	discreta
<b>Resistenza meccanica alle lavorazioni</b>	moderata, a causa della moderata resistenza degli aggregati allo stato secco.
<b>Tempo di attesa per le lavorazioni</b>	breve
<b>Inondabilità</b>	nessuna o rara (fino a 1-5 volte/100 anni)
<b>Capacità depurativa</b>	da bassa
<b>Capacità di accettazione piogge</b>	moderata



## **Descrizione dell'Unità tipologica di suolo riconosciuta – Estratto da Catalogo dei tipi di suolo Emilia-Romagna**

### **CONFINE franco argillosi ghiaiosi (CON5)**

I suoli CONFINE franco argillosi ghiaiosi sono molto profondi; gli orizzonti superficiali sono da non calcarei a scarsamente calcarei, da neutri a debolmente alcalini ed a tessitura franca argillosa o franca argillosa sabbiosa con scheletro ghiaioso da comune a frequente; gli orizzonti profondi sono da non calcarei a molto scarsamente calcarei, da neutri a debolmente alcalini ed a tessitura da media a moderatamente fine con scheletro ghiaioso da abbondante a molto abbondante. Il substrato è costituito da alluvioni ghiaiose. I suoli CONFINE franco argillosi ghiaiosi sono nella piana pedemontana e nel margine appenninico, in ambiente di conoide antica e di terrazzo intravallivo di ordine superiore, in prossimità dei principali corsi d'acqua appenninici. In queste terre la pendenza varia dallo 0,5 al 3%.

**Classificazione Soil Taxonomy (keys 2010): Udic Haplustepts loamy skeletal, mixed, superactive, mesic**

**Classificazione WRB (keys 2007): Haplic Cambisols (Endoskeletal, Chromic)**

### **CONFINE franco argilloso limosi, a copertura alluvionale (CON4)**

I suoli CONFINE franco argilloso limosi, a copertura alluvionale sono molto profondi, a tessitura franca argillosa o franca argillosa limosa con scheletro ghiaioso da assente a frequente e a reazione da neutra a moderatamente alcalina; sono moderatamente calcarei nella parte superiore e sono da non calcarei a scarsamente calcarei in quella inferiore. Il substrato è costituito da alluvioni ghiaiose. I suoli CONFINE franco argilloso limosi, a copertura alluvionale sono in antiche superfici della piana pedemontana, in prossimità dei principali corsi d'acqua appenninici. In queste terre la pendenza varia dallo 0,5 al 3%.

**Classificazione Soil Taxonomy (keys 2010): Udic Haplustepts loamy skeletal, mixed, superactive, mesic**

**Classificazione WRB (keys 2007): Haplic Cambisols (Endoskeletal, Chromic)**

### **CONFINE franco argilloso limosi (CON3)**

I suoli CONFINE franco argilloso limosi sono molto profondi; gli orizzonti superficiali sono da non calcarei a scarsamente calcarei, da debolmente acidi a moderatamente alcalini ed a tessitura franca argillosa limosa con scheletro ghiaioso da assente a comune; gli orizzonti profondi sono da non calcarei a molto scarsamente calcarei, da neutri a debolmente alcalini ed a tessitura da media a moderatamente fine con scheletro ghiaioso da abbondante a molto abbondante. Il substrato è costituito da alluvioni ghiaiose. I suoli CONFINE franco argilloso limosi sono in antiche superfici della piana pedemontana, in prossimità dei principali corsi d'acqua appenninici. In queste terre la pendenza varia dallo 0,5 al 3%.

**Classificazione Soil Taxonomy (keys 2010) Udic Haplustepts loamy skeletal, mixed, superactive, mesic**

**Classificazione WRB (keys 2007) Haplic Cambisols (Endoskeletal, Chromic)**



DESCRIZIONE ATTIVITA'  
CHIERICI SILVANO E  
FRANCESCO



## DESCRIZIONE ATTIVITA' SVOLTA NELL'AZIENDA CHIERICI SILVANO E FRANCESCO AI FINI DEL PIANO OPERATIVO "PRATI\_CO"

A cura di Carla Scotti e Antea De Monte di I.TER



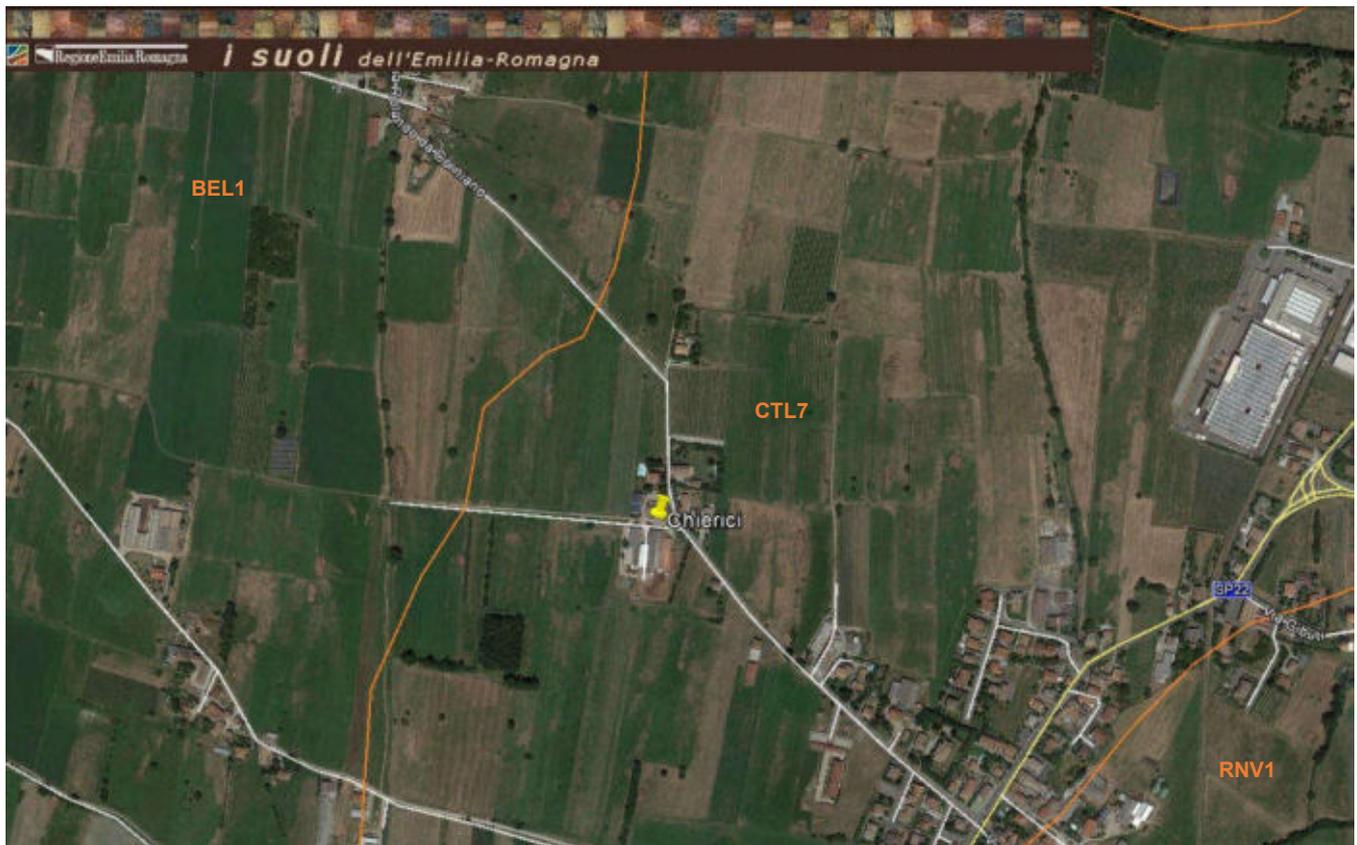
Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma regionale di sviluppo rurale 2014-2020 – Tipo di operazione 16.1.01 – Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione: "produttività e sostenibilità dell'agricoltura" – Focus Area 5E





## DESCRIZIONE DEL SITO

Il sito rilevato è localizzato all'interno del comune di Bibbiano (RE) e si trova nella Piana pedemontana, in ambiente di conoide alluvionale e di terrazzo. La pendenza va da 0.2 a 5 %; il substrato è costituito da sedimenti alluvionali a tessitura media o moderatamente fine, calcarei; con strati ghiaiosi a partire da 200-400 cm, talora più superficiali; il materiale di partenza è costituito da sedimenti alluvionali a tessitura media o moderatamente fine. Rispetto al Catalogo dei suoli della pianura emiliano-romagnola (edizione 2015) realizzata **dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna**, gli appezzamenti rilevati ricadono all'interno dell'unità cartografica CTL7 (Consociazione dei suoli CATALDI franco argillosi limosi, a substrato ghiaioso, 0,2-1% pendenti); delimitazione 10751, caratterizzata dai suoli Cataldi franco argilloso limosi, a substrato ghiaioso, 0.2-1% pendenti CTL7 (65%), Tegagna franco argilloso limosi TEG2 (25%), Medicina franco argilloso limosi, 0.2-1% pendenti, a scolo naturale MDC2 (5%) e Bellaria BEL1 (5%); e dell'unità cartografica BEL1 (Consociazione dei suoli BELLARIA); delimitazione 10750, caratterizzata dai suoli Bellaria BEL1 (80%), Cataldi franco argilloso limosi, a substrato ghiaioso, 0.2-1% pendenti CTL7 (15%) e Borghesa BOG1 (5%).



*Sono evidenziate in arancione le sigle e i limiti delle Unità Cartografiche della Carta dei Suoli al livello di dettaglio 1:50.000*



I.TER ha condotto un'indagine pedologica speditiva con trivella olandese che ha permesso di scegliere gli appezzamenti idonei e rappresentativi di ambienti pedologici per la sperimentazione da realizzarsi ai fini del Piano Operativo. E' stata effettuata la caratterizzazione pedologica dell'appezzamento a prato stabile prescelto tramite l'esecuzione e la descrizione fino a 110 cm secondo le indicazioni del "Manuale di Campagna" ed. Luglio 2000 del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, di 6 trivellate per diverso uso del suolo, eseguite fino a 110 cm e di 1 profilo di suolo. Tutte le osservazioni pedologiche (profili pedologici e trivellate) sono state georeferenziate secondo standard Datum WGS 1984; proiezione UTM; fuso 33. Ogni osservazione è stata ricollegata alle Tipologie di suolo regionali ed è stata classificata utilizzando i sistemi di classificazione Soil Taxonomy (USDA- Keys to Soil Taxonomy) sino a livello di famiglia, e World Reference Base.

Il profilo pedologico realizzato in data 11/10/2018 è stato scavato con dimensioni adeguate per mettere in evidenza il substrato pedogenetico. Tutti gli orizzonti sono stati descritti e campionati per le analisi di laboratorio routinarie. Le 6 trivellate realizzate in data 16/01/2017, hanno consentito, oltre la caratterizzazione pedologica, il prelievo di due campioni composti a due profondità: 0-15 cm e 15-30 cm.

Nel profilo, invece, il campionamento ha interessato gli strati 0-15 cm e 15-30 cm e poi i vari strati pedologici sottostanti che sono stati riconosciuti e descritti.

Le analisi realizzate per i campioni relativi gli orizzonti del profilo sono le seguenti:

- Tessitura metodo pipetta (setacci per la sabbia – 2000 -50 micron; pipetta per la separazione di limo 50 – 2 micron e argilla < 2 micron)
- Reazione (pH in acqua)
- Calcare totale (metodo gasvolumetrico)
- Calcare attivo (metodo Droineau)
- Sostanza organica (metodo Walkley e Black)
- Sostanza organica (metodo analizzatore elementare)
- Azoto totale (Metodo Kjeldhal)
- P2O5 assimilabile (Metodo Olsen)
- K2O assimilabile (Metodo con acetato d'ammonio)

Le analisi realizzate per i campioni composti (realizzati tramite le 12 trivellate) sono le seguenti:

- Sostanza organica (metodo Walkley e Black)
- Sostanza organica (metodo analizzatore elementare)

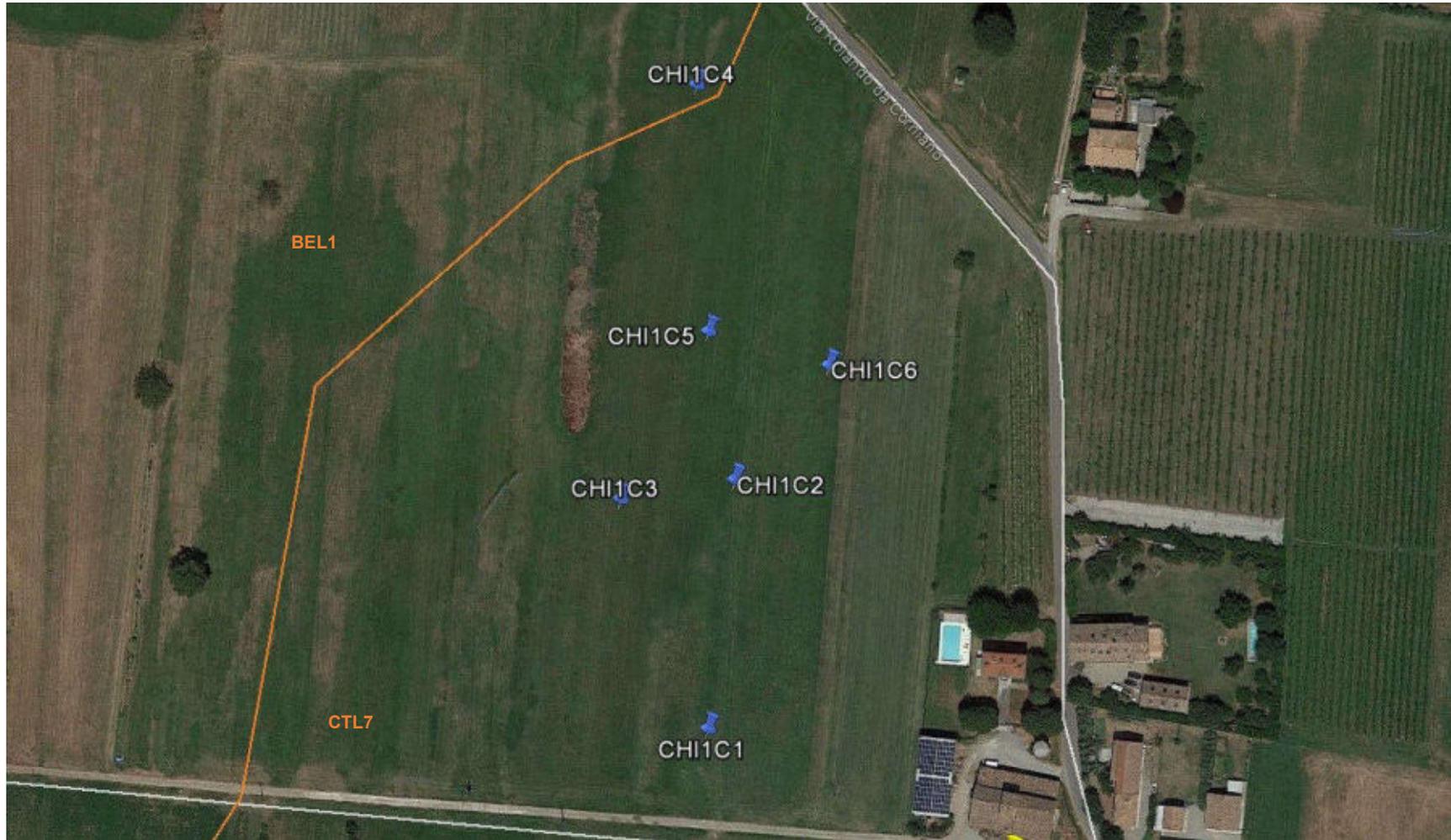


DESCRIZIONE ATTIVITA'  
CHIERICI SILVANO E  
FRANCESCO



*Localizzazione e età dei prati stabili e localizzazione dei campi di erba medica dell'azienda*

**Ricollegamento delle trivellate alle Unità Tipologiche di Suolo dell'Archivio Regionale (Archivio F5008)**



*Localizzazione in Google Earth delle 6 trivellate eseguite (CHI1C1, CHI1C2, CHI1C3, CHI1C4, CHI1C5, CHI1C6)*



DESCRIZIONE ATTIVITA' CHIERICI SILVANO E FRANCESCO



Uso del suolo	Triv	UTS	Descrizione	Tessitura Orizzonti					
				Limiti (cm)	Orizzonte	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Calcare totale %
Prato stabile	CHI1C1	TEG2	Suolo a tessitura franca argillosa limosa nell'orizzonte Ap1, argillosa limosa negli orizzonti Ap2, Bw1 e Bw2. Presenti screziature ossidate (10% nell'orizzonte Bw1 e 15% nell'orizzonte Bw2). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (0,5% nell'orizzonte Bw1, 0,5% nell'orizzonte Bw2), masse non cementate di carbonati di calcio e magnesio (2% nell'orizzonte Bw1, 3% nell'orizzonte Bw2). Suolo non calcareo negli orizzonti Ap1, Ap2, moderatamente calcareo nell'orizzonte Bw1 e scarsamente calcareo nell'orizzonte Bw2, moderatamente drenato e profondo	0-25	Ap1	10	52	38	<0,5
				25-40	Ap2	10	50	40	<0,5
				40-80	Bw1	10	50	40	5-10
				80-110	Bw2	20	40	40	1-5
Prato stabile	CHI1C2	TEG2	Suolo a tessitura franca argillosa limosa negli orizzonti Ap1 e Ap2, argillosa limosa nell'orizzonte Bw. Presenti screziature ossidate (10% nell'orizzonte Bw1). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (0,5% nell'orizzonte Bw). Suolo non calcareo negli orizzonti Ap1, Ap2, da molto scarsamente calcareo a scarsamente calcareo nell'orizzonte Bw, moderatamente drenato e profondo	0-20	Ap1	10	55	35	<0,5
				20-40	Ap2	10	55	35	<0,5
				40-110	Bw	15	45	40	0,5-1/1-5
Prato stabile	CHI1C3	TEG2	Suolo a tessitura franca argillosa limosa nell'orizzonte Ap1, argillosa limosa negli orizzonti Ap2, Bw1 e Bw2. Presenti screziature ossidate (8% nell'orizzonte Bw1 e 8% nell'orizzonte Bw2). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (0,5% nell'orizzonte Bw1, 1% nell'orizzonte Bw2). Suolo non calcareo in tutti gli orizzonti, moderatamente drenato e profondo	0-20	Ap1	10	52	38	<0,5
				20-40	Ap2	10	50	40	<0,5
				40-80	Bw1	10	50	40	<0,5
				80-110	Bw2	10	50	40	<0,5



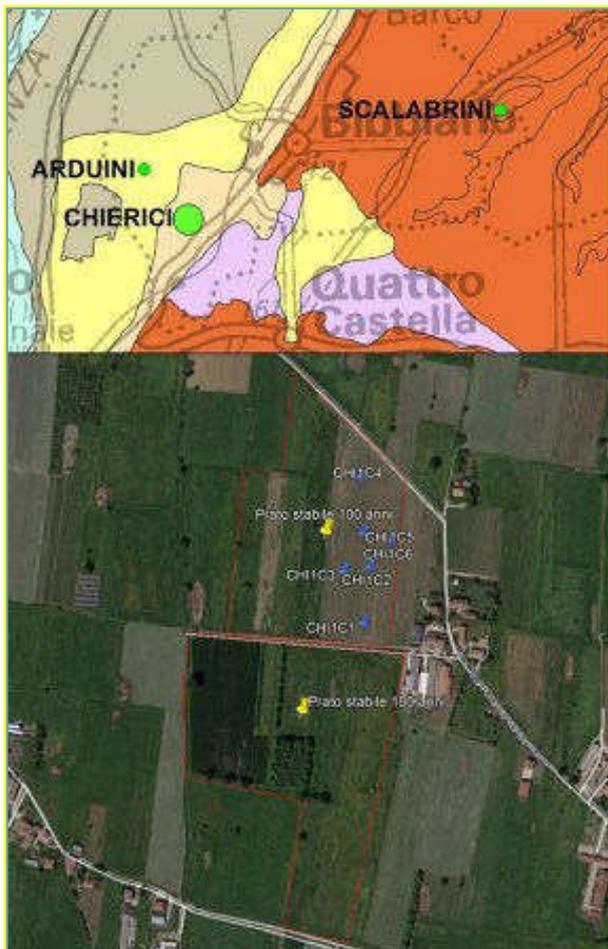
DESCRIZIONE ATTIVITA' CHIERICI SILVANO E FRANCESCO



Uso del suolo	Triv	UTS	Descrizione	Tessitura Orizzonti					
				Limiti (cm)	Orizzonte	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Calcare totale %
Prato stabile	CHI1C4	TEG2	Suolo a tessitura franca argillosa limosa nell'orizzonte Ap1, argillosa limosa negli orizzonti Ap2 e Bw. Presenti screziature ossidate (10% nell'orizzonte Bw). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (0,5% nell'orizzonte Bw). Suolo non calcareo in tutti gli orizzonti, moderatamente drenato e profondo	0-20	Ap1	10	52	38	<0,5
				20-40	Ap2	10	50	40	<0,5
				40-110	Bw	10	50	40	<0,5
Prato stabile	CHI1C5	TEG2	Suolo a tessitura franca argillosa limosa negli orizzonti Ap1 e Ap2, argillosa limosa nell'orizzonte Bw. Presenti screziature ridotte (40% nell'orizzonte Bw). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (0,5% nell'orizzonte Bw). Suolo non calcareo in tutti gli orizzonti, moderatamente drenato e profondo	0-20	Ap1	10	52	38	<0,5
				20-40	Ap2	10	52	38	<0,5
				40-110	Bw	10	50	40	<0,5
Prato stabile	CHI1C6	TEG2	Suolo a tessitura franca argillosa limosa negli orizzonti Ap1 e Ap2, argillosa limosa nell'orizzonte Bw. Presenti screziature ossidate (10% nell'orizzonte Bw). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (0,5% nell'orizzonte Bw). Suolo non calcareo in tutti gli orizzonti, moderatamente drenato e profondo	0-25	Ap1	10	52	38	<0,5
				25-40	Ap2	10	52	38	<0,5
				40-110	Bw	10	50	40	<0,5

Dati provenienti da analisi di laboratorio eseguite sui campioni composti (0-15 e 15- 30 cm)

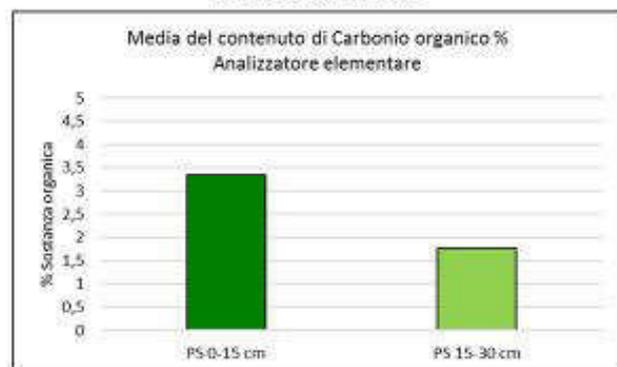
Strato campionato:	Profondità cm:	Sostanza organica (metodo analizzatore elementare)	Sostanza organica (metodo Walkey-Black)
CHI1C1 Prato stabile 100 anni	0-15	5,8	5,0
CHI1C2 Prato stabile 100 anni	0-15	5,2	4,8
CHI1C3 Prato stabile 100 anni	0-15	7,2	5,4
CHI1C4 Prato stabile 100 anni	0-15	6,3	5,4
CHI1C5 Prato stabile 100 anni	0-15	5,8	5,1
CHI1C6 Prato stabile 100 anni	0-15	4,3	4,4
CHI1C1 Prato stabile 100 anni	15-30	3,1	2,5
CHI1C2 Prato stabile 100 anni	15-30	2,8	2,4
CHI1C3 Prato stabile 100 anni	15-30	3,7	2,6
CHI1C4 Prato stabile 100 anni	15-30	3,1	2,8
CHI1C5 Prato stabile 100 anni	15-30	2,8	2,6
CHI1C6 Prato stabile 100 anni	15-30	2,8	2,5



### CHIERICI SUOLI CATALDI



### PRATO STABILE



## DESCRIZIONE PROFILO PRA1 P05



Localizzazione del sito in Google Earth collegato alla Carta dei Suoli del Catalogo dei Suoli della Pianura emiliano-romagnola in scala 1:50.000 ([Collegamento Web alla Carta](#)).

### DESCRIZIONE DELLA STAZIONE

**Sigla del profilo:** PRA1 P05

**Provincia:** Reggio Emilia

**Località:** Azienda Agricola Chierici Silvano e Francesco

**Rilevatori:** Carla Scotti e Nicolò Mignardi

**Data di descrizione:** 11/10/2018

**Uso del suolo:** prato permanente irriguo

**Morfologia:** Piana pedemontana, in ambiente di conoide alluvionale e di terrazzo

**Materiale parentale e substrato:** Il substrato è costituito da sedimenti alluvionali a tessitura media o moderatamente fine

**Falda:** Falda non rilevata

**Classificazione Soil Taxonomy (2010):** Udifluventic Haplustepts fine silty, mixed, superactive, mesic

**Classificazione WRB (2007):** Fluvis Cambisols (Eutric, Siltic)

**UTS riconosciuta:** TEGAGNA franco argilloso limosi (TEG2)



## DESCRIZIONE DEL PROFILO

*I colori si riferiscono al suolo umido salvo diversa indicazione*



**Ap1** 0– 13 cm; umido, franco limoso, colore umido bruno scuro (10YR 3/3) e bruno grigiastro molto scuro (10YR 3/2), struttura principale poliedrica subangolare molto fine, moderatamente sviluppata, struttura secondaria poliedrica subangolare fine, moderatamente sviluppata; pori principali medi vescicole (3 mm, 3%), pori secondari fini vescicole (2 mm, 3%); figure pedogenetiche assenti; radici medie (4 mm) molte (12 radici su 100 cm<sup>2</sup>), effervescenza all'HCl molto debole, limite graduale lineare.

**Ap2** 13 – 30 cm; umido, franco argilloso limoso, colore umido bruno (10YR 4/3) e bruno scuro (10YR 3/3), struttura principale poliedrica subangolare fine, moderatamente sviluppata, struttura secondaria poliedrica subangolare media, moderatamente sviluppata; pori principali medi vescicole (3 mm, 2%), pori secondari fini vescicole (2 mm, 2%); figure pedogenetiche assenti, radici fini (2 mm) poche (9 radici su 100 cm<sup>2</sup>), effervescenza all'HCl molto debole, limite graduale ondulado.

**Bw1** 30-65 cm, umido, franco argilloso limoso, colore umido bruno (10YR 4/3), struttura prismatica media, debolmente sviluppata; pori principali molto fini vescicole (1 mm, 0,2%), figure pedogenetiche assenti, radici fini (1 mm) poche (2 radici su 100 cm<sup>2</sup>), effervescenza nessuna, pH debolmente acido, limite diffuso lineare.

**Bw2** 65-115 cm, umido, argilloso limoso, colore umido bruno grigiastro scuro (10YR 4/2), screziature assenti, scheletro assente, struttura poliedrica subangolare molto grossolana, moderatamente sviluppata; pori principali molto fini vescicole (0,5 mm, 0,1 %), figure pedogenetiche assenti, radici fini (1 mm) poche (2 radici su 100 cm<sup>2</sup>), effervescenza nessuna, pH neutro, limite chiaro lineare.

**2Bw** 115-145 cm, umido, franco argilloso, colore umido bruno giallastro scuro (10YR 3/6) e bruno (10YR 5/3), screziature bruno grigiastro scuro (10YR 4/2) (15% da 4 mm) e bruno giallastro scuro (10YR 4/6) (10% da 3 mm), scheletro leggermente alterato (30% da 40 mm e 50% da 100 mm), struttura principale poliedrica angolare fine, debolmente sviluppata; pori principali molto fini vescicole (0,5 mm, 0.1% ), pori secondari fini vescicole (2 mm, 1 %); radici molto fini (0,5 mm) poche (1 radice su 100 cm<sup>2</sup>), effervescenza all'HCl molto debole, limite sconosciuto.



*Dati provenienti da analisi di laboratorio eseguite su tutti gli orizzonti individuati del profilo*

Tipo e numero di osservazione	N° Orizzonte	Strato campionato	Profondità cm	Sabbia	Limo	Argilla	pH	Calcare totale	Calcare attivo
P5	1	Ap1	0-15	17	65	18	7,08	1	0,5
P5	2	Ap2	15-30	12	57	31	7,31	2	0,5
P5	3	Bw1	30-65	17	52	31	7,53	1	0,5
P5	4	Bw2	65-115	6	47	47	7,57	2	0,5
P5	5	2Bw	115-145	35	31	34	7,32	4	2,3

Tipo e numero di osservazione	N° Orizzonte	Strato campionato	Profondità cm	Sostanza organica (metodo analizzatore elementare)	Sostanza organica (metodo Walkey-Black)	Potassio assimilabile (come K2O)	Fosforo assimilabile (come P2O5)	Azoto totale
P5	1	Ap1	0-15	8,1	6,7	650	442	4,2
P5	2	Ap2	15-30	2,9	2,1	449	83,1	1,6
P5	3	Bw1	30-65	1,5	1,1	346	30,8	0,9
P5	4	Bw2	65-115	1	0,9	403	21,7	0,5
P5	5	2Bw	115-145	0,7	1,1	204	50,5	0,4

## QUALITÀ AGRONOMICHE

<b>Disponibilità di ossigeno</b>	buona
<b>Rischio di incrostamento superficiale</b>	assente
<b>Fessurabilità</b>	media
<b>Capacità in acqua disponibile</b>	alta (225-300 mm)
<b>Profondità utile per le radici delle piante</b>	elevata (100-150 cm)
<b>Percorribilità</b>	discreta, a causa del moderato rischio di sprofondamento in condizioni di suolo umido
<b>Resistenza meccanica alle lavorazioni</b>	moderata, a causa della resistenza degli aggregati secchi
<b>Tempo di attesa per le lavorazioni</b>	medio
<b>Inondabilità</b>	nessuna o rara (fino a 5 volte/100 anni)
<b>Capacità depurativa</b>	Molto alta
<b>Capacità di accettazione piogge</b>	molto alta
<b>Rischio di perdite di suolo per erosione</b>	Non si sono riscontrati problemi



## **Descrizione dell'Unità tipologica di suolo riconosciuta – Estratto da Catalogo dei tipi di suolo Emilia-Romagna**

### **CATALDI franco argilloso limosi, a substrato ghiaioso, 0.2-1% pendenti (CTL7)**

I suoli CATALDI franco argilloso limosi, a substrato ghiaioso, 0.2-1% pendenti sono molto profondi e moderatamente alcalini; sono moderatamente calcarei ed a tessitura franca argillosa limosa nella parte superiore; da moderatamente a molto calcarei ed a tessitura franca argillosa limosa o franca limosa in quella inferiore. E' presente ghiaia non alterata oltre i due metri di profondità. I suoli CATALDI franco argilloso limosi, a substrato ghiaioso, 0.2-1% pendenti sono nella pianura pedemontana, in ambienti di conoidi alluvionali a substrato ghiaioso che costituiscono antiche superfici di sovente caratterizzate dai resti dell'originario reticolo centuriale romano. In queste terre la pendenza varia da 0,2 a 1%. Il substrato è costituito da alluvioni a tessitura media. La densità di urbanizzazione è molto elevata. Sono molto frequenti le aziende agricole di piccole e medie dimensioni. L'uso agricolo del suolo è in prevalenza a seminativo semplice, vigneto e frutteto. Opere atte a regolare il deflusso delle acque sono necessarie saltuariamente e solo a livello aziendale (scoline poco profonde, baulature).

**Classificazione Soil Taxonomy (keys 2010): Udic Calcustepts fine silty, mixed, superactive, mesic**

**Classificazione WRB (2007): Hypocalcic Haplic Calcisols (Siltic)**

### **TEGAGNA franco argilloso limosi (TEG2)**

I suoli TEGAGNA franco argillosi limosi sono molto profondi, da non calcarei a scarsamente calcarei; da neutri a debolmente alcalini ed a tessitura franca argillosa limosa nella parte superiore e da debolmente a moderatamente alcalini ed a tessitura franca argillosa limosa o franca argillosa in quella inferiore. Il substrato è costituito da alluvioni stratificate a prevalente composizione sabbiosa-limosa. I suoli TEGAGNA franco argillosi limosi sono in superfici molto antiche della pianura pedemontana, in ambiente di interconoide o di conoide alluvionale conoide o terrazzo alluvionale, spesso solcate da deboli incisioni corrispondenti a corsi d'acqua appenninici di ridotta entità. In queste terre la pendenza varia da 0,5 a 1%. La densità di urbanizzazione è molto elevata. Sono molto frequenti le aziende agricole di piccole e medie dimensioni. L'uso del suolo è in prevalenza a seminativo semplice, vigneto e frutteto. Non sono di solito presenti opere di regimazione idraulica, né si effettuano lavorazioni atte a favorire il deflusso delle acque (baulature, drenaggi subsuperficiali temporanei).

**Classificazione Soil Taxonomy (keys 2010): Udifluventic Haplustepts fine silty, mixed, superactive, mesic**

**Classificazione WRB (2007): Fluvic Cambisols (Eutric, Siltic)**



DESCRIZIONE ATTIVITA'  
PELOSI PIER ANTONIO.



## DESCRIZIONE ATTIVITA' SVOLTA NELL'AZIENDA PELOSI PIER ANTONIO AI FINI DEL PIANO OPERATIVO "PRATI\_CO"

A cura di Carla Scotti e Antea De Monte di I.TER



Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma regionale di sviluppo rurale 2014-2020 – Tipo di operazione 16.1.01 – Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione: "produttività e sostenibilità dell'agricoltura" – Focus Area 5E





## DESCRIZIONE DEL SITO

Il sito rilevato è localizzato all'interno del comune di Sant'Ilario d'Enza (RE) e si trova nella Piana pedemontana, in ambiente di interconoide e terrazzi intravallivi di numerosi corsi d'acqua. Nel primo caso si tratta di superfici stabili da lungo tempo e solo marginalmente interessate da nuovi apporti sedimentari, nelle quali gli elementi della centuriazione romana sono ancora, almeno in parte riconoscibili. Nel secondo caso si tratta di terrazzi di ordine superiore separati da scarpate di diversi metri dai terrazzi sottostanti. Sono superfici antiche che hanno subito fenomeni di successivi sovralluvionamenti o colluviamento. Il substrato è costituito da sedimenti alluvionali calcarei, a granulometria fine e media, talora ghiaiosi. Rispetto al Catalogo dei suoli della pianura emiliano-romagnola (edizione 2015) realizzata dal **Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna**, gli appezzamenti rilevati ricadono all'interno dell'unità cartografica RNV1 (Consociazione dei suoli RONCOLE VERDI franco argillosi limosi); delineazione 7532, caratterizzata dai suoli Roncole Verdi franco argilloso limosi RNV1 (75%), Variante moderatamente calcarea dei suoli Roncole Verdi RNVw (15%) e Tegagna franco argilloso limosi TEG2 (10%).



*Sono evidenziate in arancione le sigle e i limiti delle Unità Cartografiche della Carta dei Suoli al livello di dettaglio 1:50.000*



I.TER ha condotto un'indagine pedologica speditiva con trivella olandese che ha permesso di scegliere gli appezzamenti idonei e rappresentativi di ambienti pedologici per la sperimentazione da realizzarsi ai fini del Piano Operativo. E' stata effettuata la caratterizzazione pedologica dell'appezzamento a prato stabile prescelto tramite l'esecuzione e la descrizione fino a 110 cm secondo le indicazioni del "Manuale di Campagna" ed. Luglio 2000 del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, di 6 trivellate per diverso uso del suolo, eseguite fino a 110 cm e di 1 profilo di suolo. Tutte le osservazioni pedologiche (profili pedologici e trivellate) sono state georeferenziate secondo standard Datum WGS 1984; proiezione UTM; fuso 33. Ogni osservazione è stata ricollegata alle Tipologie di suolo regionali ed è stata classificata utilizzando i sistemi di classificazione Soil Taxonomy (USDA- Keys to Soil Taxonomy) sino a livello di famiglia, e World Reference Base.

Il profilo pedologico realizzato in data 17/10/2018 è stato scavato con dimensioni adeguate per mettere in evidenza il substrato pedogenetico. Tutti gli orizzonti sono stati descritti e campionati per le analisi di laboratorio routinarie. Le 6 trivellate realizzate in data 11/01/2017, hanno consentito, oltre la caratterizzazione pedologica, il prelievo di due campioni composti a due profondità: 0-15 cm e 15-30 cm.

Nel profilo, invece, il campionamento ha interessato gli strati 0-15 cm e 15-30 cm e poi i vari strati pedologici sottostanti che sono stati riconosciuti e descritti.

Le analisi realizzate per i campioni (orizzonti del profilo) sono le seguenti:

- Tessitura metodo pipetta (setacci per la sabbia – 2000 -50 micron; pipetta per la separazione di limo 50 – 2 micron e argilla < 2 micron)
- Reazione (pH in acqua)
- Calcare totale (metodo gasvolumetrico)
- Calcare attivo (metodo Droineau)
- Sostanza organica (metodo Walkley e Black)
- Sostanza organica (metodo analizzatore elementare)
- Azoto totale (Metodo Kjeldhal)
- P2O5 assimilabile (Metodo Olsen)
- K2O assimilabile (Metodo con acetato d'ammonio)

Le analisi realizzate per i campioni composti (realizzati tramite le 12 trivellate) sono le seguenti:

- Sostanza organica (metodo Walkley e Black)
- Sostanza organica (metodo analizzatore elementare)

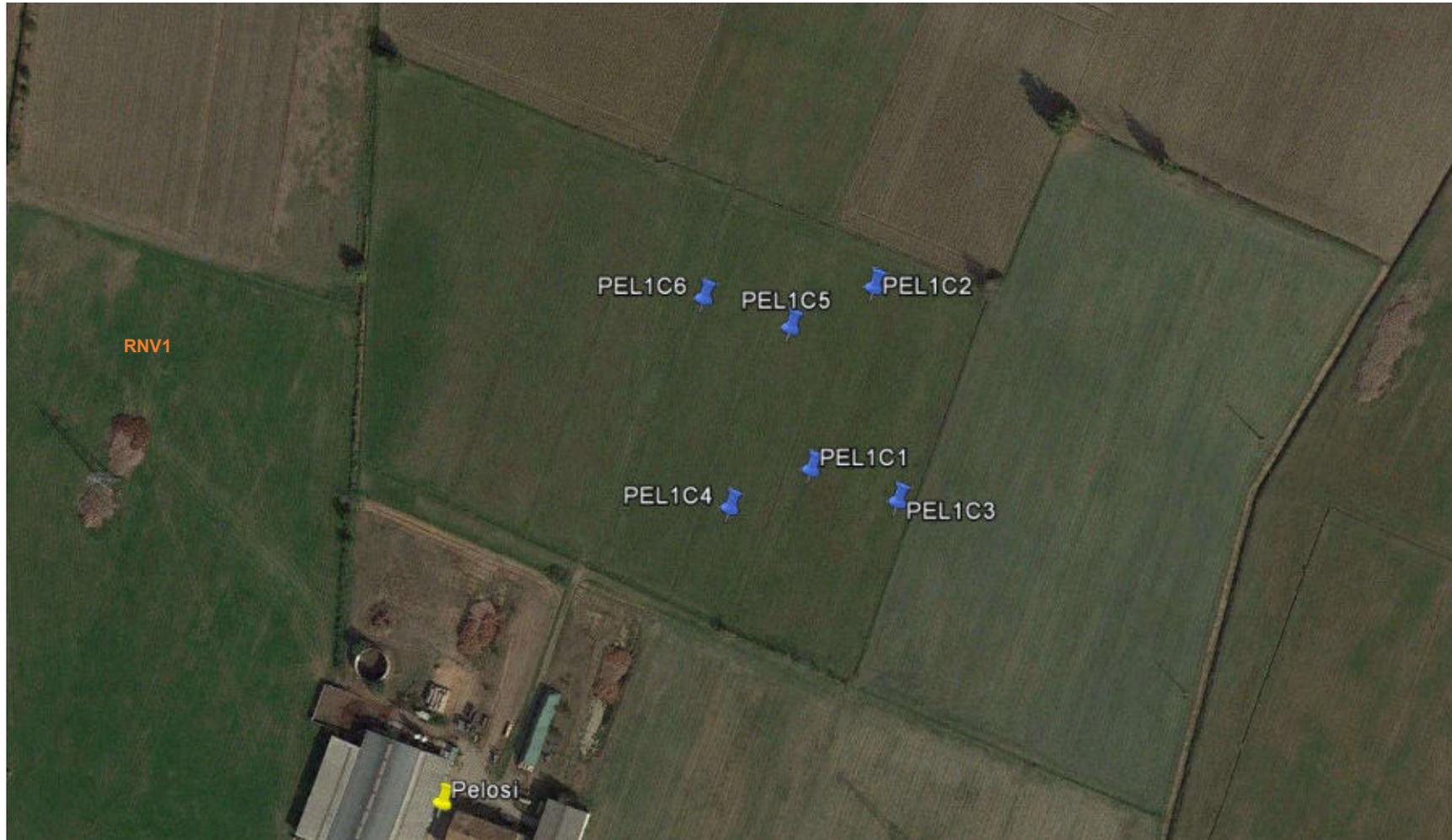


DESCRIZIONE ATTIVITA'  
PELOSI PIER ANTONIO.



*Localizzazione e età dei prati stabili*

**Ricollegamento delle trivellate alle Unità Tipologiche di Suolo dell'Archivio Regionale (Archivio F5008)**



*Localizzazione in Google Earth delle 6 trivellate eseguite (PEL1C1, PEL1C2, PEL1C3, PEL1C4, PEL1C5, PEL1C6)*



DESCRIZIONE ATTIVITA' PELOSI PIER ANTONIO



Uso del suolo	Triv	UTS	Descrizione	Tessitura Orizzonti					
				Limiti (cm)	Orizzonte	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Calcare totale %
Prato stabile	PEL1C1	RNV1	Suolo a tessitura franca argillosa limosa in tutti gli orizzonti. Presenti screziature ridotte (5% nell'orizzonte Bw1 e 10% nell'orizzonte Bw2) e screziature ossidate (15% nell'orizzonte Bw1 e 30% nell'orizzonte Bw2). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (2% nell'orizzonte Bw1, 5% nell'orizzonte Bw2), masse cementate di carbonati di calcio e magnesio (3% negli orizzonti Bw1 e Bw2). Suolo molto scarsamente calcareo negli orizzonti Ap1, Ap2, Bw1 e da molto scarsamente calcareo a scarsamente calcareo nell'orizzonte Bw2, moderatamente drenato e profondo	0-20	Ap1	15	50	35	0,5-1
				20-50	Ap2	15	50	35	0,5-1
				50-90	Bw1	10	52	38	0,5-1
				90-110	Bw2	10	52	38	1-5
Prato stabile	PEL1C2	RNV1	Suolo a tessitura franca argillosa limosa in tutti gli orizzonti. Presenti screziature ridotte (5% negli orizzonti Bw1 e Bw2) e screziature ossidate (10% nell'orizzonte Bw1 e 15% nell'orizzonte Bw2). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (1% nell'orizzonte Bw1, 3% nell'orizzonte Bw2). Suolo molto scarsamente calcareo negli orizzonti Ap1, Ap2, Bw1 e da molto scarsamente calcareo a scarsamente calcareo nell'orizzonte Bw2, moderatamente drenato e profondo	0-15	Ap1	15	53	32	0,5-1
				15-40	Ap2	15	53	32	0,5-1
				40-85	Bw1	10	51	39	0,5-1
				85-110	Bw2	10	51	39	1-5
Prato stabile	PEL1C3	RNV1	Suolo a tessitura franca argillosa limosa in tutti gli orizzonti. Presenti screziature ridotte (10% nell'orizzonte Ap2 e 15% negli orizzonti Bw e Bk) e screziature ossidate (5% nell'orizzonte Ap2, 10% nell'orizzonte Bw e 15% nell'orizzonte Bk). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (1% nell'orizzonte Bw, 3% nell'orizzonte Bk), masse cementate di carbonati di calcio e magnesio (2% nell'orizzonte Bw e 5% nell'orizzonte Bk). Suolo molto scarsamente calcareo negli orizzonti Ap1, Ap2, Bw e moderatamente calcareo nell'orizzonte Bk, moderatamente drenato e profondo	0-20	Ap1	15	51	34	0,5-1
				20-40	Ap2	15	51	34	0,5-1
				40-80	Bw	10	52	38	0,5-1
				80-110	Bk	10	52	38	5-10



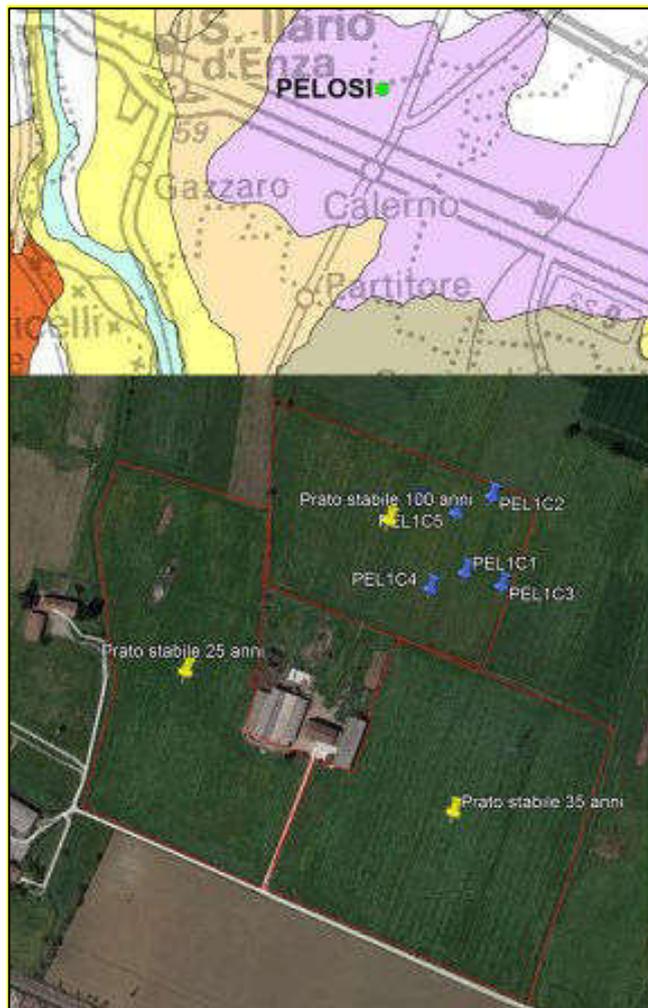
DESCRIZIONE ATTIVITA' PELOSI PIER ANTONIO



Uso del suolo	Triv	UTS	Descrizione	Tessitura Orizzonti					
				Limiti (cm)	Orizzonte	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Calcare totale %
Prato stabile	PEL1C4	RNV1	Suolo a tessitura franca argillosa limosa in tutti gli orizzonti. Presenti screziature ridotte (2% nell'orizzonte Bw e 5% nell'orizzonte Bk) e screziature ossidate (5% nell'orizzonte Bw e 10% nell'orizzonte Bk). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (2% negli orizzonti Bw e Bk), masse cementate di carbonati di calcio e magnesio (5% nell'orizzonte Bk). Suolo molto scarsamente calcareo nell'orizzonte Ap1, scarsamente calcareo negli orizzonti Ap2 e Bw e moderatamente calcareo nell'orizzonte Bk, moderatamente drenato e profondo	0-20	Ap1	15	51	34	0,5-1
				20-40	Ap2	15	51	34	1-5
				40-90	Bw	10	52	38	1-5
				90-110	Bk	10	52	38	5-10
Prato stabile	PEL1C5	RNV1	Suolo a tessitura franca argillosa limosa in tutti gli orizzonti. Presenti screziature ridotte (5% negli orizzonti Bw1 e Bw2) e screziature ossidate (10% negli orizzonti Bw1 e Bw2). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (1% negli orizzonti Bw1 e Bw2). Suolo molto scarsamente calcareo nell'orizzonte Ap1 e scarsamente calcareo negli orizzonti Ap2, Bw1 e Bw2, moderatamente drenato e profondo	0-25	Ap1	10	58	32	0,5-1
				25-40	Ap2	10	52	38	1-5
				40-80	Bw1	10	52	38	1-5
				80-110	Bw2	10	52	38	1-5
Prato stabile	PEL1C6	RNV1	Suolo a tessitura franca argillosa limosa in tutti gli orizzonti. Presenti screziature ridotte (5% nell'orizzonte Bw1 e 10% nell'orizzonte Bw2) e screziature ossidate (10% nell'orizzonte Bw1 e 5% nell'orizzonte Bw2). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (2% negli orizzonti Bw1 e Bw2). Suolo molto scarsamente calcareo in tutti gli orizzonti studiati, moderatamente drenato e profondo	0-20	Ap1	15	53	32	0,5-1
				20-45	Ap2	15	51	34	0,5-1
				45-80	Bw1	10	52	38	0,5-1
				80-110	Bw2	10	52	38	0,5-1

Dati provenienti da analisi di laboratorio eseguite sui campioni composti (0-15 e 15- 30 cm)

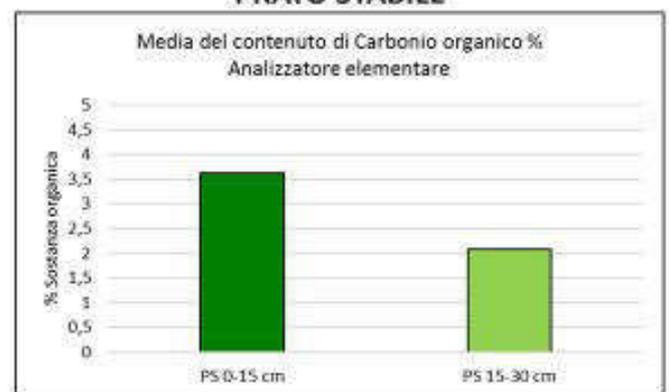
Strato campionato	Profondità cm	Sostanza organica % (metodo analizzatore elementare)	Sostanza organica % (metodo Walkey-Black)
PEL1C1 Prato stabile 100 anni	0-15	7,2	6,1
PEL1C2 Prato stabile 100 anni	0-15	6,5	5,6
PEL1C3 Prato stabile 100 anni	0-15	7,6	4,5
PEL1C4 Prato stabile 100 anni	0-15	6,2	3,5
PEL1C5 Prato stabile 100 anni	0-15	6,5	4,8
PEL1C6 Prato stabile 100 anni	0-15	3,4	2,6
PEL1C1 Prato stabile 100 anni	15-30	4,5	4,2
PEL1C2 Prato stabile 100 anni	15-30	2,6	2,4
PEL1C3 Prato stabile 100 anni	15-30	4,1	3,8
PEL1C4 Prato stabile 100 anni	15-30	4,3	3,7
PEL1C5 Prato stabile 100 anni	15-30	2,6	3,5
PEL1C6 Prato stabile 100 anni	15-30	3,5	3,1



### PELOSI SUOLI RONCOLE VERDI



### PRATO STABILE





## DESCRIZIONE PROFILO PRA1 P08



Localizzazione del sito in Google Earth collegato alla Carta dei Suoli del Catalogo dei Suoli della Pianura emiliano-romagnola in scala 1:50.000 ([Collegamento Web alla Carta](#)).

## DESCRIZIONE DELLA STAZIONE

**Sigla del profilo:** PRA1 P08

**Provincia:** Reggio Emilia

**Località:** Azienda Agricola Pelosi Pier Antonio

**Rilevatori:** Carla Scotti e Nicolò Mignardi

**Data di descrizione:** 17/10/2018

**Uso del suolo:** prato permanente irriguo

**Morfologia:** Piana pedemontana, in ambiente di interconoide e terrazzi intravallivi di numerosi corsi d'acqua.

**Materiale parentale e substrato:** Il substrato è costituito da sedimenti alluvionali calcarei, a granulometria fine e media, talora ghiaiosi

**Falda:** Falda non rilevata.

**Classificazione Soil Taxonomy (2010):** Udifluventic Haplustept fine, mixed, superactive, mesic

**Classificazione WRB (2007):** Fluvisol Cambisols (Eutric)

**UTS riconosciuta:** RONCOLE VERDI franco argilloso limosi (RNV1)



## DESCRIZIONE DEL PROFILO

*I colori si riferiscono al suolo umido salvo diversa indicazione*



**A1** 0 - 15 cm; umido; franco argilloso limoso, colore umido bruno grigiastro molto scuro (10YR 3/2), screziature assenti, scheletro assente, struttura principale grumosa media, moderatamente sviluppata, struttura secondaria grumosa fine, moderatamente sviluppata; pori principali medi (3 mm, 2%) pori secondari fini (1 mm, 2%), figure pedogenetiche assenti, radici medie (3 mm) molte (6 radici su 100 cm<sup>2</sup>); effervescenza da debole a molto debole, limite chiaro lineare.

**A2** 15-30 cm; umido, franco argilloso limoso, colore umido bruno scuro (10YR 3/3), screziature assenti, scheletro 2% (frammenti di mattone), struttura poliedrica subangolare media, moderatamente sviluppata; pori principali medi (2 mm, 1%) pori secondari fini (1 mm, 1%), figure pedogenetiche di precipitazione di carbonati o sali masse cementate di carbonato di calcio di forma irregolare a distribuzione casuale (3%, 1 mm), figure pedogenetiche di precipitazione di ossidi e idrossidi masse non cementate di ferro e manganese con forma irregolare a distribuzione casuale (2%, 2 mm); radici fini (2 mm) comuni (15 radici su 100 cm<sup>2</sup>); effervescenza forte, limite chiaro lineare.

**Bk** 30-75 cm; umido, argilloso limoso, colore umido bruno (10YR 4/3), screziature bruno grigiastro scuro (10YR 4/2) (15% da 3 mm) e bruno giallastro scuro (10YR 4/6) (10%, 2 mm), scheletro assente, struttura poliedrica angolare media, debolmente sviluppata; pori principali fini (0,5 mm, 0,3 %); figure pedogenetiche di precipitazione di carbonato o sali masse cementate di carbonato di calcio di forma irregolare a distribuzione casuale (3%, 3 mm), figure pedogenetiche di precipitazione di ossidi e idrossidi masse cementate di ferro e manganese con forma irregolare a distribuzione casuale (4%, 2 mm); radici fini (1 mm) poche (3 radici su 100 cm<sup>2</sup>); effervescenza da debole a molto debole, limite graduale lineare.

**Bkss1** 75-110 cm; umido, argilloso limoso, colore umido bruno (10YR 4/3), screziature bruno grigiastro (10YR 5/2) (15% da 3 mm) e bruno giallastro (10YR 5/6) (10%, 2 mm), scheletro assente, struttura poliedrica angolare molto grossolana, debolmente sviluppata; pori principali molto fini (0,2 mm, 0,1 %); figure pedogenetiche da stress facce di scivolamento discontinue e facce di pressione discontinue; figure pedogenetiche di precipitazione di carbonato o sali masse cementate di carbonato di calcio di forma irregolare a distribuzione casuale (7%, 8 mm), figure pedogenetiche di precipitazione di ossidi e idrossidi masse cementate di ferro e manganese con forma irregolare a distribuzione casuale (4%, 2 mm); radici molto fini (0,5 mm) poche (0,5 radici su 100 cm<sup>2</sup>); effervescenza da debole a molto debole, limite chiaro lineare.

**Bkss2** 110-150 cm; umido, argilloso limoso, colore umido bruno (10YR 5/3), screziature grigie (N5) (15% da 8 mm) e bruno giallastro (10YR 5/4) (15%, 4 mm), scheletro assente, struttura poliedrica angolare molto grossolana, debolmente sviluppata; pori principali molto fini (0,1 mm, 0,1 %); figure pedogenetiche da stress facce di scivolamento discontinue e facce di pressione discontinue; figure pedogenetiche di precipitazione di carbonato o sali masse cementate di carbonato di calcio di forma irregolare a



distribuzione casuale (7%, 9 mm), figure pedogenetiche di precipitazione di ossidi e idrossidi masse cementate di ferro e manganese con forma irregolare a distribuzione casuale (4%, 2 mm); radici molto fini (0,5 mm) poche (0,5 radici su 100 cm<sup>2</sup>); effervescenza da debole a molto debole, limite sconosciuto.

*Dati provenienti da analisi di laboratorio eseguite su tutti gli orizzonti individuati del profilo*

Tipo e numero di osservazione	N° Orizzonte	Strato campionato	Profondità cm	Sabbia	Limo	Argilla	pH	Calcare totale	Calcare attivo
P8	1	A1	0-15	11	52	37	7,64	1	0,6
P8	2	A2	15-30	16	42	42	7,91	2	1
P8	3	Bk	30-75	11	47	42	7,82	1	0,5
P8	4	Bkss1	75-110	6	42	52	7,83	2	0,8
P8	5	Bkss2	110-150	6	47	47	7,9	3	1,1

Tipo e numero di osservazione	N° Orizzonte	Strato campionato	Profondità cm	Sostanza organica (metodo analizzatore elementare)	Sostanza organica (metodo Walkey-Black)	Potassio assimilabile (come K2O)	Fosforo assimilabile (come P2O5)	Azoto totale
P8	1	A1	0-15	9,1	8	385	382	4,8
P8	2	A2	15-30	2,4	1,6	228	57,3	0,9
P8	3	Bk	30-75	1,1	0,7	201	28	0,4
P8	4	Bkss1	75-110	1	0,5	236	27,9	0,2
P8	5	Bkss2	110-150	0,7	0,5	231	22,9	0,2

### QUALITÀ AGRONOMICHE DEL PROFILO RILEVATO

Disponibilità di ossigeno	da moderata a buona
Rischio di incrostamento superficiale	assente
Fessurabilità	media
Capacità in acqua disponibile	da moderata (150-225 mm) a alta (225-300 mm)
Profondità utile per le radici delle piante	elevata (100-150 cm) su orizzonti ad elevato accumulo di CaCO <sub>3</sub> e con pellicole orientate per pressione e per scorrimento
Percorribilità	moderata, per rischio di sprofondamento
Resistenza meccanica alle lavorazioni	da moderata a elevata, per l'elevata resistenza alla frantumazione degli aggregati quando secchi
Tempo di attesa per le lavorazioni	da medio a lungo, per l'elevato contenuto di argilla
Inondabilità	nessuna o rara (fino a 5 volte/100 anni)
Capacità depurativa	molto alta
Capacità di accettazione piogge	molto alta



## **Descrizione dell'Unità tipologica di suolo riconosciuta – Estratto da Catalogo dei tipi di suolo Emilia-Romagna**

### **RONCOLE VERDI franco argilloso limosi (RNV1)**

I suoli RONCOLE VERDI franco argillosi limosi sono molto profondi, da non calcarei a scarsamente calcarei, da neutri a debolmente alcalini ed a tessitura franca argillosa limosa nella parte superiore, da non calcarei a moderatamente calcarei, da debolmente a moderatamente alcalini ed a tessitura argillosa limosa o franca argillosa limosa in quella inferiore. Sono presenti in profondità (80-130 cm) orizzonti a forte accumulo di carbonato di calcio. Il substrato è presumibilmente costituito da alluvioni fini o moderatamente fini. I suoli RONCOLE VERDI franco argillosi limosi si trovano nella piana pedemontana in ambiente di conoide alluvionale ed interconoide alluvionale e nella piana a copertura alluvionale, nell'ambiente di argine naturale antico su superfici debolmente rilevate, non più interessate da apporti sedimentari nel corso degli ultimi millenni. In queste terre la pendenza varia tra lo 0,1 e il 2,0%. L'uso del suolo è a seminativo semplice e arborato, subordinato il vigneto e il frutteto.

**Classificazione Soil Taxonomy (keys 2010): Udifluventic Haplustept fine, mixed, superactive, mesic**

**Classificazione WRB (2007): Fluvic Cambisols (Eutric)**



DESCRIZIONE ATTIVITA'  
ANTICA FATTORIA CASEIFICIO  
SCALABRINI DI UGO E BRUNO  
S.S. SOCIETA' AGRICOLA.



## DESCRIZIONE ATTIVITA' SVOLTA NELL'AZIENDA ANTICA FATTORIA CASEIFICIO SCALABRINI DI UGO E BRUNO S.S. SOCIETA' AGRICOLA AI FINI DEL PIANO OPERATIVO "PRATI\_CO"

Ottobre 2018

A cura di Carla Scotti e Antea De Monte di I.TER



Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma regionale di sviluppo rurale 2014-2020 – Tipo di operazione 16.1.01 – Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione: "produttività e sostenibilità dell'agricoltura" – Focus Area 5E



UNIONE EUROPEA  
Fondo Europeo Agricolo  
per lo Sviluppo Rurale



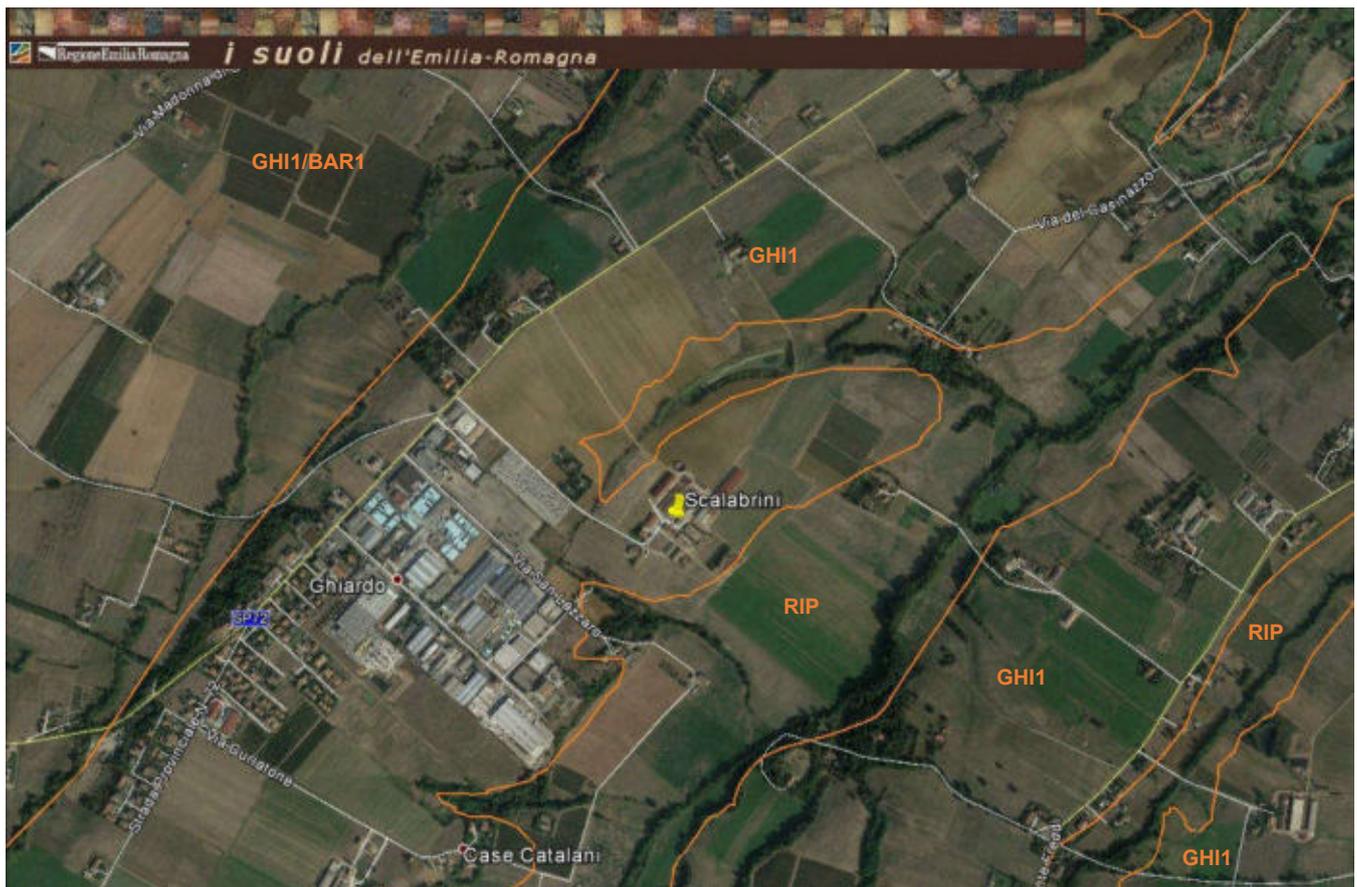
Regione Emilia-Romagna

L'Europa investe nelle zone rurali



## DESCRIZIONE DEL SITO

Il sito rilevato è localizzato all'interno del comune di Bibbiano (RE) e si trova nel cosiddetto "Margine appenninico". Versanti di incisioni che solcano le paleoconoidi dell'altopiano del Ghiardo (RE). Il substrato è costituito da sedimenti alluvionali eterometrici (ghiaie, sabbie, limi) depositi nel Quaternario medio-superiore. Rispetto al Catalogo dei suoli della pianura emiliano-romagnola (edizione 2015) realizzata dal **Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna**, gli appezzamenti rilevati ricadono all'interno dell'unità cartografica RIP (Consociazione dei suoli Ripa, 2-10% pendenti); delimitazione 5263, caratterizzata dai suoli Ripa 2-10% pendenti RIP (75%) e Bertaco BET (25%); e dell'unità cartografica GHI1 (Consociazione dei suoli GHIARDO franco limosi); delimitazione 7658, caratterizzata dai suoli Ghiardo franco limosi GHI1 (85%), Ca' Del Vento franco argilloso limosi, 5-20% pendenti CDV2 (5%), Montefalcone franco argilloso limosi, 5-20% pendenti MFA2 (5%), Talamona franco argilloso limosi TAL1 (3%) e Ripa 2-10% pendenti RIP (2%).



*Sono evidenziate in arancione le sigle e i limiti delle Unità Cartografiche della Carta dei Suoli al livello di dettaglio 1:50.000*



I.TER ha condotto un'indagine pedologica speditiva con trivella olandese che ha permesso di scegliere gli appezzamenti idonei e rappresentativi di ambienti pedologici per la sperimentazione da realizzarsi ai fini del Piano Operativo. E' stata effettuata la caratterizzazione pedologica degli appezzamenti (uno a prato stabile, uno a erba medica) prescelti tramite l'esecuzione e la descrizione fino a 110 cm secondo le indicazioni del "Manuale di Campagna" ed. Luglio 2000 del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, di 12 trivellate per diverso uso del suolo, eseguite fino a 110 cm e di 2 profili di suolo. Tutte le osservazioni pedologiche (profili pedologici e trivellate) sono state georeferenziate secondo standard Datum WGS 1984; proiezione UTM; fuso 33. Ogni osservazione è stata ricollegata alle Tipologie di suolo regionali ed è stata classificata utilizzando i sistemi di classificazione Soil Taxonomy (USDA- Keys to Soil Taxonomy) sino a livello di famiglia, e World Reference Base.

I profili pedologici realizzati in data 17/10/2018 sono stati scavati con dimensioni adeguate per mettere in evidenza il substrato pedogenetico. Tutti gli orizzonti sono stati descritti e campionati per le analisi di laboratorio routinarie. Le 12 trivellate realizzate in data 28/04/2017 e 05/06/2017, hanno consentito, oltre la caratterizzazione pedologica, il prelievo di due campioni composti a due profondità: 0-15 cm e 15-30 cm.

Nel profilo, invece, il campionamento ha interessato gli strati 0-15 cm e 15-30 cm e poi i vari strati pedologici sottostanti che sono stati riconosciuti e descritti.

Le analisi realizzate per i campioni (orizzonti del profilo) sono le seguenti:

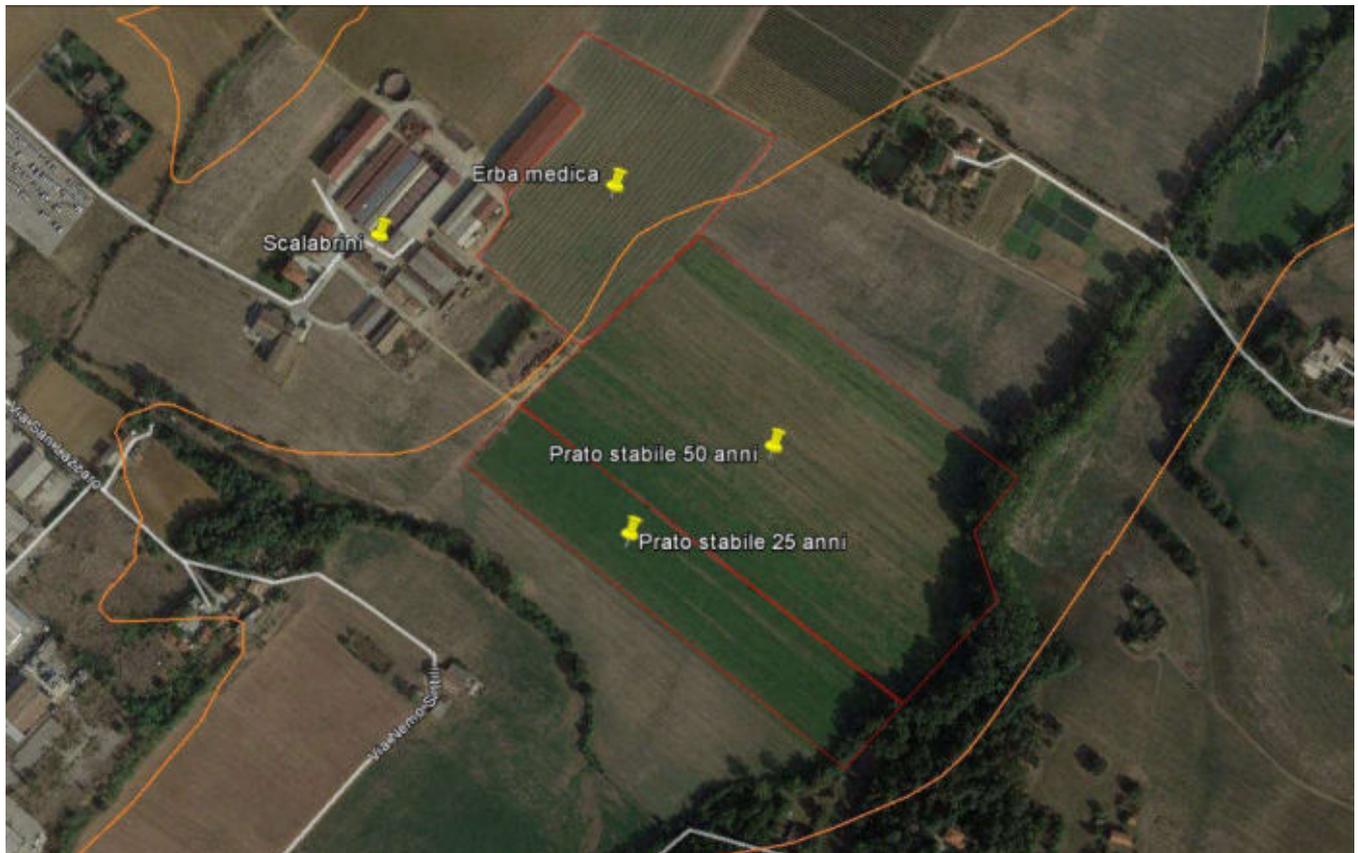
- Tessitura metodo pipetta (setacci per la sabbia – 2000 -50 micron; pipetta per la separazione di limo 50 – 2 micron e argilla < 2 micron)
- Reazione (pH in acqua)
- Calcare totale (metodo gasvolumetrico)
- Calcare attivo (metodo Droineau)
- Sostanza organica (metodo Walkley e Black)
- Sostanza organica (metodo analizzatore elementare)
- Azoto totale (Metodo Kjeldhal)
- P2O5 assimilabile (Metodo Olsen)
- K2O assimilabile (Metodo con acetato d'ammonio)

Le analisi realizzate per i campioni composti (realizzati tramite le 12 trivellate) sono le seguenti:

- Sostanza organica (metodo Walkley e Black)
- Sostanza organica (metodo analizzatore elementare)

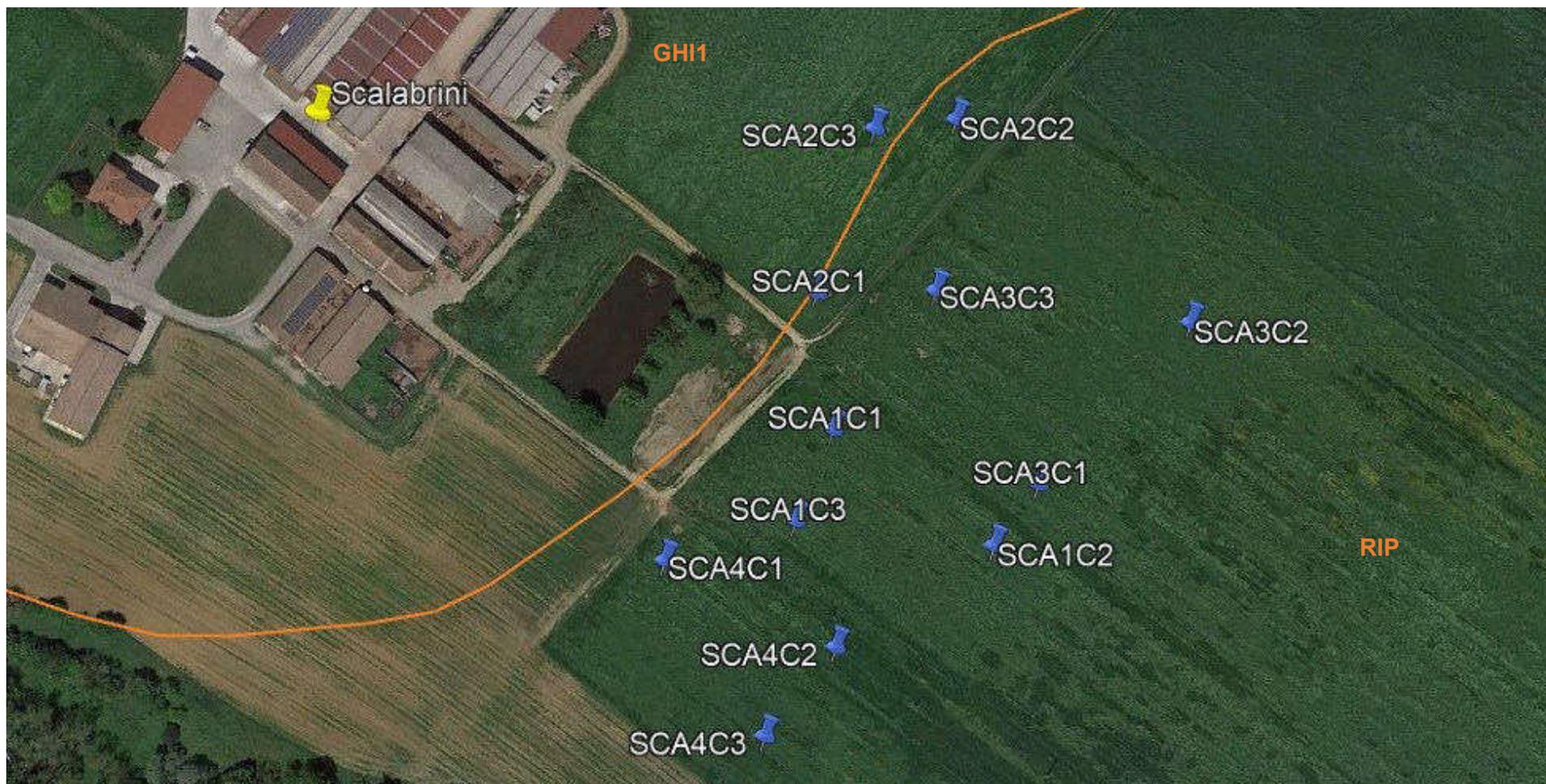


DESCRIZIONE ATTIVITA'  
ANTICA FATTORIA CASEIFICIO  
SCALABRINI DI UGO E BRUNO  
S.S. SOCIETA' AGRICOLA.



*Localizzazione e età dei prati stabili e localizzazione dei campi di erba medica dell'azienda*

### Ricollegamento delle trivellate alle Unità Tipologiche di Suolo dell'Archivio Regionale (Archivio F5008)



Localizzazione in Google Earth delle 12 trivellate eseguite (SCA1C1, SCA1C2, SCA1C3, SCA2C1, SCA2C2, SCA2C3, SCA3C1, SCA3C2, SCA3C3, SCA4C1, SCA4C2, SCA4C3)



DESCRIZIONE ATTIVITA' ANTICA FATTORIA CASEIFICIO  
SCALABRINI DI UGO E BRUNO S.S. SOCIETA' AGRICOLA



Uso del suolo	Triv	UTS	Descrizione	Tessitura Orizzonti					
				Limiti (cm)	Orizzonte	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Calcare totale %
Prato stabile	SCA1C1	RIP	Suolo a tessitura franca argillosa limosa in tutti gli orizzonti. Presenti screziature ossidate (5% nell'orizzonte Bw1 e 23% nell'orizzonte Bw2). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (3% nell'orizzonte Bw1, 8% nell'orizzonte Bw2). Suolo non calcareo in tutti gli orizzonti, moderatamente drenato e profondo	0-15	Ap1	15	56	29	0
				15-45	Ap2	15	56	29	0
				45-80	Bw1	15	51	34	0
				80-100	Bw2	15	51	34	0
Prato stabile	SCA1C2	RIP	Suolo a tessitura franca argillosa limosa in tutti gli orizzonti. Presenti screziature ossidate (5% nell'orizzonte Bw1 e 7% nell'orizzonte Bw2). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (2% nell'orizzonte Bw1, 7% nell'orizzonte Bw2). Suolo non calcareo in tutti gli orizzonti, moderatamente drenato e profondo	0-15	Ap1	15	55	30	0
				15-35	Ap2	15	55	30	0
				35-80	Bw1	15	50	35	0
				80-110	Bw2	15	50	35	0
Prato stabile	SCA1C3	RIP	Suolo a tessitura franca argillosa limosa in tutti gli orizzonti. Presenti screziature ossidate (5% nell'orizzonte Bw1 e 7% nell'orizzonte Bw2). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (3% nell'orizzonte Bw1, 3% nell'orizzonte Bw2) e masse cementate ferromanganesifere (2% nell'orizzonte Bw1, 5% nell'orizzonte Bw2). Suolo non calcareo in tutti gli orizzonti, moderatamente drenato e profondo	0-15	Ap1	15	56	29	0
				15-40	Ap2	15	55	30	0
				40-60	Bw1	20	45	35	0
				60-110	Bw2	20	45	35	0



DESCRIZIONE ATTIVITA' ANTICA FATTORIA CASEIFICIO  
SCALABRINI DI UGO E BRUNO S.S. SOCIETA' AGRICOLA



Uso del suolo	Triv	UTS	Descrizione	Tessitura Orizzonti					
				Limiti (cm)	Orizzonte	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Calcare totale %
Erba medica	SCA2C1	RIP	Suolo a tessitura franca argillosa in tutti gli orizzonti. Presenti masse non cementate ferromanganesifere (2% nell'orizzonte Bw2) e masse cementate ferromanganesifere (1% nell'orizzonte Bw2). Suolo non calcareo in tutti gli orizzonti, ben drenato e profondo	0-40	Ap	25	48	27	0
				40-80	Bw1	25	47	28	0
				80-100	Bw2	25	45	30	0
Erba medica	SCA2C2	RIP	Suolo a tessitura franca argillosa in tutti gli orizzonti. Suolo non calcareo in tutti gli orizzonti, ben drenato e profondo	0-40	Ap	25	47	28	0
				40-60	Bw	25	46	29	0
Erba medica	SCA2C3	RIP	Suolo a tessitura franca argillosa limosa in tutti gli orizzonti. Suolo non calcareo in tutti gli orizzonti, ben drenato e profondo	0-40	Ap	20	51	29	0
				40-70	Bw	20	50	30	0
Prato stabile	SCA3C1	RIP	Suolo a tessitura franca limosa nell'orizzonte Ap1, franca argillosa limosa negli orizzonti Ap2, Bg1 e Bg2. Presenti screziature ridotte (25% negli orizzonti Bg1 e Bg2) e screziature ossidate (30% nell'orizzonte Bg1 e 40% nell'orizzonte Bg2). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (4% nell'orizzonte Bg1, 8% nell'orizzonte Bg2). Suolo da molto scarsamente calcareo a scarsamente calcareo in tutti gli orizzonti, moderatamente drenato e profondo	0-30	Ap1	15	60	25	0,5-1/1-5
				30-50	Ap2	15	55	30	0,5-1/1-5
				50-80	Bg1	10	52	38	0,5-1/1-5
				80-100	Bg2	10	52	38	0,5-1/1-5



DESCRIZIONE ATTIVITA' ANTICA FATTORIA CASEIFICIO  
SCALABRINI DI UGO E BRUNO S.S. SOCIETA' AGRICOLA



Uso del suolo	Triv	UTS	Descrizione	Tessitura Orizzonti					
				Limiti (cm)	Orizzonte	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Calcare totale %
Prato stabile	SCA3C2	RIP	Suolo a tessitura franca limosa nell'orizzonte Ap, franca argillosa limosa negli orizzonti Bw1 e Bw2. Presenti screziature ridotte (2% nell'orizzonte Bw1 e 5% nell'orizzonte Bw2) e screziature ossidate (3% nell'orizzonte Bw1 e 1% nell'orizzonte Bw2). Presenti masse cementate ferromanganesifere (1% nell'orizzonte Bw1, 3% nell'orizzonte Bg2), presenti masse non cementate ferromanganesifere (2% nell'orizzonte Bw1, 1% nell'orizzonte Bg2). Suolo da molto scarsamente calcareo a scarsamente calcareo in tutti gli orizzonti, moderatamente drenato e profondo	0-25	Ap	20	55	25	0,5-1/1-5
				25-50	Bw1	20	50	30	0,5-1/1-5
				50-110	Bw2	10	54	36	0,5-1/1-5
Prato stabile	SCA3C3	RIP	Suolo a tessitura franca limosa nell'orizzonte Ap, franca argillosa limosa negli orizzonti Bw1 e Bw2. Presenti screziature ridotte (30% nell'orizzonte Bw1 e 10% nell'orizzonte Bw2) e screziature ossidate (10% nell'orizzonte Bw2). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (3% nell'orizzonte Bg2). Suolo molto scarsamente calcareo in tutti gli orizzonti, da ben drenato a moderatamente drenato e profondo	0-10	Ap	15	60	25	0,5-1
				10-35	Bw1	15	56	29	0,5-1
				35-90	Bw2	15	45	40	0,5-1
Prato stabile	SCA4C1	RIP	Suolo a tessitura franca limosa nell'orizzonte Ap, franca argillosa limosa negli orizzonti Bw1 e Bw2. Presenti screziature ridotte (5% nell'orizzonte Bw1 e 7% nell'orizzonte Bw2) e screziature ossidate (2% negli orizzonti Bw1 e Bw2). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (3% negli orizzonti Bw1 e Bw2). Suolo molto scarsamente calcareo in tutti gli orizzonti, moderatamente drenato e profondo	0-10	Ap	15	60	25	0,5-1
				10-40	Bw1	15	51	34	0,5-1
				40-90	Bw2	25	43	32	0,5-1



DESCRIZIONE ATTIVITA' ANTICA FATTORIA CASEIFICIO  
SCALABRINI DI UGO E BRUNO S.S. SOCIETA' AGRICOLA



Uso del suolo	Triv	UTS	Descrizione	Tessitura Orizzonti					
				Limiti (cm)	Orizzonte	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Calcare totale %
Prato stabile	SCA4C2	RIP	Suolo a tessitura franca franca argillosa limosa in tutti gli orizzonti. Presenti screziature ridotte (25% negli orizzonti Bgw e Bg) e screziature ossidate (35% negli orizzonti Bgw e Bg). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (3% negli orizzonti Bgw e Bg). Suolo da molto scarsamente calcareo a scarsamente calcareo negli orizzonti Ap1 e Ap2, molto scarsamente calcareo negli orizzonti Bgw e Bg, moderatamente drenato e profondo	0-10	Ap1	15	62	23	0,5-1/1-5
				10-40	Ap2	10	52	38	0,5-1/1-5
				40-80	Bgw	10	50	40	0,5-1
				80-100	Bg	10	50	40	0,5-1
Prato stabile	SCA4C3	RIP	Suolo a tessitura franca limosa nell'orizzonte Ap, franca argillosa limosa negli orizzonti Bw1 e Bw2. Presenti screziature ridotte (5% nell'orizzonte Bw1 e 10% nell'orizzonte Bw2) e screziature ossidate (2% nell'orizzonte Bw1 e 3% nell'orizzonte Bw2). Presenti masse non cementate ferromanganesifere (3% nell'orizzonte Bw1 e 5% nell'orizzonte Bw2). Suolo molto scarsamente calcareo in tutti gli orizzonti, da ben drenato a moderatamente drenato e profondo	0-25	Ap	15	60	25	0,5-1
				25-50	Bw1	15	51	34	0,5-1
				50-110	Bw2	20	48	32	0,5-1

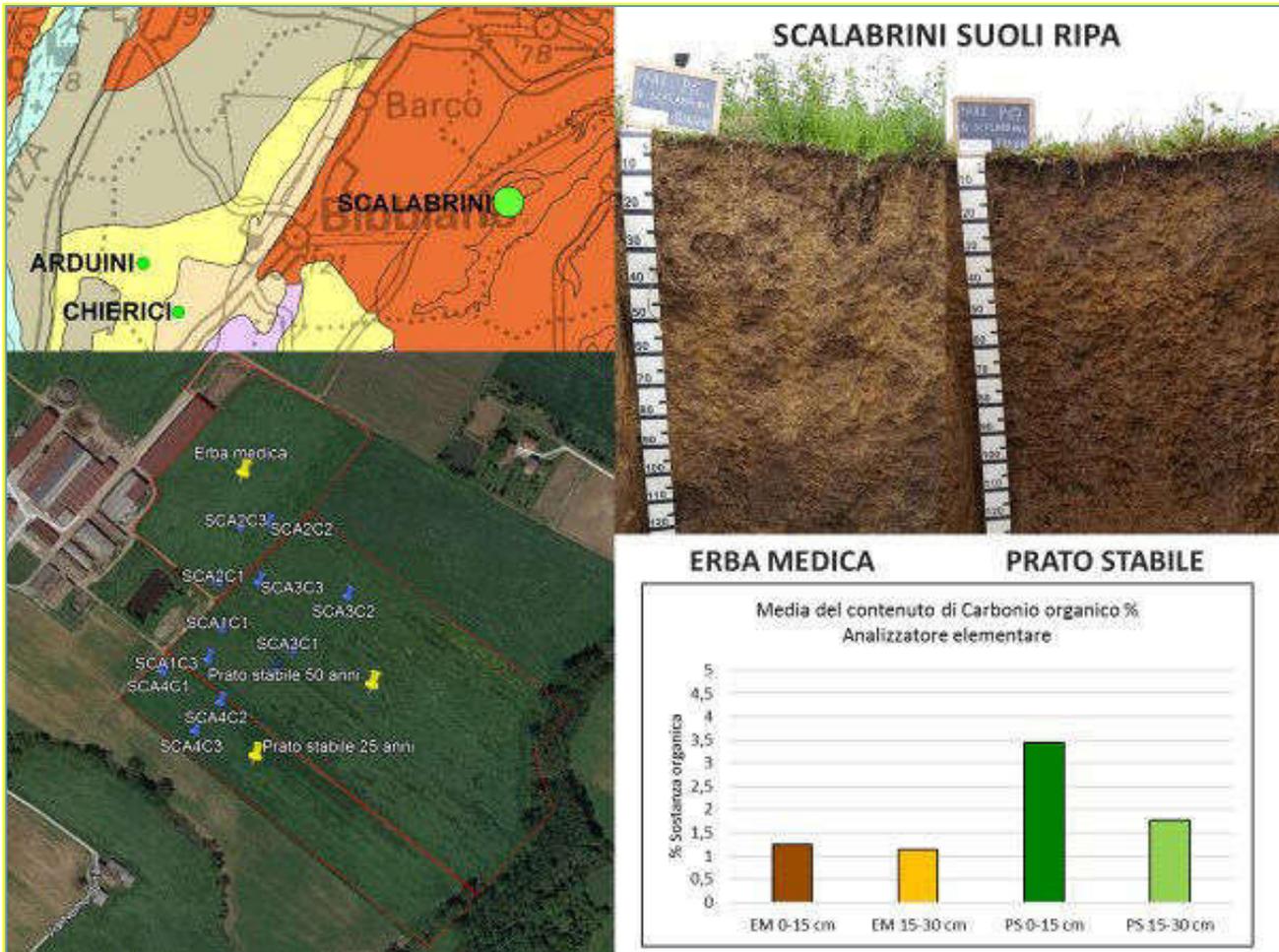


*Dati provenienti da analisi di laboratorio eseguite sui campioni composti (0-15 e 15- 30 cm)*

<b>Strato campionato</b>	<b>Profondità cm</b>	<b>Sostanza organica % (metodo analizzatore elementare)</b>	<b>Sostanza organica % (metodo Walkey- Black)</b>
SCA2C1 Erba medica	0-15	2,2	1,9
SCA2C2 Erba medica	0-15	2,2	2,0
SCA2C3 Erba medica	0-15	2,1	1,6
SCA1C1 Prato stabile 50 anni	0-15	5,7	5,0
SCA1C2 Prato stabile 50 anni	0-15	5,1	3,8
SCA1C3 Prato stabile 50 anni	0-15	4,9	4,2
SCA3C1 Prato stabile 50 anni	0-15	4,5	4,1
SCA3C2 Prato stabile 50 anni	0-15	5,3	4,8
SCA3C3 Prato stabile 50 anni	0-15	6,6	6,0
SCA4C1 Prato stabile 25 anni	0-15	7,1	6,6
SCA4C2 Prato stabile 25 anni	0-15	6,3	5,6
SCA4C3 Prato stabile 25 anni	0-15	8,0	6,9
SCA2C1 Erba medica	15-30	2,2	1,9
SCA2C2 Erba medica	15-30	2,0	1,8
SCA2C3 Erba medica	15-30	1,7	1,6
SCA1C1 Prato stabile 50 anni	15-30	3,6	3,1
SCA1C2 Prato stabile 50 anni	15-30	3,8	3,0
SCA1C3 Prato stabile 50 anni	15-30	2,4	3,0
SCA3C1 Prato stabile 50 anni	15-30	4,1	3,5
SCA3C2 Prato stabile 50 anni	15-30	2,0	1,9
SCA3C3 Prato stabile 50 anni	15-30	3,2	2,6
SCA4C1 Prato stabile 25 anni	15-30	2,2	1,8
SCA4C2 Prato stabile 25 anni	15-30	2,4	2,0
SCA4C3 Prato stabile 25 anni	15-30	3,9	3,3



DESCRIZIONE ATTIVITA'  
 ANTICA FATTORIA CASEIFICIO  
 SCALABRINI DI UGO E BRUNO  
 S.S. SOCIETA' AGRICOLA.





DESCRIZIONE ATTIVITA'  
ANTICA FATTORIA CASEIFICIO  
SCALABRINI DI UGO E BRUNO  
S.S. SOCIETA' AGRICOLA.



## DESCRIZIONE PROFILO PRA1 P06



Localizzazione del sito in Google Earth collegato alla Carta dei Suoli del Catalogo dei Suoli della Pianura emiliano-romagnola in scala 1:50.000 ([Collegamento Web alla Carta](#)).

## DESCRIZIONE DELLA STAZIONE

**Sigla del profilo:** PRA1 P06

**Provincia:** Reggio Emilia

**Località:** Antica Fattoria Caseificio Scalabrini di Ugo e Bruno S.S Società Agricola

**Rilevatori:** Carla Scotti e Nicolò Mignardi

**Data di descrizione:** 17/10/2018

**Uso del suolo:** prato avvicendato?

**Morfologia:** margine appenninico, versanti di incisioni che solcano le paleoconoidi dell'altopiano del Ghiardo.

**Materiale parentale e substrato:** Il substrato è costituito da sedimenti deposti nel Quaternario medio-superiore

**Falda:** Falda non rilevata

**Classificazione Soil Taxonomy (2010):** Typic Haplustepts fine silty, mixed, superactive, mesic

**Classificazione WRB (2007):** Haplic Cambisols (Colluvic, Eutric)

**UTS riconosciuta:** RIPA 2-10% pendenti (RIP)



## DESCRIZIONE DEL PROFILO

*I colori si riferiscono al suolo umido salvo diversa indicazione*



**Ap** 0-35 cm; poco umido, franco argilloso limoso, colore umido bruno giallastro scuro (10YR 4/4), screziature assenti, scheletro leggermente alterato (2% da 4 mm, frammenti di mattone), struttura principale poliedrica subangolare fine, moderatamente sviluppata, struttura secondaria poliedrica subangolare media, moderatamente sviluppata; pori principali medi vescicole (4 mm, 3%), pori secondari fini vescicole (1 mm, 3%); figure pedogenetiche di precipitazione di ossidi e idrossidi masse cementate di ferro e manganese di forma irregolare localizzazione casuale (0,5% da 1 mm), radici grossolane (8 mm) molte (8 radici su 100 cm<sup>2</sup>), nessuna effervescenza all'HCl, pH neutro, limite chiaro lineare.

**Bw** 35-80 cm; poco umido, franco argilloso limoso, colore umido bruno giallastro scuro (10YR 4/4), screziature bruno giallastro scuro (10 YR 4/6) (30% da 10 mm), scheletro leggermente alterato (2% da 4 mm, frammenti di mattone), struttura principale poliedrica subangolare media, moderatamente sviluppata, struttura secondaria poliedrica subangolare grossolana, moderatamente sviluppata; pori principali fini vescicole (2 mm, 1%), pori secondari fini vescicole (1 mm, 0,5%); figure pedogenetiche di precipitazione di ossidi e idrossidi masse cementate di ferro e manganese di forma sferoidale a localizzazione casuale (0,5% da 1 mm), radici fini (2 mm) poche (10 radici su 100 cm<sup>2</sup>), nessuna effervescenza all'HCl, pH neutro, limite chiaro ondulato.

**Bc** 80-130 cm, poco umido, franco argilloso limoso, colore umido bruno grigiastro scuro (10YR 4/2), screziature grigio scuro (10 YR 4/1) (30% da 15 mm) e bruno giallastro scuro (10YR 4/6) (15% da 6 mm), scheletro leggermente alterato (1% da 4 mm), struttura principale poliedrica angolare media, fortemente sviluppata, struttura secondaria prismatica media, moderatamente sviluppata; pori principali fini vescicole (1 mm, 0,3 %); figure pedogenetiche tessiturali rivestimenti di argilla sulle superfici degli aggregati discontinue; figure pedogenetiche da stress facce di pressione occasionali; figure pedogenetiche di precipitazione di ossidi e idrossidi masse cementate di ferro e manganese di forma sferoidale a localizzazione casuale (1,5% da 1 mm) e noduli di ferro e manganese sferoidali a distribuzione casuale (1% da 2 mm), radici molto fini (0,5 mm) poche (2 radici su 100 cm<sup>2</sup>), nessuna effervescenza all'HCl, pH neutro, limite chiaro lineare.

**Bc** 130-150 cm, poco umido, franco argilloso limoso, colore umido grigio scuro (10YR 4/1), screziature bruno giallastro (10 YR 5/6) (15% da 5 mm) e bruno grigiastro scuro (10YR 4/2) (15% da 6 mm), scheletro mediamente alterato (3% da 4 mm), struttura principale poliedrica subangolare fine, debolmente sviluppata, struttura secondaria poliedrica subangolare media, debolmente sviluppata; pori principali fini vescicole (1 mm, 0,3 %); figure pedogenetiche di precipitazione di ossidi e idrossidi noduli di ferro e manganese di forma sferoidale con localizzazione casuale (15% da 2 mm e 25% da 4 mm), radici assenti, effervescenza nessuna, pH neutro, limite sconosciuto.



*Dati provenienti da analisi di laboratorio eseguite su tutti gli orizzonti individuati del profilo*

Tipo e numero di osservazione	N° Orizzonte	Strato campionato	Profondità cm	Sabbia	Limo	Argilla	pH	Calcare totale	Calcare attivo
P6	1	Ap	0-15	11	52	37	6,73	1	0,4
P6	1	Ap	15-30	4	62	34	7,03	2	0,5
P6	2	Bw	35-80	9	57	34	7,33	2	0,5
P6	3	Bt	80-130	6	60	34	7,76	2	0,8
P6	4	Bc	130-150	17	52	31	7,72	2	0,4

Tipo e numero di osservazione	N° Orizzonte	Strato campionato	Profondità cm	Sostanza organica (metodo analizzatore elementare)	Sostanza organica (metodo Walkey-Black)	Potassio assimilabile (come K2O)	Fosforo assimilabile (come P2O5)	Azoto totale
P6	1	Ap	0-15	2,7	2,4	206	148	1,4
P6	1	Ap	15-30	2,4	1,9	208	165,7	1,5
P6	2	Bw	35-80	1,4	1,1	144	93,5	0,9
P6	3	Bt	80-130	0,5	0,7	120	41,5	0,3
P6	4	Bc	130-150	0,5	0,6	115	20,4	0,3

## QUALITÀ AGRONOMICHE DEL PROFILO RILEVATO

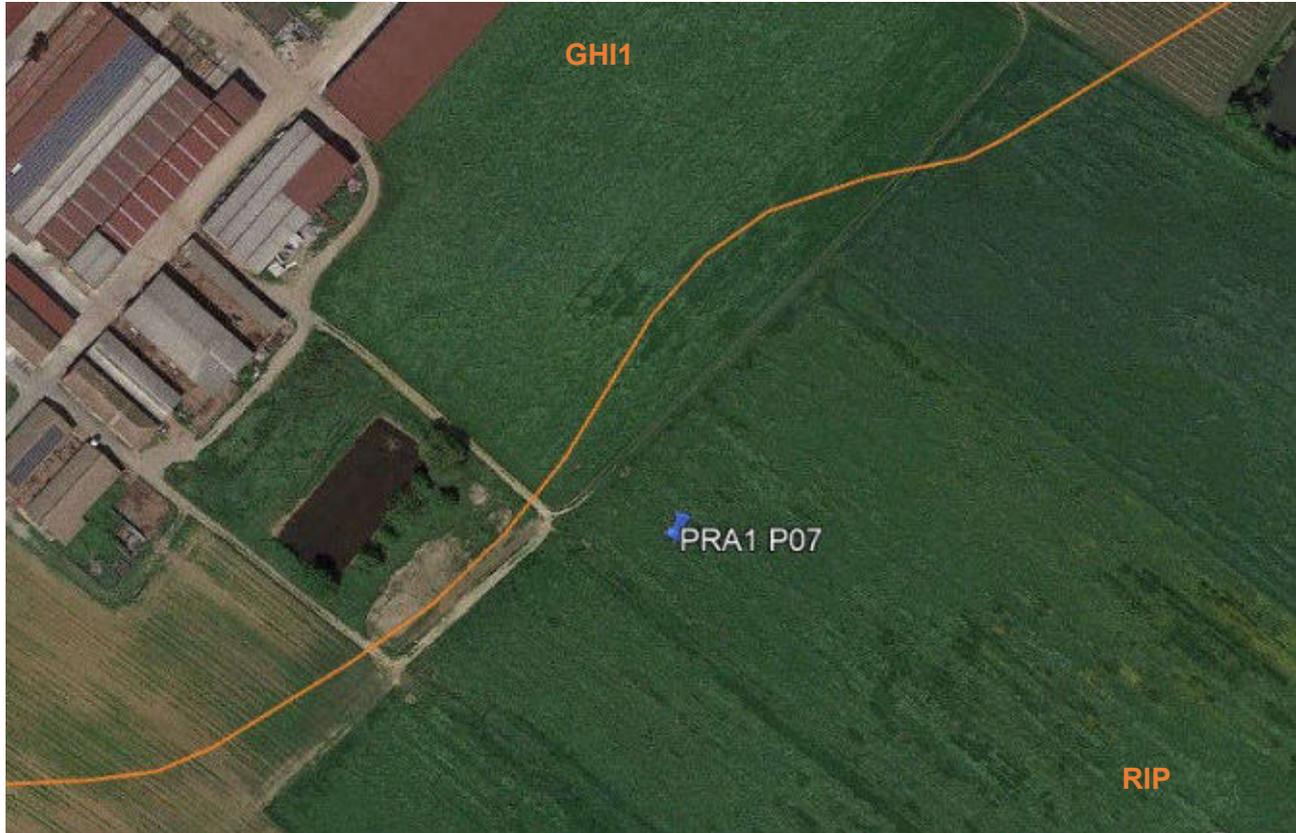
Disponibilità di ossigeno	moderata
Rischio di incrostamento superficiale	moderato
Fessurabilità	media
Capacità in acqua disponibile	alta
Profondità utile per le radici delle piante	molto elevata (>150 cm)
Percorribilità	discreta
Resistenza meccanica alle lavorazioni	moderata
Tempo di attesa per le lavorazioni	medio
Inondabilità	nessuna o rara (fino a 1-5 volte/100 anni)
Capacità depurativa	alta
Capacità di accettazione piogge	alta
Rischio di perdite di suolo per erosione	nessun problema riscontrato



DESCRIZIONE ATTIVITA'  
ANTICA FATTORIA CASEIFICIO  
SCALABRINI DI UGO E BRUNO  
S.S. SOCIETA' AGRICOLA.



## DESCRIZIONE PROFILO PRA1 P07



Localizzazione del sito in Google Earth collegato alla Carta dei Suoli del Catalogo dei Suoli della Pianura emiliano-romagnola in scala 1:50.000 ([Collegamento Web alla Carta](#)).

## DESCRIZIONE DELLA STAZIONE

**Sigla del profilo:** PRA1 P07

**Provincia:** Reggio Emilia

**Località:** Antica Fattoria Caseificio Scalabrini di Ugo e Bruno S.S Società Agricola

**Rilevatori:** Carla Scotti e Nicolò Mignardi

**Data di descrizione:** 17/10/2018

**Uso del suolo:** prato permanente irriguo

**Morfologia:** margine appenninico, versanti di incisioni che solcano le paleoconoidi dell'altopiano del Ghiardo.

**Materiale parentale e substrato:** Il substrato è costituito da sedimenti depositi nel Quaternario medio-superiore

**Falda:** Falda non rilevata

**Classificazione Soil Taxonomy (2010):** Typic Haplustepts fine silty, mixed, superactive, mesic

**Classificazione WRB (2007):** Haplic Cambisols (Colluvic, Eutric)

**UTS riconosciuta:** RIPA 2-10% pendenti (RIP)



## DESCRIZIONE DEL PROFILO

*I colori si riferiscono al suolo umido salvo diversa indicazione*



**A** 0-7 cm; umido, franco limoso, colore umido bruno grigiastro molto scuro (10YR 3/2), screziature assenti, scheletro leggermente alterato (2% da 6 mm), struttura principale granulare media, moderatamente sviluppata, struttura secondaria granulare fine, moderatamente sviluppata; pori principali medi (4 mm, 3%) e secondari fini (2 mm, 2%); figure pedogenetiche assenti, radici fini (2 mm) comuni (12 radici su 100 cm<sup>2</sup>), effervescenza all'HCl da debole a molto debole, limite chiaro lineare.

**Ap** 7-35 cm; umido, franco argilloso limoso, colore umido bruno giallastro scuro (10YR 4/6) e bruno (10 YR 4/3), screziature assenti, scheletro leggermente alterato (2% da 6 mm), struttura principale poliedrica subangolare media, moderatamente sviluppata, struttura secondaria poliedrica subangolare grossolana, moderatamente sviluppata; pori principali medi (3 mm, 1%) e secondari fini (1 mm, 2%); figure pedogenetiche di precipitazione di ossidi e idrossidi masse cementate di ferro e manganese sferoidali a distribuzione casuale (3% da 2 mm), radici fini (1 mm) poche (6 radici su 100 cm<sup>2</sup>); effervescenza all'HCl da debole a molto debole, limite chiaro lineare.

**Bw1** 35-55 cm, umido, franco argilloso limoso, colore umido bruno (10YR 5/3), screziature grigio bruno chiaro (10 YR 6/2) (30% da 7 mm) e bruno giallastro (10YR 5/8) (30% da 7mm), scheletro assente, struttura principale poliedrica subangolare media, moderatamente sviluppata, struttura secondaria poliedrica angolare media, debolmente sviluppata; pori principali fini (1 mm, 0,5 %); figure pedogenetiche di precipitazione di ossidi e idrossidi masse cementate di ferro e manganese sferoidali a distribuzione casuale (3% da 2 mm), radici fini (1 mm) poche (2 radici su 100 cm<sup>2</sup>), nessuna effervescenza all'HCl, limite graduale ondulato.

**Bg2** 55-85 cm, umido, franco argilloso limoso, colore bruno (10YR 5/3), screziature grigie (10 YR 5/1) (35% da 8 mm) e screziature bruno giallastro (10YR 5/8) (25% da 5 mm), scheletro assente, struttura principale prismatica media, moderatamente sviluppata, struttura secondaria poliedrica angolare grossolana, moderatamente sviluppata; pori principali fini (1 mm, 0,3%); figure pedogenetiche tessiturali rivestimenti di argilla e limo localizzate sulle superfici degli aggregati; figure pedogenetiche da stress facce di pressione discontinue; figure pedogenetiche di precipitazione di ossidi e idrossidi masse cementate di ferro e manganese sferoidali a distribuzione casuale (4% da 3 mm); radici molto fini (0,2 mm) poche (1 radice su 100 cm<sup>2</sup>), effervescenza all'HCl nessuna, pH debolmente alcalino, limite graduale irregolare.

**Bg3** 85-130 cm, umido, franco argilloso limoso, colore bruno (10YR 5/3), screziature grigie (N6) (35% da 15 mm) e screziature bruno giallastro (10YR 5/8) (25% da 8 mm), scheletro assente, struttura principale prismatica media, moderatamente sviluppata, struttura secondaria poliedrica angolare grossolana, moderatamente sviluppata; pori principali fini (1 mm, 0,1%); figure pedogenetiche tessiturali rivestimenti di argilla e limo localizzate sulle superfici degli aggregati; figure pedogenetiche da stress facce di pressione discontinue; figure pedogenetiche di precipitazione di ossidi e idrossidi noduli di ferro e manganese sferoidali a distribuzione casuale (4% da 2 mm) e masse cementate di ferro e manganese sferoidali a distribuzione casuale (6% da 3 mm); radici assenti, effervescenza all'HCl nessuna, pH debolmente alcalino, limite graduale lineare.

**Bc** 130-150 cm, umido, franco argilloso limoso, colore bruno giallastro scuro (10YR 4/4 e 10YR 4/6), screziature grigie (N6) (10% da 7 mm), scheletro assente, struttura poliedrica angolare fine, debolmente sviluppata; pori assenti; figure pedogenetiche di precipitazione di ossidi e idrossidi noduli di ferro e manganese sferoidali a distribuzione casuale (30% da 2 mm e 20% da 5 mm); radici assenti, effervescenza all'HCl nessuna, pH debolmente alcalino, limite sconosciuto.



*Dati provenienti da analisi di laboratorio eseguite su tutti gli orizzonti individuati del profilo*

Tipo e numero di osservazione	N° Orizzonte	Strato campionato	Profondità cm	Sabbia	Limo	Argilla	pH	Calcare totale	Calcare attivo
P7	1	A	0-7	22	65	13	7,32	1	0,4
P7	1/2	A/Ap	0-15	9	57	34	7,26	1	0,5
P7	2	Ap	15-30	11	52	37	7,46	1	0,5
P7	3	Bg1	35-55	6	57	37	7,85	1	0,5
P7	4	Bg2	55-85	9	60	31	7,7	1	0,4
P7	5	Bg3	85-130	11	52	37	7,14	1	0,5
P7	6	Bc	130-150	6	57	37	7,79	3	1,1

Tipo e numero di osservazione	N° Orizzonte	Strato campionato	Profondità cm	Sostanza organica (metodo analizzatore elementare)	Sostanza organica (metodo Walkey-Black)	Potassio assimilabile (come K2O)	Fosforo assimilabile (come P2O5)	Azoto totale
P7	1	A	0-7	13,8	9,4	326	429	5,6
P7	1/2	A/Ap	0-15	7,1	5,9	251	209	3,9
P7	2	Ap	15-30	3,5	2,9	155	171,6	2,1
P7	3	Bg1	35-55	0,5	0,4	127	41,7	0,2
P7	4	Bg2	55-85	0,3	0,4	110	25,6	0,2
P7	5	Bg3	85-130	0,3	0,3	106	26,8	0,2
P7	6	Bc	130-150	0,3	0,5	107	17,3	0,2

## QUALITÀ AGRONOMICHE DEL PROFILO RILEVATO

Disponibilità di ossigeno	moderata
Rischio di incrostamento superficiale	moderato
Fessurabilità	media
Capacità in acqua disponibile	alta
Profondità utile per le radici delle piante	molto elevata (>150 cm)
Percorribilità	discreta
Resistenza meccanica alle lavorazioni	moderata
Tempo di attesa per le lavorazioni	medio
Inondabilità	nessuna o rara (fino a 1-5 volte/100 anni)
Capacità depurativa	alta
Capacità di accettazione piogge	alta
Rischio di perdite di suolo per erosione	nessun problema riscontrato



DESCRIZIONE ATTIVITA'  
ANTICA FATTORIA CASEIFICIO  
SCALABRINI DI UGO E BRUNO  
S.S. SOCIETA' AGRICOLA.



## **Descrizione dell'Unità tipologica di suolo riconosciuta – Estratto da Catalogo dei tipi di suolo Emilia-Romagna**

### **RIPA 2-10% pendenti (RIP)**

I suoli RIPA, 2-10% pendenti sono molto profondi, non calcarei, a tessitura franca limosa o franca argillosa limosa con il 5-10 % di scheletro entro i 100 cm. Il substrato è solitamente costituito da ghiaie e sabbie. I suoli RIPA 2-10% pendenti sono nei versanti delle incisioni di paleosuperfici rilevate di diversi metri rispetto all'adiacente pianura pedemontana. In queste terre la pendenza varia dal 2 al 10%. La densità di urbanizzazione è abbastanza elevata e legata per lo più ad edilizia di tipo residenziale. Sono predominanti le aziende agricole di piccole e medie dimensioni. L'uso del suolo è in prevalenza a seminativo, subordinato il vigneto.

**Classificazione Soil Taxonomy (keys 2010): Typic Haplustepts fine silty, mixed, superactive, mesic**

**Classificazione WRB (keys 2007): Haplic Cambisols (Colluvic, Eutric)**

### **GHIARDO franco limosi (GHI1)**

I suoli GHIARDO franco limosi sono molto profondi, non calcarei; a tessitura franca limosa e da debolmente acidi a debolmente alcalini nella parte superiore, a tessitura franca limosa o franca argillosa limosa e neutri o debolmente alcalini in quella inferiore. Il substrato è costituito da alluvioni a tessitura fine.

I suoli GHIARDO franco limosi sono in paleosuperfici debolmente incise e rilevate di diversi metri rispetto all'adiacente pianura pedemontana. In queste terre la pendenza varia da 0,5 a 2%. La densità di urbanizzazione è abbastanza elevata e legata per lo più ad edilizia di tipo residenziale. Sono predominanti le aziende agricole di piccole e medie dimensioni. L'uso agricolo del suolo è in prevalenza a prati e seminativo, subordinato il vigneto.

**Classificazione Soil Taxonomy (keys 2010): Aquic Haplustalfs fine silty, superactive, mixed, mesic**

**Classificazione WRB (keys 2007): Cutanic Stagnic Luvisols**

Cod progetto	Azienda	Strato campionato	Profondità cm	Rapporto di prova
PRA1	Pelosi	PEL1C1	0-15	1716167
PRA1	Pelosi	PEL1C1	15-30	1716169
PRA1	Pelosi	PEL1C2	0-15	1716170
PRA1	Pelosi	PEL1C2	15-30	1716171
PRA1	Pelosi	PEL1C3	0-15	1716172
PRA1	Pelosi	PEL1C3	15-30	1716173
PRA1	Pelosi	PEL1C4	0-15	1716174
PRA1	Pelosi	PEL1C4	15-30	1716175
PRA1	Pelosi	PEL1C5	0-15	1716176
PRA1	Pelosi	PEL1C5	15-30	1716177
PRA1	Pelosi	PEL1C6	0-15	1716178
PRA1	Pelosi	PEL1C6	15-30	1716179
PRA1	Chierici	CHI1C1	0-15	1716180
PRA1	Chierici	CHI1C1	15-30	1716181
PRA1	Chierici	CHI1C2	0-15	1716182
PRA1	Chierici	CHI1C2	15-30	1716183
PRA1	Chierici	CHI1C3	0-15	1716184
PRA1	Chierici	CHI1C3	15-30	1716185
PRA1	Chierici	CHI1C4	0-15	1716186
PRA1	Chierici	CHI1C4	15-30	1716187
PRA1	Chierici	CHI1C5	0-15	1716188
PRA1	Chierici	CHI1C5	15-30	1716189
PRA1	Chierici	CHI1C6	0-15	1716190
PRA1	Chierici	CHI1C6	15-30	1716191
PRA1	Arduini	ARD1C1	0-15	1716192
PRA1	Arduini	ARD1C1	15-30	1716193
PRA1	Arduini	ARD1C2	0-15	1716194
PRA1	Arduini	ARD1C2	15-30	1716195
PRA1	Arduini	ARD1C3	0-15	1716196
PRA1	Arduini	ARD1C3	15-30	1716197
PRA1	Arduini	ARD1C4	0-15	1716198
PRA1	Arduini	ARD1C4	15-30	1716199
PRA1	Arduini	ARD1C5	0-15	1716200
PRA1	Arduini	ARD1C5	15-30	1716201
PRA1	Arduini	ARD1C6	0-15	1716202
PRA1	Arduini	ARD1C6	15-30	1716203
PRA1	Arduini	ARD2C1	0-15	1716204
PRA1	Arduini	ARD2C1	15-30	1716205
PRA1	Arduini	ARD2C2	0-15	1716206
PRA1	Arduini	ARD2C2	15-30	1716207
PRA1	Arduini	ARD2C3	0-15	1716208
PRA1	Arduini	ARD2C3	15-30	1716209
PRA1	Arduini	ARD2C4	0-15	1716210
PRA1	Arduini	ARD2C4	15-30	1716211
PRA1	Arduini	ARD2C5	0-15	1716212
PRA1	Arduini	ARD2C5	15-30	1716213

Cod progetto	Azienda	Strato campionato	Profondità cm	Rapporto di prova
PRA1	Arduini	ARD2C6	0-15	1716214
PRA1	Arduini	ARD2C6	15-30	1716215
PRA1	Burini	BUR1C1	0-15	1720132
PRA1	Burini	BUR1C1	15-30	1720134
PRA1	Burini	BUR1C2	0-15	1720135
PRA1	Burini	BUR1C2	15-30	1720136
PRA1	Burini	BUR1C3	0-15	1720137
PRA1	Burini	BUR1C3	15-30	1720138
PRA1	Burini	BUR2C1	0-15	1720139
PRA1	Burini	BUR2C1	15-30	1720140
PRA1	Burini	BUR2C2	0-15	1720141
PRA1	Burini	BUR2C2	15-30	1720142
PRA1	Burini	BUR2C3	0-15	1720143
PRA1	Burini	BUR2C3	15-30	1720144
PRA1	Burini	BUR3C1	0-15	1726299
PRA1	Burini	BUR3C1	15-30	1726300
PRA1	Burini	BUR3C2	0-15	1726301
PRA1	Burini	BUR3C2	15-30	1726302
PRA1	Burini	BUR3C3	0-15	1726303
PRA1	Burini	BUR3C3	15-30	1726304
PRA1	Burini	BUR4C1	0-15	1726305
PRA1	Burini	BUR4C1	15-30	1726306
PRA1	Burini	BUR4C2	0-15	1726307
PRA1	Burini	BUR4C2	15-30	1726308
PRA1	Burini	BUR4C3	0-15	1726309
PRA1	Burini	BUR4C3	15-30	1726310
PRA1	Scalabrini	SCA1C1	0-15	1720145
PRA1	Scalabrini	SCA1C1	15-30	1720146
PRA1	Scalabrini	SCA1C2	0-15	1720147
PRA1	Scalabrini	SCA1C2	15-30	1720148
PRA1	Scalabrini	SCA1C3	0-15	1720149
PRA1	Scalabrini	SCA1C3	15-30	1720150
PRA1	Scalabrini	SCA2C1	0-15	1720151
PRA1	Scalabrini	SCA2C1	15-30	1720152
PRA1	Scalabrini	SCA2C2	0-15	1720153
PRA1	Scalabrini	SCA2C2	15-30	1720154
PRA1	Scalabrini	SCA2C3	0-15	1720155
PRA1	Scalabrini	SCA2C3	15-30	1720156
PRA1	Scalabrini	SCA3C1	0-15	1726311
PRA1	Scalabrini	SCA3C1	15-30	1726312
PRA1	Scalabrini	SCA3C2	0-15	1726313
PRA1	Scalabrini	SCA3C2	15-30	1726314
PRA1	Scalabrini	SCA3C3	0-15	1726315
PRA1	Scalabrini	SCA3C3	15-30	1726316
PRA1	Scalabrini	SCA4C1	0-15	1726317
PRA1	Scalabrini	SCA4C1	15-30	1726318

Cod progetto	Azienda	Strato campionato	Profondità cm	Rapporto di prova
PRA1	Scalabrini	SCA4C2	0-15	1726319
PRA1	Scalabrini	SCA4C2	15-30	1726320
PRA1	Scalabrini	SCA4C3	0-15	1726321
PRA1	Scalabrini	SCA4C3	15-30	1726322

Cod progetto	Azienda	Tipo di osservazione	N osservazione	N° orizzonte	Profondità cm	Rapporto di prova
PRA1	Burini	P	1	1	0-15	1805156
PRA1	Burini	P	1	2	15-30	1805157
PRA1	Burini	P	1	2	30-45	1805158
PRA1	Burini	P	1	3	45-80	1805159
PRA1	Burini	P	1	4	80-140	1805160
PRA1	Burini	P	2	1	0-10	1805161
PRA1	Burini	P	2	2	15-30	1805162
PRA1	Burini	P	2	2	30-40	1805163
PRA1	Burini	P	2	3	40-55	1805164
PRA1	Burini	P	2	4	55-110	1805165
PRA1	Arduini	P	3	1	0-15	RA1870375
PRA1	Arduini	P	3	1	15-30	RA1870377
PRA1	Arduini	P	3	2	30-60	RA1870378
PRA1	Arduini	P	3	3	60-105	RA1870379
PRA1	Arduini	P	3	4	105-145	RA1870380
PRA1	Arduini	P	4	1	0-15	RA1870381
PRA1	Arduini	P	4	2	15-30	RA1870382
PRA1	Arduini	P	4	3	30-75	RA1870383
PRA1	Arduini	P	4	4	75-120	RA1870384
PRA1	Arduini	P	4	5	120-145	RA1870385
PRA1	Chierici	P	5	1	0-15	RA1870386
PRA1	Chierici	P	5	2	15-30	RA1870390
PRA1	Chierici	P	5	3	30-65	RA1870391
PRA1	Chierici	P	5	4	65-115	RA1870392
PRA1	Chierici	P	5	5	115-145	RA1870393
PRA1	Scalabrini	P	6	1	0-15	RA1870394
PRA1	Scalabrini	P	6	1	15-30	RA1870395
PRA1	Scalabrini	P	6	2	35-80	RA1870396
PRA1	Scalabrini	P	6	3	80-130	RA1870397
PRA1	Scalabrini	P	6	4	130-150	RA1870398
PRA1	Scalabrini	P	7	1	0-7	RA1870399
PRA1	Scalabrini	P	7	1/2	0-15	RA1870400
PRA1	Scalabrini	P	7	2	15-30	RA1870401
PRA1	Scalabrini	P	7	3	35-55	RA1870402
PRA1	Scalabrini	P	7	4	55-85	RA1870403
PRA1	Scalabrini	P	7	5	85-130	RA1870404
PRA1	Scalabrini	P	7	6	130-150	RA1870405
PRA1	Pelosi	P	8	1	0-15	RA1870406
PRA1	Pelosi	P	8	2	15-30	RA1870407
PRA1	Pelosi	P	8	3	30-75	RA1870408
PRA1	Pelosi	P	8	4	75-110	RA1870409
PRA1	Pelosi	P	8	5	110-150	RA1870410



**PRATI\_CO**



AZ. AGR.  
CARCARENA  
DI BURINI CARLO

CHIERICI SILVANO  
E FRANCESCO



SOCIETA' AGRICOLA  
LA VALLE DI  
ARDUINI ENRICO,  
MASSIMO E MARCELLO S.S.

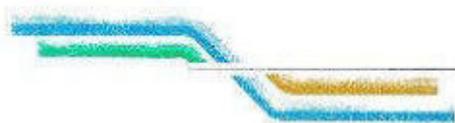
PELOSI  
PIER ANTONIO



## **AZIONE 2 MONITORAGGIO DELLA RESPIRAZIONE DEL SUOLO**

**RENDICONTAZIONE SALDO  
21 Novembre 2019**

A cura di:



i.ter

PROGETTAZIONE ECOLOGICA DEL TERRITORIO

*I.TER soc. coop. Via Zaccomi 12 - 40127 Bologna  
Tel. 051/523976 fax 051/6494396 - E-mail: infoiter@pedologia.net*



CERTIFICATO  
IT04/0660

### **RENDICONTAZIONE INTERMEDIA DAL 1 APRILE 2016 AL 30 AGOSTO 2017**

Al fine di impostare il monitoraggio in campo basato sulla valutazione della sostanza organica dei suoli in funzione dell'utilizzo agronomico: prato stabile e prato avvicendato e sulla potenziale emissione di CO<sub>2</sub> del suolo e della copertura vegetale è stata effettuata una ricerca bibliografica.

*E stata consegnata in fase di rendicontazione intermedia:*

*Ricerca bibliografica CO<sub>2</sub>\_1.pdf;*

*Ricerca bibliografica CO<sub>2</sub>\_2.pdf*

### **RENDICONTAZIONE SALDO DAL 1 SETTEMBRE 2017 AL 27 SETTEMBRE 2019**

Il Piano Operativo, nell'AZIONE 2, prevedeva un monitoraggio in campo basato sulla valutazione della respirazione del suolo in funzione dell'utilizzo agronomico: prato stabile e prato avvicendato di erba medica. In fase di domanda di sostegno si prevedeva l'utilizzo del LI- COR 8100A, strumento in grado di registrare la CO<sub>2</sub> emessa dal suolo. I.TER intendeva testare tale strumento al fine di conoscere meglio il rapporto suolo-sostanza organica e sequestro ed emissione CO<sub>2</sub>. I.TER ha testato in una prima fase lo strumento LI-8100A-S2 LICOR durante due giornate di campagna di monitoraggio con un tecnico dell'Università di Parma che ha messo a disposizione lo strumento all'interno di un percorso sinergico che si è instaurato tra il GO PRATI\_CO e la professoressa Cristina Menta dell'Università di Parma. Quest'ultima insieme ai suoi ricercatori, in fatti sta rilevando la qualità biologica del suolo all'interno dei siti delle aziende partner del GO individuati e campionati da I.TER. Precisamente le due giornate di test dello strumento sono avvenute il 07/11/2018 e 08/11/2018 in cui Antea De Monte di I.TER e Carlos Lozano Fondon dell'Università di Parma hanno riscontrato la complessità di utilizzo dello strumento che necessita esperienza d'uso nella taratura e controllo analitico dei risultati che fornisce. Pertanto, si è deciso di ricercare una ditta di comprovata esperienza in queste misurazioni al fine di poter monitorare al meglio la differenza di emissione di CO<sub>2</sub> tra i prati stabili e i prati di erba medica. Dopo un'approfondita ricerca I.TER ha individuato West Systems come unico produttore del flussimetro portatile codice PFLPSF00, utilizzato per il servizio di monitoraggio delle

emissioni di CO<sub>2</sub> ed in grado di effettuare misure che vengono tradotte in mappature di isoflusso di CO<sub>2</sub>.

Con Determinazione Num. 7652 del 06/05/2019 è stata approvata la variante proposta da I.TER che prevedeva lo svolgimento di questa azione. I.TER ha incaricato West Systems unico produttore del flussimetro portatile codice PFLPSF00, per il servizio di monitoraggio delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

Le misure hanno riguardato le tre aziende partner in cui erano presenti appezzamenti sia a prato stabile che a erba medica, entrambi pedologicamente caratterizzati e monitorati per sostanza organica da I.TER:

AZ. AGR. CARCARENA DI BURINI CARLO	PRATO STABILE
AZ. AGR. CARCARENA DI BURINI CARLO	PRATO DI ERBA MEDICA
ANTICA FATTORIA CASEIFICIO SCALABRINI DI UGO E BRUNO S.S. SOCIETA' AGRICOLA	PRATO STABILE
ANTICA FATTORIA CASEIFICIO SCALABRINI DI UGO E BRUNO S.S. SOCIETA' AGRICOLA	PRATO DI ERBA MEDICA
SOCIETA' AGRICOLA LA VALLE DI ARDUINI ENRICO, MASSIMO E MARCELLO S.S.	PRATO STABILE
SOCIETA' AGRICOLA LA VALLE DI ARDUINI ENRICO, MASSIMO E MARCELLO S.S.	PRATO DI ERBA MEDICA

Le giornate in cui la ditta ha condotto le misure sotto la supervisione di I.TER sono state:

- 20/06/2019
- 21/06/2019
- 04/09/2019
- 05/09-2019

In tutto sono state realizzate 600 misure di emissioni diffuse di CO<sub>2</sub>.

Tale strumento ha registrato le misure tradotte successivamente in mappature di isoflusso di CO<sub>2</sub>.

Si evidenzia un flusso maggiore di CO<sub>2</sub> nei suoli dei prati stabili dove del resto si è rilevato il maggior contenuto di sostanza organica.

**RISULTATI COMPLESSIVI REALIZZATI NELL'AZIONE 2  
DAL 1 APRILE 2016 AL 21 SETTEMBRE 2019**

RISULTATI PREVISTI NEL PIANO	RISULTATI REALIZZATI
Misurazione della respirazione del suolo (emissione di CO <sub>2</sub> ) in 3 appezzamenti di medica e 3 appezzamenti di prato stabile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Misurazione della respirazione del suolo (emissione di CO<sub>2</sub>) in 3 appezzamenti di medica e 3 appezzamenti di prato stabile eseguita da West Systems inerente la lettura e l'interpretazione dei dati</li> </ul>

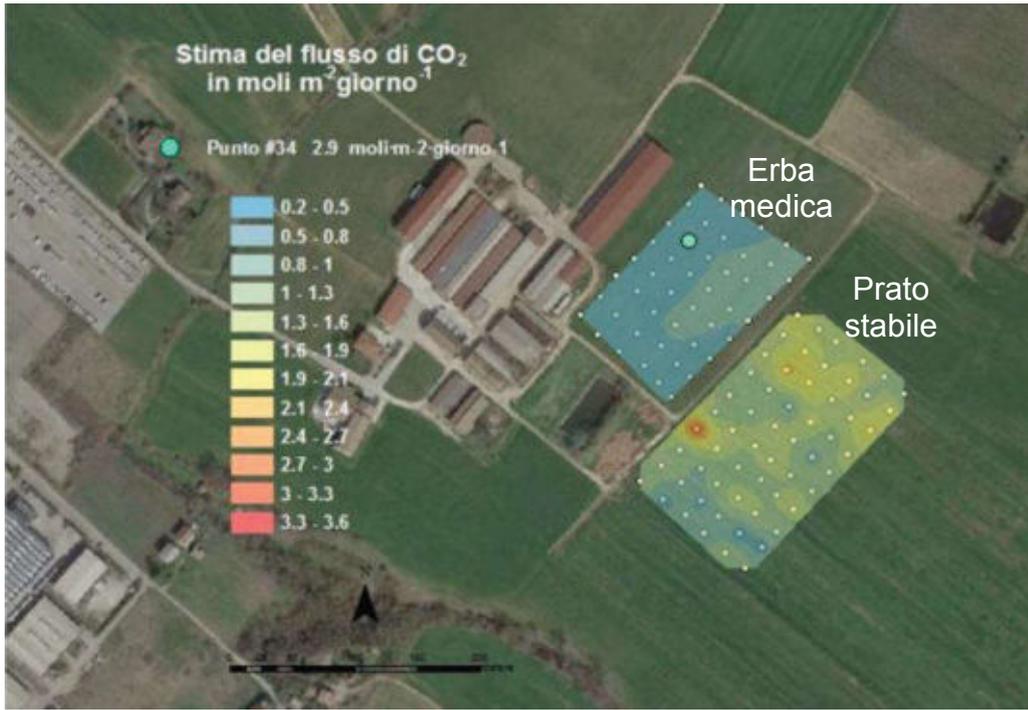
## Test dello strumento LI-COR 8100A avvenuto il 07/11/2018 e 8/11/2018

Antea De Monte di I.TER e Carlos Lozano Fondon dell'Università di Parma hanno riscontrato la complessità di utilizzo dello strumento che necessita esperienza d'uso nella taratura e controllo analitico dei risultati che fornisce.

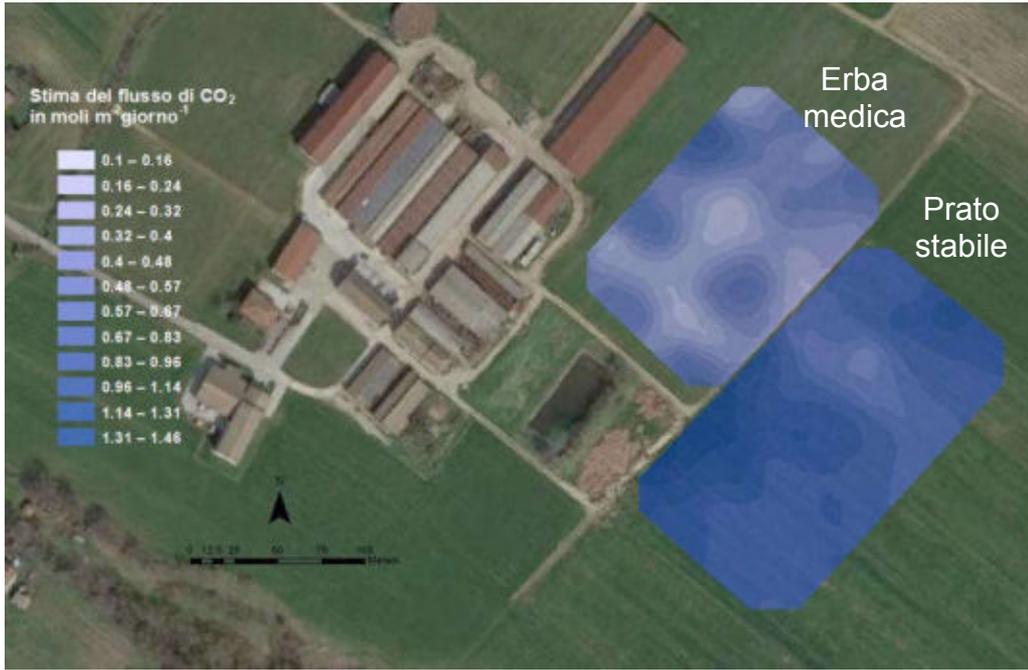


**RILIEVI e RISULTATI MONITORAGGIO EMISSIONE CO<sub>2</sub>**



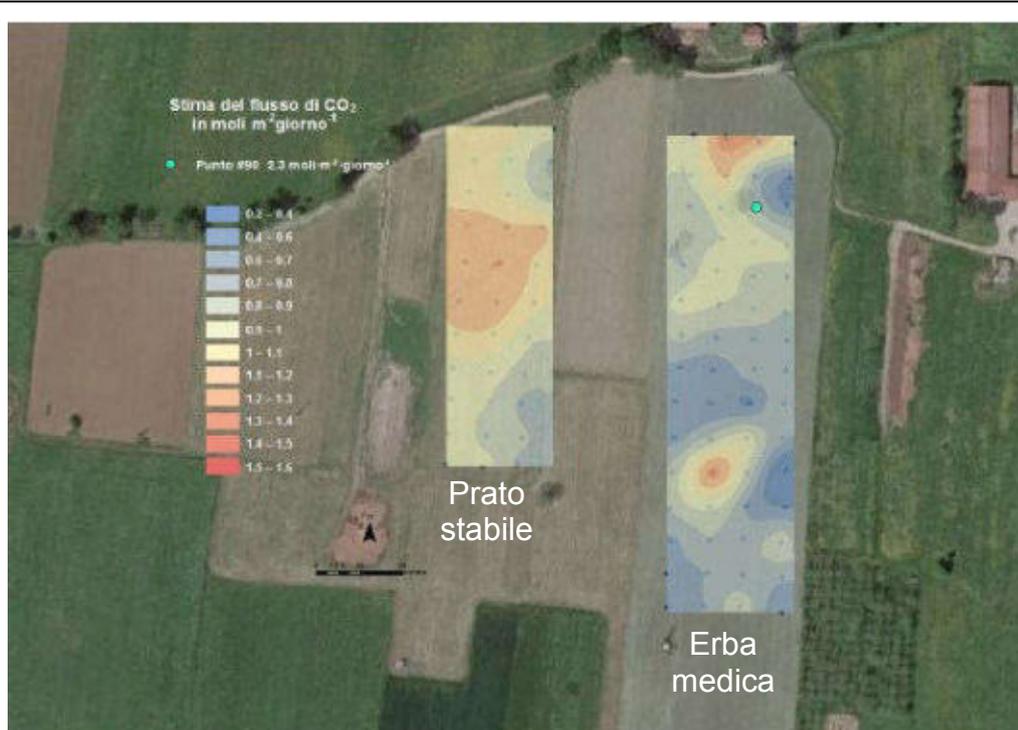


AZIENDA  
SCALABRINI  
Rilievi giugno  
2019

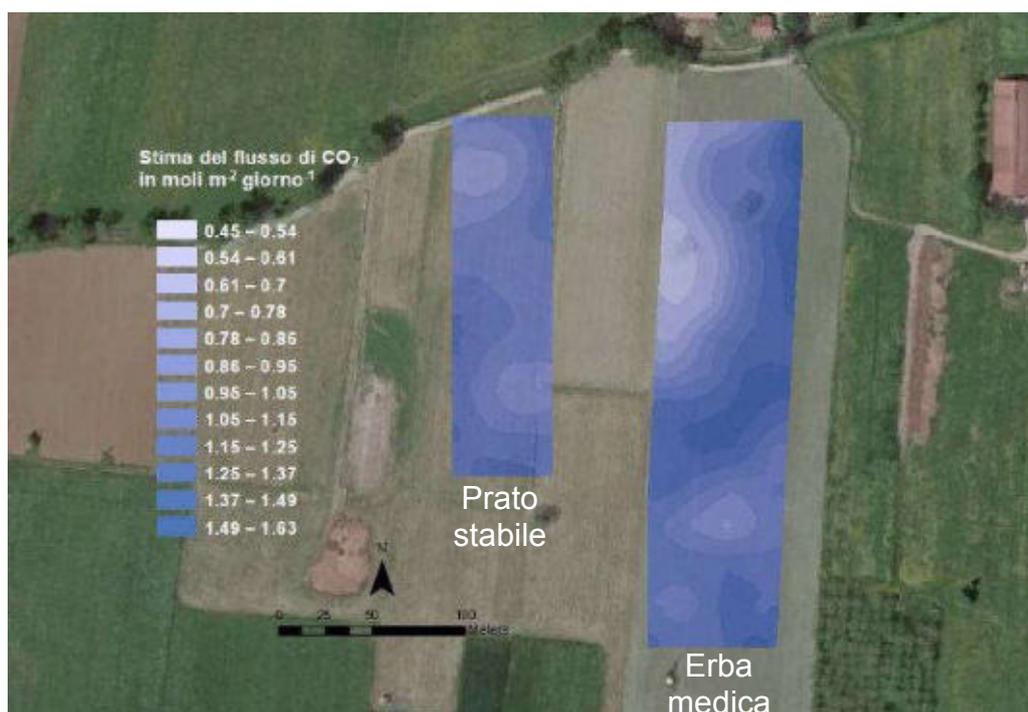


AZIENDA  
SCALABRINI  
Rilievi  
settembre  
2019

Si evidenzia un flusso maggiore di CO<sub>2</sub> nei suoli dei prati stabili dove del resto si è rilevato il maggior contenuto di sostanza organica

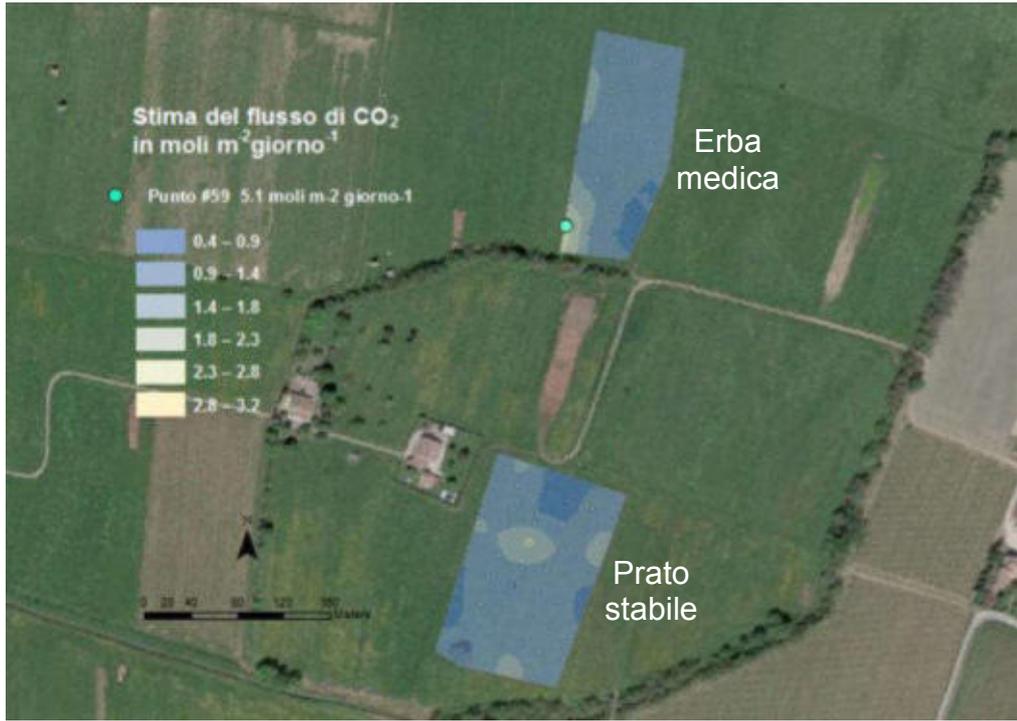


AZIENDA  
ARDUINI  
Rilievi giugno  
2019

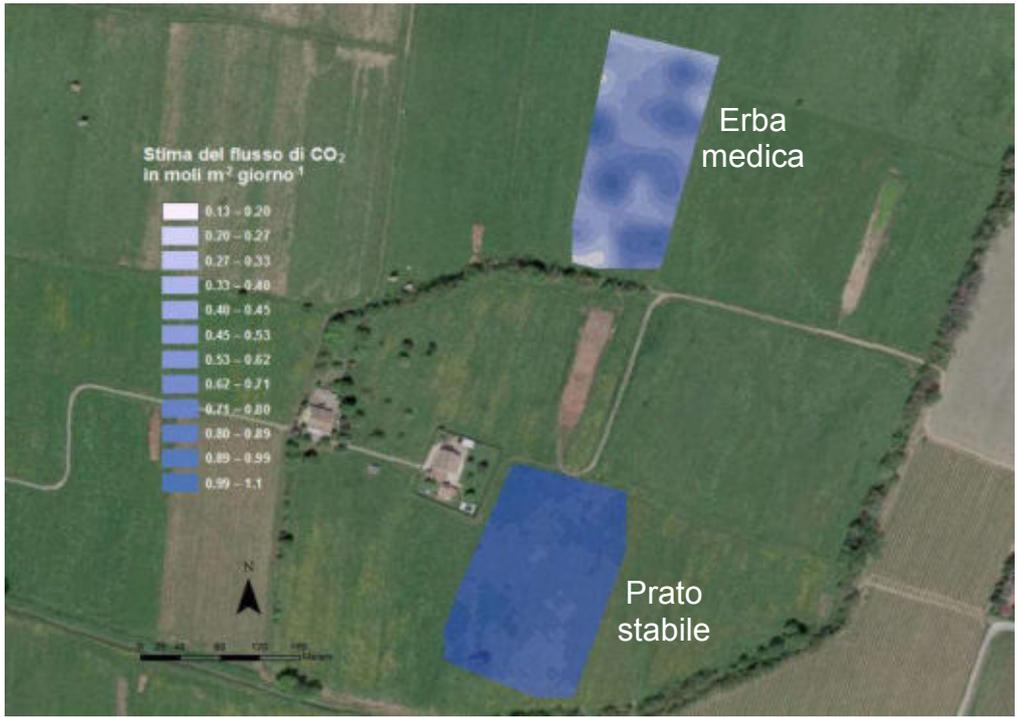


AZIENDA  
ARDUINI  
Rilievi  
settembre  
2019

Si evidenzia un flusso maggiore di CO<sub>2</sub> nei suoli dei prati stabili dove del resto si è rilevato il maggior contenuto di sostanza organica nei rilievi di giugno. È meno evidente nei rilievi di settembre

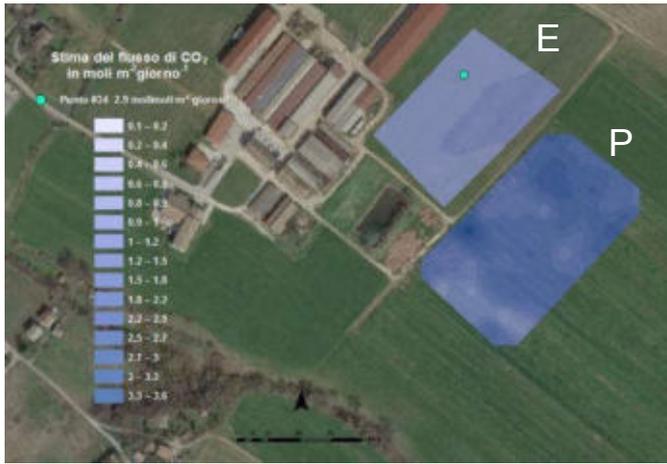


AZIENDA BURINI  
Rilievi giugno 2019

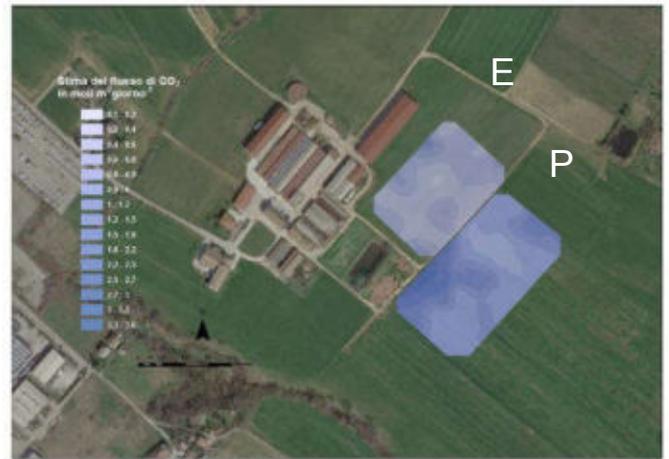


AZIENDA BURINI  
Rilievi settembre 2019

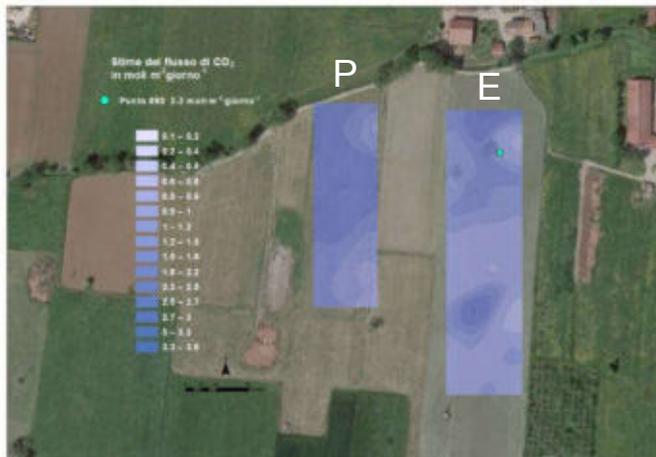
Si evidenzia un flusso maggiore di CO<sub>2</sub> nei suoli dei prati stabili dove del resto si è rilevato il maggior contenuto di sostanza organica



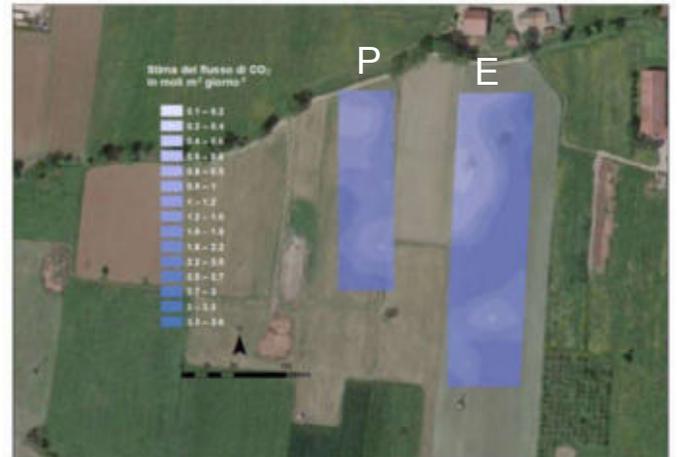
AZIENDA SCALABRINI Rilievi giugno 2019



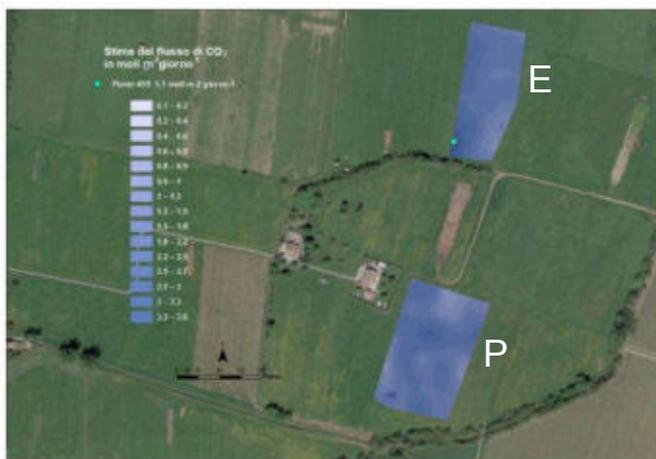
AZIENDA SCALABRINI Rilievi settembre 2019



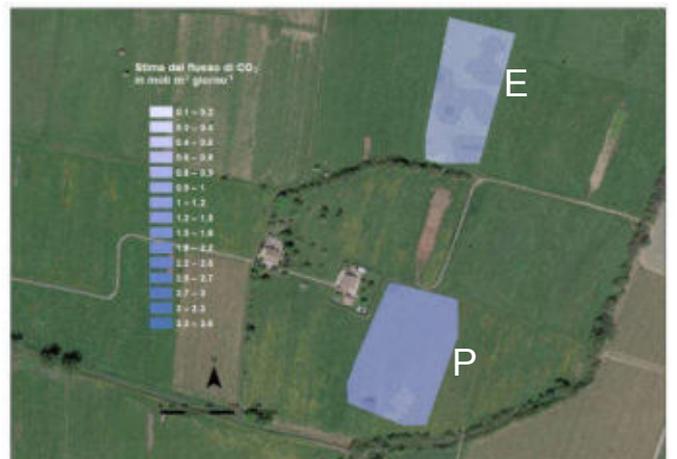
AZIENDA ARDUINI Rilievi giugno 2019



AZIENDA ARDUINI Rilievi settembre 2019



AZIENDA BURINI Rilievi giugno 2019



AZIENDA BURINI Rilievi settembre 2019

Mappe di isoflusso riparametrate alla stessa scala in modo da valutare eventuali differenze anche dal punto di vista pedologico. Si evidenzia una certa tendenza di maggiore emissione di CO<sub>2</sub> nei prati stabili che tra l'altro coincidono, ovviamente, alle situazioni con maggiore umidità e con maggior contenuto di sostanza organica. Si discostano gli appezzamenti di Arduini nel periodo di settembre; qui si segnala che il prato stabile è più vicino alla

delineazione dei suoli Confine caratterizzati dalla presenza di ghiaie alterate. In sintesi, lo studio della respirazione del suolo si reputa interessante soprattutto se inserito nella parametrizzazione di modelli di interpretazione del LCA. Di seguito si allegano le relazioni di West Systems.

## INDICE

Premessa .....	4
1 Introduzione .....	5
2 Azienda agricola Burini .....	6
2.1 Misure di flusso di CO <sub>2</sub> .....	7
2.2 Valori di temperatura ed umidità del suolo .....	10
2.3 Stima del flusso di CO <sub>2</sub> emesso .....	11
2.4 Carte di isoflusso .....	14
3 Azienda agricola Arduini .....	22
3.1 Misure di flusso di CO <sub>2</sub> .....	23
3.2 Valori di temperatura e umidità del suolo .....	26
3.3 Stima del flusso di CO <sub>2</sub> emesso .....	27
3.4 Carte di isoflusso .....	29
4 Azienda agricola Scalabrini .....	36
4.1 Misure di flusso di CO <sub>2</sub> .....	37
4.2 Valori di temperatura e umidità del suolo .....	40
4.3 Stima del flusso di CO <sub>2</sub> emesso .....	40
4.4 Carte di isoflusso .....	43
5 Conclusioni .....	50
Appendice 1: Metodi utilizzati per la determinazione dei flussi di CO <sub>2</sub> .....	57
Appendice 2: Metodologie statistiche e geostatistiche utilizzate .....	61
Allegato 1: Verbale di campionamento .....	63
Allegato 2: Rapporti di Prova delle misure dei flussi .....	64
Bibliografia .....	65

EVIDENZA DELLE REVISIONI

<b>Rev.</b>	<b>del</b>	<b>Oggetto</b>
00	16/07/2019	Prima Emissione

## **Premessa**

I.TER soc coop a.r.l ha incaricato West Systems Srl di eseguire il monitoraggio delle emissioni diffuse di CO<sub>2</sub> all'interfaccia aria suolo in aree e parcelle ad uso agricolo in località Bibbiano (RE).

Nelle giornate del 20 e 21 giugno 2019 sono state eseguite le misure dirette del flusso di CO<sub>2</sub> secondo quanto riportato nell'allegato tecnico del preventivo p\_19\_0055\_I.TER\_MAC.

Per la stima delle emissioni totali diffuse di CO<sub>2</sub> sono stati utilizzati i metodi della statistica mineraria (Sinclair, 1974;1991, Sichel, 1966), mentre le variazioni spaziali dell'intensità delle emissioni sono state indagate attraverso l'uso della geostatistica ed in particolare utilizzando il metodo di interpolazione/estrapolazione del kriging (Krige 1951; Matheron, 1962; 1965; 1969; 1970).

In Appendice 1 vengono descritte le principali metodologie utilizzate per la determinazione dei flussi dal suolo, mentre in Appendice 2 sono riportate nel dettaglio le metodologie utilizzate per l'analisi statistica e geostatistica.

Il presente rapporto descrive le attività svolte durante la campagna di monitoraggio ed i risultati ottenuti dall'elaborazione delle misure eseguite.

## 1 Introduzione

West System ha effettuato misure di flusso di CO<sub>2</sub> in tre aziende agricole ubicate in località Bibbiano (Reggio Emilia):

- Azienda agricola Carcarena di Burini Carlo;
- Azienda agricola La Valle di Arduini Enrico;
- Antica fattoria caseificio Scalabrini di Ugo & Bruno S.S..

Per ogni azienda sono state effettuate misure di flusso, con maglia di campionamento 20X20 metri, su due parcelle agricole differenti ovvero su prato stabile non coltivato lasciato a vegetazione spontanea, e su un campo coltivato ad erba medica (*Medicago sativa L.*), pianta erbacea appartenente alla famiglia delle Leguminose.

Complessivamente nelle giornate del 20 e 21 giugno sono state eseguite 300 misure di flusso di biossido di carbonio.

Nei capitoli successivi si riporta il trattamento dati suddiviso per sito di monitoraggio.

## 2 Azienda agricola Burini

L'azienda agricola Carcarena di Burini Carlo (Figura 2.1) è ubicata in località Bibbiano (RE). Durante la campagna di monitoraggio, svolta in data 20 giugno 2019, sono state effettuate un totale di 100 misure di flusso di CO<sub>2</sub> (54 misure di flusso nel prato stabile e 46 misure nel campo coltivato ad erba medica) (Figura 2.2).

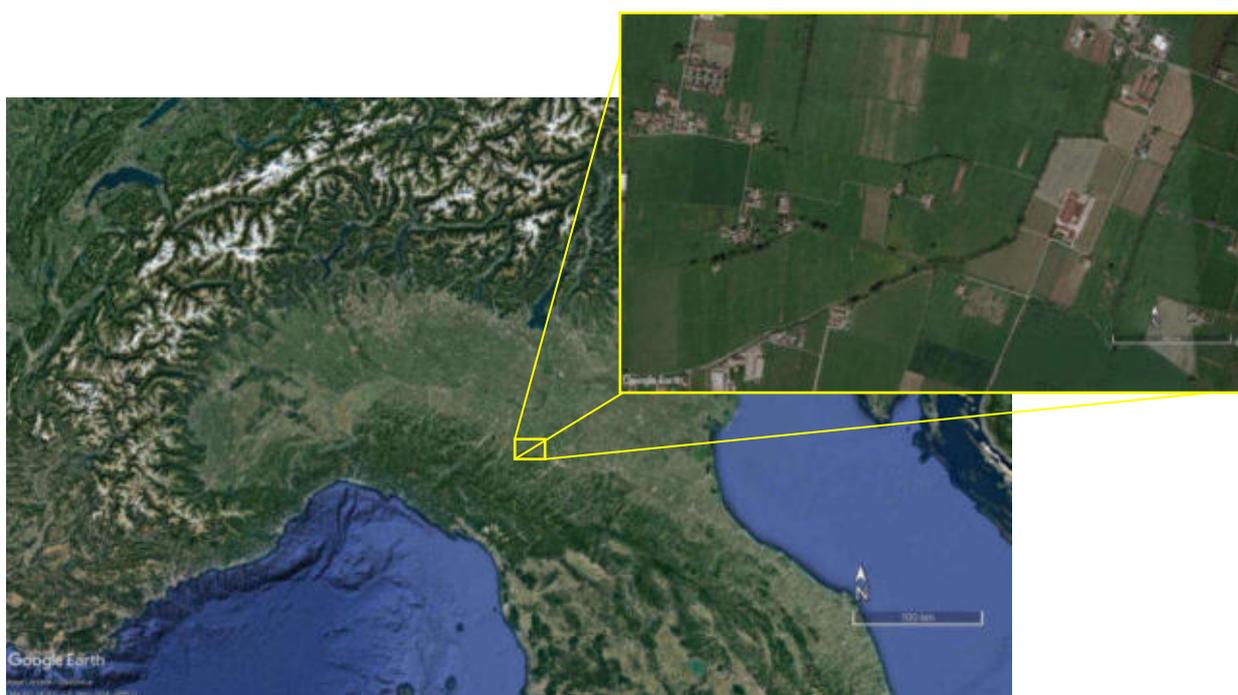


Figura 2.1 Localizzazione Azienda agricola Burini



Figura 2.2 Localizzazione dei punti di misura dei flussi presso l'azienda agricola Burini. In verde è delimitato il perimetro del prato stabile, mentre in azzurro il campo coltivato a erba medica.

## 2.1 Misure di flusso di CO<sub>2</sub>

In figura (Figura 2.3) sono riportati in dettaglio i punti di misura eseguiti presso l'Azienda agricola Burini, con un'area indagata di circa 18.939 m<sup>2</sup> per il prato stabile ed un'area di circa 13.408 m<sup>2</sup> per il campo coltivato ad erba medica. In Figura 2.4 è riportata inoltre una vista del campo stabile monitorato.



Figura 2.3 Azienda Burini. Localizzazione dei punti di misura dei flussi di CO<sub>2</sub>. In verde sono riportate le misure eseguite sul prato stabile, mentre in blu le misure eseguite sul campo coltivato ad erba medica.



Figura 2.4 Panoramica prato stabile monitorato presso l'Azienda agricola Burini

In Tabella 2.1 sono riportati i principali parametri statistici relativi alle misure di flusso di CO<sub>2</sub> effettuate. I dati grezzi vengono riportati in Allegato 2. Nessuno dei valori registrati risulta essere inferiore al limite di rilevabilità dello strumento, equivalente per la CO<sub>2</sub> a 0.002 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>. Si evidenzia una media di 1.136 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup> per i flussi misurati su prato stabile e di 1.200 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup> per il sito coltivato ad erba medica. Per quanto riguarda i massimi si registrano valori più alti nella parcella coltivata ad erba medica (5.164 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>) rispetto al prato stabile (2.246 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>). Analizzando gli altri parametri statistici si osserva una deviazione standard di 0.378 per il prato stabile, mentre risulta 0.836 per le misure registrate sul campo coltivato ad erba medica; poiché tale valore rappresenta un indice di dispersione statistico, si sottolinea una maggiore variabilità dei dati ottenuti sul campo coltivato a erba medica rispetto al prato stabile.

Per il parametro asimmetria, il quale caratterizza il grado di asimmetria di una distribuzione rispetto alla sua media, i valori registrati sul prato stabile mostrano un'asimmetria negativa (0.853), la quale indica una distribuzione con una coda asimmetrica che si estende verso valori più bassi. Al contrario, per il campo coltivato ad erba medica, si osserva un'asimmetria positiva (2.947), con una coda asimmetrica che si estende verso valori più alti.

**Tabella 2.1 Azienda Burini. Principali parametri statistici relativi alle misure di flusso di CO<sub>2</sub>, dati espressi in mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.**

Parametro	Tipologia sito	N. Validi	N.< d.l.	Media	Mediana	Min	Max	Varianza	Dev. Std.	Asimmetria
CO <sub>2</sub>	Prato stabile	54	0	1.136	1.058	0.476	2.246	0.143	0.378	0.853
CO <sub>2</sub>	Erba Medica	46	0	1.200	0.922	0.474	5.164	0.699	0.836	2.947

Di seguito sono inoltre mostrate le tabelle di frequenza (Tabella 2.2 e Tabella 2.3), le quali permettono di valutare come i valori di CO<sub>2</sub> si distribuiscano all'interno di classi di intervalli regolari compresi tra il minimo ed il massimo valore misurato.

In Tabella 2.2 sono riportati i valori dei flussi di CO<sub>2</sub> misurati sul prato stabile. Si osserva come 44 misure, ovvero circa l'81% delle misure totali, ricadano nel range compreso tra 0.5 e 1.5 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>. Solamente una misura risulta essere inferiore a 0.5 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>, mentre le restanti 9 misure (circa 17%) sono comprese tra 1.5 e 2.5 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.

La Tabella 2.3 riporta invece i valori dei flussi di CO<sub>2</sub> misurati dal campo coltivato ad erba medica. 36 misure, ovvero circa il 78% delle misure totali, ricade nell'intervallo compreso 0.5 e 1.5 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>. Solamente una misura risulta essere inferiore a 0.5 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>, mentre le altre 9 restanti misure risultano essere comprese tra 1.5 e 5.5 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.

**Tabella 2.2 Azienda Burini prato stabile. Tabella di frequenza relativa ai flussi di CO<sub>2</sub> misurati espressi mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.**

CO <sub>2</sub> [mol·m <sup>-2</sup> ·giorno <sup>-1</sup> ]	Conteggi	Conteggi cumulati	% dei validi	% Cumulativa
x<=d.l.	0	0	0	0
d.l.<x<=0.5	1	1	1.85	1.85
0.5<x<=1	22	23	40.74	42.59
1<x<=1.5	22	45	40.74	83.33
1.5<x<=2	7	52	12.96	96.30
2<x<=2.5	2	54	3.70	100.00

Tabella 2.3 Azienda Burini erba medica. Tabella di frequenza relativa ai flussi di CO<sub>2</sub> misurati espressi in mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.

CO <sub>2</sub> [mol·m <sup>-2</sup> ·giorno <sup>-1</sup> ]	Conteggi	Conteggi cumulati	% dei validi	% Cumulativa
x<=d.l.	0	0	0	0
d.l.<x<=0.5	1	1	2.17	2.17
0.5<x<=1	25	26	54.35	56.52
1<x<=1.5	11	37	23.91	80.43
1.5<x<=2	3	40	6.52	86.96
2<x<=2.5	4	44	8.70	95.65
2.5<=x<3.0	0	44	0	95.65
3.0<=x<3.5	1	45	2.17	97.83
3.5<=x<4.0	0	45	0	97.83
4.0<=x<4.5	0	45	0	97.83
4.5<=x<5.0	0	45	0	97.83
5.0<=x<5.5	1	46	2.17	100

In Figura 2.5 e Figura 2.6 sono riportati gli istogrammi relativi ai valori di flusso e del logaritmo di flusso delle misure di CO<sub>2</sub>. Dai grafici dei valori di flusso (Figura 2.5 ) si può ipotizzare un andamento polimodale per i dati di CO<sub>2</sub>.

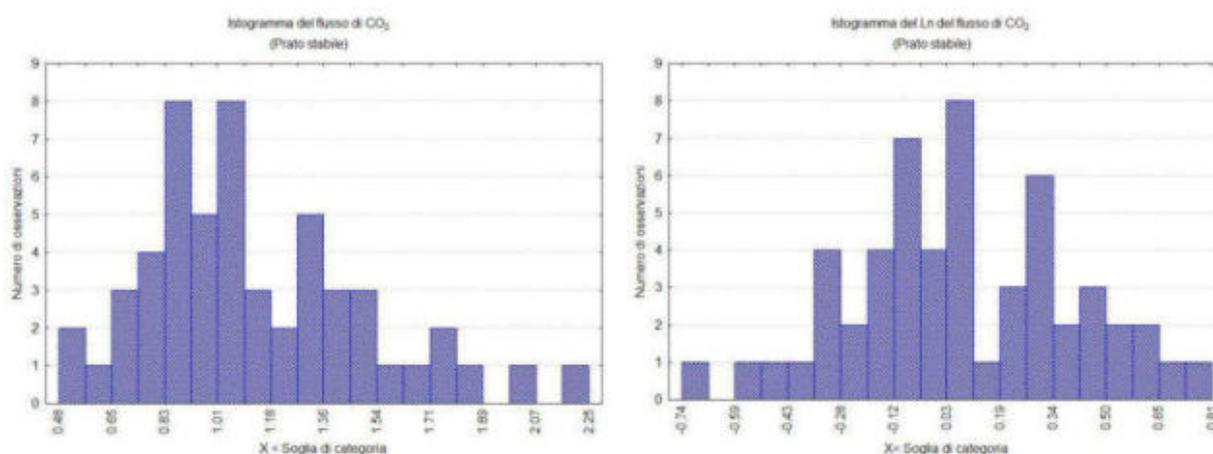


Figura 2.5 Azienda Burini prato stabile. Istogrammi relativi ai flussi di CO<sub>2</sub> (a sinistra) e al Ln del flusso di CO<sub>2</sub> (a destra).

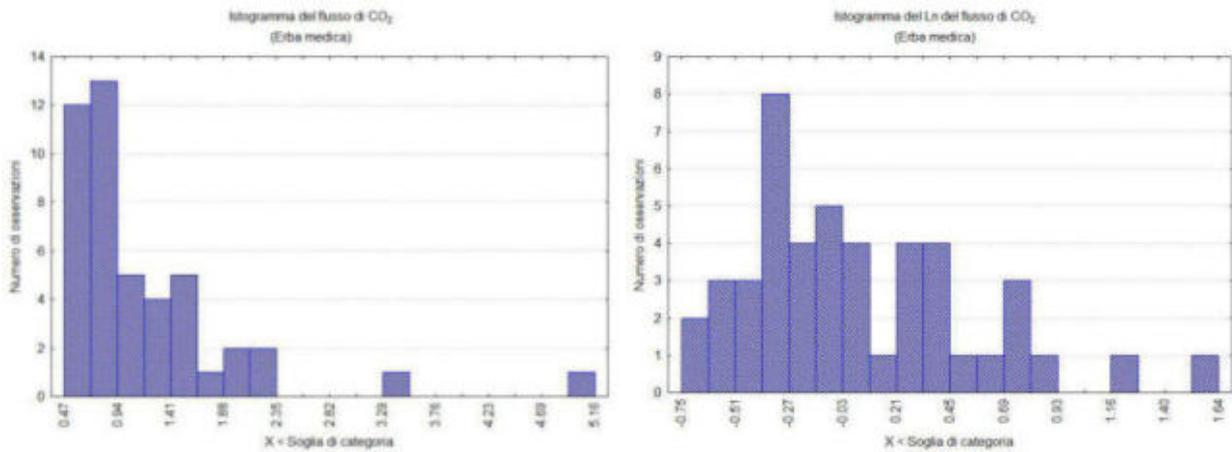


Figura 2.6 Azienda Burini erba medica. Istogrammi relativi ai flussi di CO<sub>2</sub> (a sinistra) e al Ln del flusso di CO<sub>2</sub> (a destra).

## 2.2 Valori di temperatura ed umidità del suolo

Durante il campionamento, che si ricorda essere stato eseguito in data 20 giugno 2019, sono state realizzate, mediante una sonda Soilbox di produzione WEST Systems, basata su sonda Time Domani Reflectrometry (TDR), e termometro portatile (



Figura 2.7) misure di temperatura, conducibilità elettrica del suolo e contenuto volumetrico di acqua, sia sul prato stabile che sul campo coltivato ad erba medica, per un totale di tre misurazioni per ciascuna azienda monitorata.

Il contenuto volumetrico d'acqua (VWC) è definito come il rapporto tra il volume occupato dall'acqua in una determinata porzione di terreno e il volume totale della porzione di terreno. In questo caso tale valore è essere espresso come percentuale (% VWC) del volume d'acqua

rispetto al volume totale. Occorre evidenziare che una valutazione assoluta del contenuto volumetrico di acqua con la tecnica TDR richiede una opzionale calibrazione sito specifica, che nel caso in oggetto non è stata effettuata.



Figura 2.7 Strumentazione Soilbox portatile e termometro utilizzata durante il campionamento

La Tabella 2.4 seguente indica data, ora e parametri misurati durante i tre monitoraggi effettuati. Per il prato stabile si evidenziano valori di conducibilità elettrica (media 12.6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) inferiori rispetto al campo coltivato a erba medica (media 56.7  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) ed un contenuto volumetrico di acqua (VWC) medio di rispettivamente di 13.9% e 7.2%.

Tabella 2.4 Azienda Burini. Parametri monitorati durante lo svolgimento della campagna.

Tipologia sito	Ora	Temperatura suolo °C	Conducibilità elettrica	
			$\mu\text{S}/\text{cm}$	Soil VWC %
Prato Stabile	12.25	25.5	13.0	14.0
	13.50	23.3	12.0	14.4
	17.07	25.0	13.0	13.3
Erba medica	12.15	24.8	55.0	9.3
	13.30	24.2	51.0	5.5
	17.00	25.5	64.0	6.7

### 2.3 Stima del flusso di CO<sub>2</sub> emesso

L'elaborazione statistica ha lo scopo di valutare la quantità totale di biossido di carbonio

emesso. Nel presente caso, prima di effettuare il calcolo, è stato scelto di procedere attraverso la costruzione di curve di probabilità cumulata per riconoscere e discriminare le possibili famiglie che costituiscono il data set secondo la tecnica del *partitioning* indicata da Sinclair (Sinclair 1974, 1991) che, ad ogni punto di flesso della curva, associa il passaggio tra due popolazioni statistiche. A questo punto si procede alla verifica dell'eventuale presenza di *outliers*.

In Figura 2.8e Figura 2.9 sono riportate le curva relative al flusso di CO<sub>2</sub> in entrambe le tipologie di sito (prato stabile e campo coltivato a erba medica), le quali individuano la presenza di un'unica famiglia statistica per l'anidride carbonica.

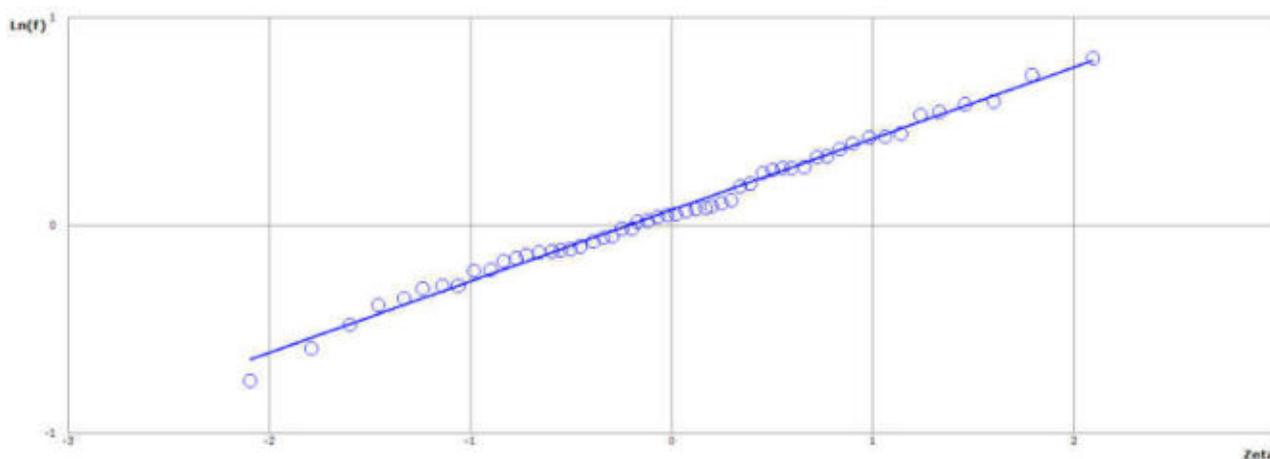


Figura 2.8 Azienda Burini prato stabile. Curva di probabilità logaritmica cumulata del flusso di CO<sub>2</sub>.

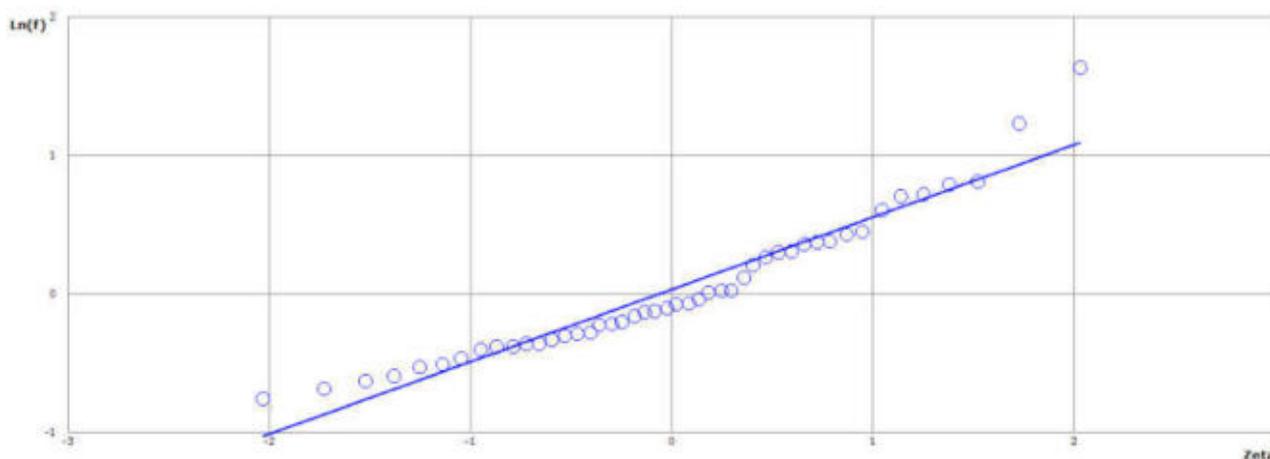


Figura 2.9 Azienda Burini erba medica. Curva di probabilità logaritmica cumulata del flusso di CO<sub>2</sub>.

Successivamente, al fine di identificare la presenza di eventuali *outliers*, ovvero valori non rappresentativi del set di dati, sono stati costruiti su valori logaritmici i box-plot relativi alla famiglia della CO<sub>2</sub> per entrambi i siti di studio. Per quanto riguarda il prato stabile è stato individuato il punto #19 (0.48 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>, emissione inferiore rispetto al set di dati), mentre per il campo coltivato ad erba medica il punto #59 (5.16 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>, emissione più elevata rispetto al set di dati) come possibili outliers (Figura 2.10).

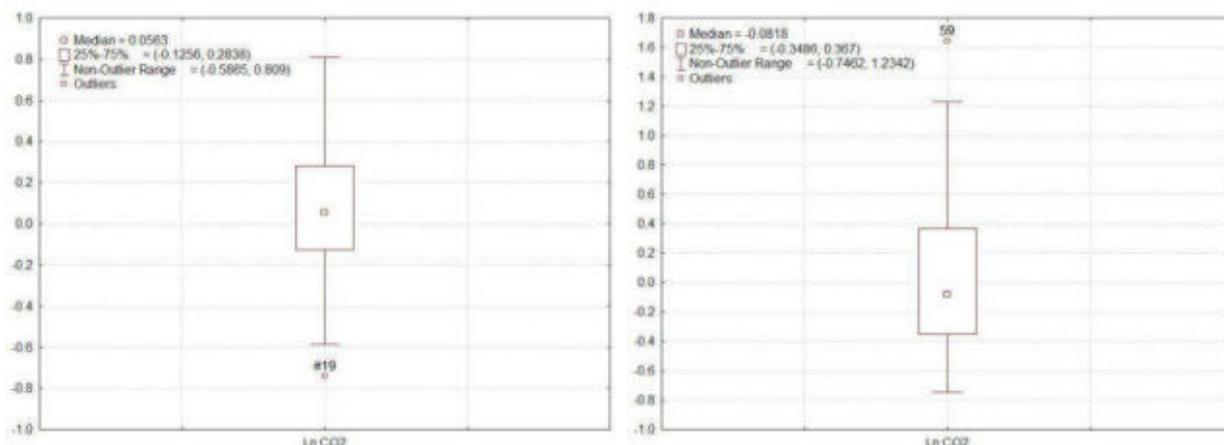


Figura 2.10 Azienda Burini. Box-plot del Ln flusso CO<sub>2</sub> su prato stabile (a sinistra) e su campo coltivato a erba medica (a destra).

I valori outlier, non essendo, per definizione, rappresentativi della popolazione non sono stati considerati nel calcolo che quindi è stato effettuato utilizzando 53 dei 54 punti acquisiti nel prato stabile e 45 dei 46 dati relativi al campo di erba medica.

Sulla base delle famiglie riconosciute seguendo la procedura della statistica presentata da Sinclair (Sinclair 1974; 1991) ed utilizzando i coefficienti di Sichel (1966), sono stati individuati i parametri statistici e determinate le emissioni in atmosfera di CO<sub>2</sub> corrispondenti con i relativi intervalli di confidenza al 95% di entrambe le parcelle indagate (Tabella 2.5 e Tabella 2.6).

Tabella 2.5 Azienda Burini prato stabile. Caratteristiche statistiche della famiglia individuata.

Misure	Media	Varianza	Sichel-V	Flusso (moli/giorno)	Limiti al 95% di confidenza (moli/giorno)	
<b>Ln Flusso CO<sub>2</sub></b>						
Prato Stabile	53	0.10	1.05	1.89E+04	1.76E+04	2.06E+04
<b>Tot CO<sub>2</sub></b>				<b>1.89E+04</b>	<b>1.76E+04</b>	<b>2.06E+04</b>

Tabella 2.6 Azienda Burini erba medica. Caratteristiche statistiche della famiglia individuata.

Misure	Media	Varianza	Sichel-V	Flusso (moli/giorno)	Limiti al 95% di confidenza (moli/giorno)	
<b>Ln Flusso CO<sub>2</sub></b>						
Campo erba medica	45	0.26	1,14	1.55E+04	1.37E+04	1.82E+04
<b>Tot CO<sub>2</sub></b>				<b>1.55E+04</b>	<b>1.37E+04</b>	<b>1.82E+04</b>

### Prato stabile

Il flusso totale di biossido di carbonio emesso dal prato stabile indagato (area circa 18.939 m<sup>2</sup>) corrisponde a 1.89E+04 moli/giorno con i limiti di confidenza al 95% rispettivamente di 1.76E+04 e 2.06E+04 moli/giorno (Tabella 2.5). In termini di flusso specifico le emissioni stimate equivalgono a **0.98 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>** con limiti di confidenza al 95% rispettivamente di 0.93 e 1.09 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.

## Campo erba medica

Il flusso totale di biossido di carbonio emesso dal campo coltivato ad erba medica (area circa 13.408 m<sup>2</sup>) corrisponde a 1.55E+04 moli/giorno con i limiti di confidenza al 95% rispettivamente di 1.37E+04 e 1.82E+04 moli/giorno. Per quanto riguarda il flusso specifico le emissioni stimate equivalgono a **1.16 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>**, con limiti di confidenza al 95% rispettivamente di 1.02 e 1.36 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>. La Tabella 2.7 riassume sinteticamente il flusso specifico di CO<sub>2</sub> emesso dalle parcelle indagate.

Tabella 2.7 Azienda Burini. Flusso di CO<sub>2</sub> emesso dalle tipologie di sito indagate.

Tipologia di sito	Superficie m <sup>2</sup>	N. di misure	Flusso totale di CO <sub>2</sub> dall'area in moli/giorno	Flusso specifico di CO <sub>2</sub> in moli·m <sup>-2</sup> ·giorno <sup>-1</sup>
Prato stabile	18.939	53	1.89E+04	0.98
Erba medica	13.408	45	1.55E+04	1.16

## 2.4 Carte di isoflusso

La fondamentale differenza tra l'approccio geostatistico e quello statistico consiste nel supporre che esista una correlazione spaziale fra i campioni e che le relazioni possano essere espresse in termini di distanze relative fra i punti anziché in funzione delle loro posizioni assolute.

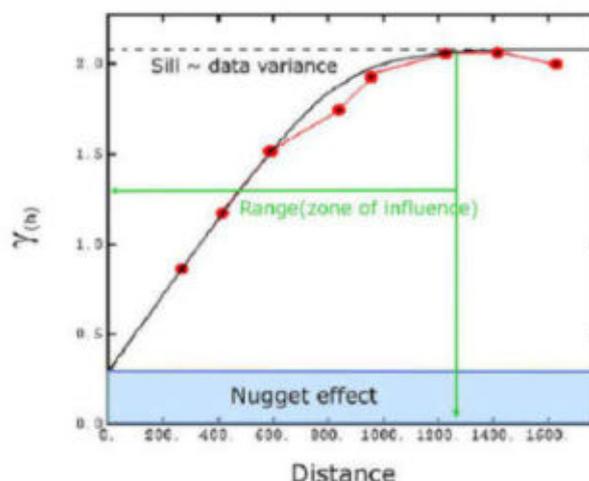
Il metodo grafico più utilizzato in geostatistica per descrivere la correlazione spaziale delle variabili è il semivariogramma (o variogramma) (Figura 2.11) che consiste in una funzione che interpola le semivarianze dei valori osservati in gruppi di coppie di punti a determinate distanze.

L'equazione della semivarianza è:

$$\gamma(h) = \frac{\sum_{n(h)} (z(x+h) - z(x))^2}{n(h)}$$

in cui  $z$  è il valore di una misura in un particolare punto,  $h$  è la distanza tra i punti e  $n$  è il numero delle coppie di punti distanti  $h$ .

In **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** è mostrato il semivariogramma *tipo* con i parametri che lo caratterizzano.



**Figura 2.11** Caratteristiche del semivariogramma e parametri che lo definiscono. I punti rossi rappresentano il semivariogramma sperimentale, la linea continua nera raffigura il modello matematico.

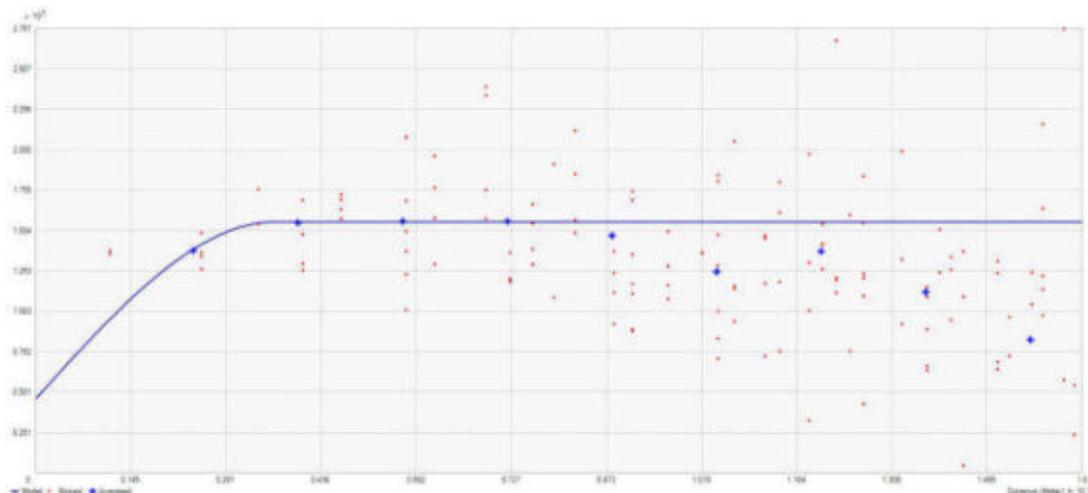
La velocità con cui cresce la semivarianza riflette il grado di diversità all'aumentare della distanza tra i campioni. La semivarianza può aumentare all'infinito se la variabilità del fenomeno non ha limiti; al contrario, se il variogramma raggiunge un valore limite, chiamato *sill*, significa che esiste una distanza oltre la quale  $Z(x)$  e  $Z(x+h)$  non sono più correlati. Questa distanza è chiamata *range* che, in generale, dà il senso esatto del concetto di area di influenza del campione (Chiles e Delfiner, 1999). Un'altra caratteristica del semivariogramma è l'effetto *nugget* che si ha quando per  $h$  (distanza tra le coppie di punti) che tende a zero,  $\gamma(h)$  tende ad un valore diverso da zero (Chiles e Delfiner, 1999). Ciò significa che per quanto piccola sia la distanza considerata tra due campioni ( $h \rightarrow 0$ ) o, al limite, misurando 2 volte lo stesso campione ( $h=0$ ), si riscontra comunque una differenza tra i valori misurati. Questo suggerisce che se un semivariogramma è caratterizzato dal *sill* e dall'effetto *nugget* significa che una certa percentuale di variazione nei valori dei campioni è random, non prevedibile e costante (Clark, 1979).

Al fine di tracciare le curve di iso-valore, la geostatistica offre tecniche di interpolazione spaziale che, in funzione del miglior modello che interpola il semivariogramma sperimentale, forniscono delle stime sul valore assunto dalla variabile regionalizzata in punti non campionati in base a dati rilevati su punti vicini. Il metodo più utilizzato è il kriging, elaborato da George Matheron agli inizi degli anni Sessanta (Matheron, 1962; 1965; 1969; 1970) su un'idea di Krige (1951), ampiamente sviluppato dai ricercatori del centro di geostatistica dell'Ecole des Mines di Fontainebleau (Chauvet, 1982; Chauvet, 1991; Chauvet, 1993; Chauvet e Galli, 1982; Armstrong, 1984a; Armstrong 1984b; Wackernagel, 1995), e presentato da molti autori (Clark, 1979; David, 1977; Davis, 1986). Il kriging consente anche di stimare la precisione (varianza della stima) nei siti dove non sono state effettuate le misure sperimentali.

Nel presente studio, per la realizzazione delle carte di isoflusso è stato costruito il semivariogramma sperimentale utilizzando i dati di flusso di  $\text{CO}_2$  su entrambe le parcelle indagate, sia su prato stabile che su campo coltivato ad erba medica.

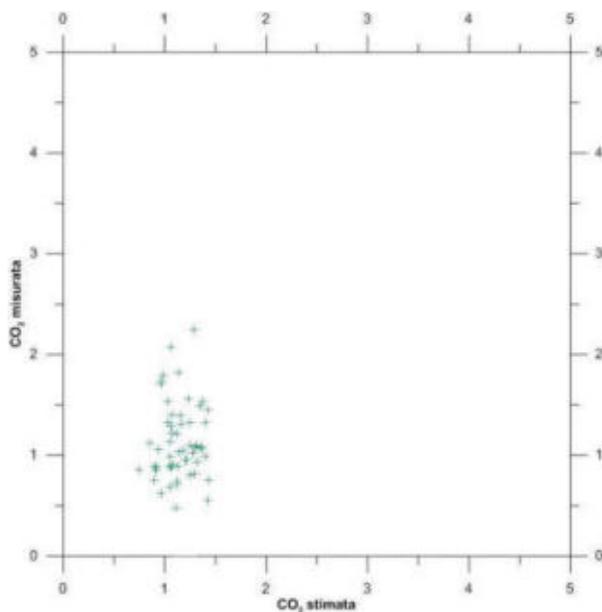
La Figura 2.12 mostra il semivariogramma calcolato sulla parcella interessata da prato stabile, costruito con un numero di  $Lag=10$  e una  $Lag\ Size=16$ . La carta di isoflusso viene realizzata attraverso la definizione del modello matematico che meglio interpreta e descrive la correlazione spaziale tra i vari punti di misura utilizzando il metodo *trial and error*, in particolare rappresentando

l'andamento della varianza all'aumentare della distanza tra le coppie di misura. Nel presente caso il modello matematico scelto è caratterizzato da una componente sferica costituita da un  $Range=36.60$ ,  $Partial\ Sill=0.11$  e  $Nugget=0.05$ .



**Figura 2.12 Azienda Burini prato stabile. Semivariogramma sperimentale del flusso totale di CO<sub>2</sub> (crocette blu) sulla parcella di prato stabile e modello matematico scelto (linea continua).**

Tale modello è stato convalidato mediante la tecnica della *Cross Validation*, la quale permette di visualizzare quali siano i dati non riproducibili in modo affidabile, ovvero valori che differiscono di oltre  $2.5\sigma$  rispetto ai corrispondenti valori misurati. In Figura 2.13 e Figura 2.14 sono riportati i risultati della *Cross Validation* in forma grafica.



**Figura 2.13 Azienda Burini prato stabile. Cross Validation: Scatterplot del flusso di CO<sub>2</sub> misurato sul prato stabile rispetto al flusso stimato.**

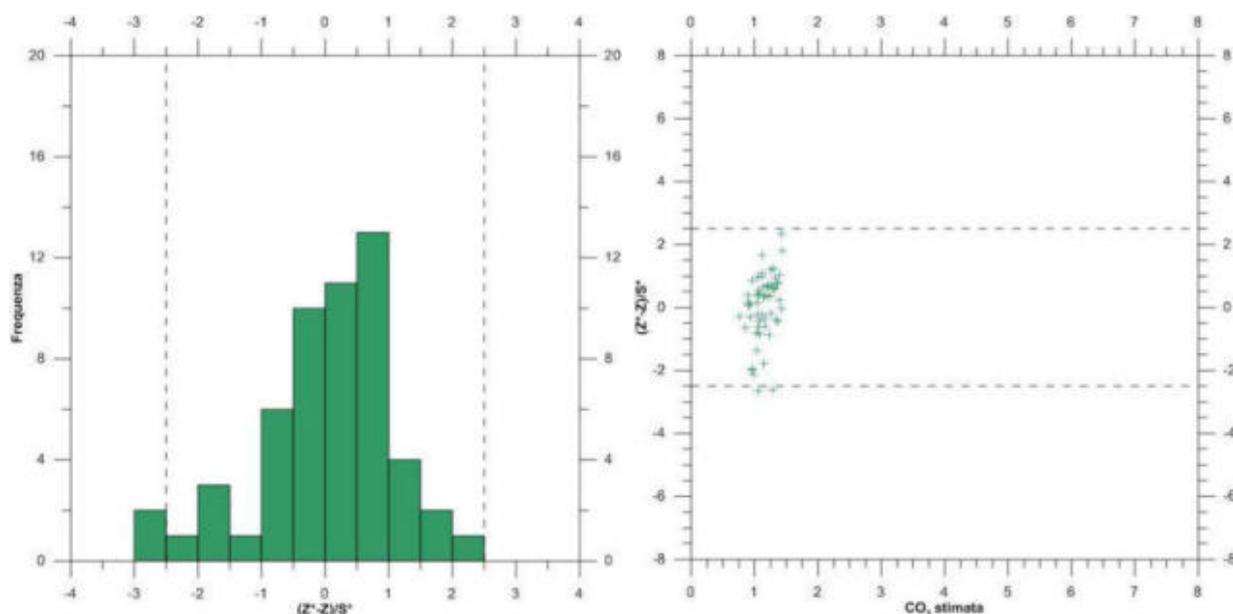


Figura 2.14 Azienda Burini prato stabile. Cross Validation: Istogramma relativo all'errore standard (a sinistra) e flusso stimato dal modello rispetto all'errore standard (a destra) su prato stabile.

Per quanto riguarda invece il campo coltivato a erba medica è stato scelto il semivariogramma di Figura 2.15 costruito con un numero di Lag=16 e una Lag Size=10. Il modello matematico scelto è caratterizzato da una componente esponenziale con Range=185, Partial Sill=0.43 e Nugget=0.37.

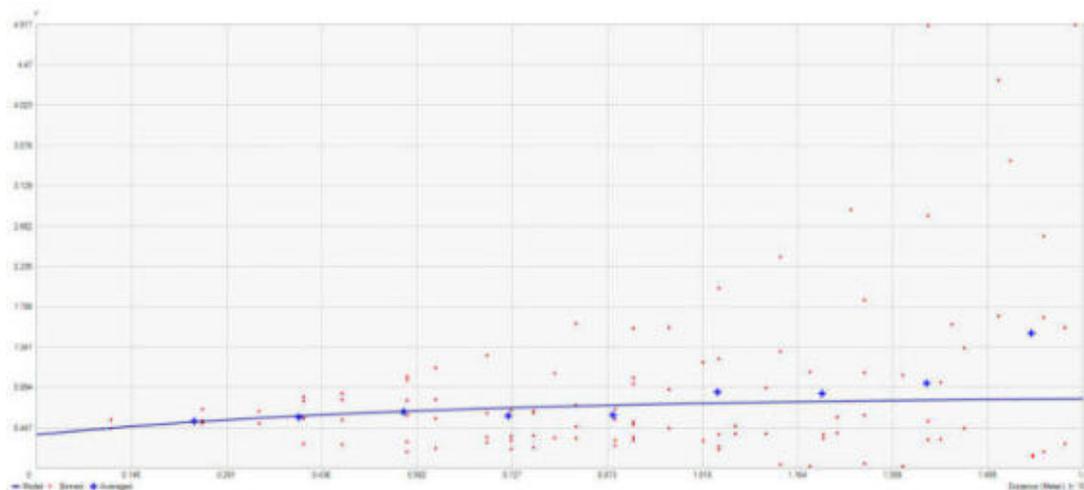


Figura 2.15 Azienda Burini erba medica. Semivariogramma sperimentale del flusso totale di CO<sub>2</sub> (crocette blu) e modello matematico scelto (linea continua).

Come precedentemente eseguito per il prato stabile, anche per il campo coltivato ad erba medica tale modello è stato convalidato mediante la tecnica della Cross Validation. Quest'ultima permette di visualizzare quali siano i dati non riproducibili in modo affidabile, ovvero valori che differiscono di oltre  $2.5\sigma$  rispetto ai corrispondenti valori misurati. In Figura 2.16 e Figura 2.17 ne sono riportati i risultati in forma grafica.

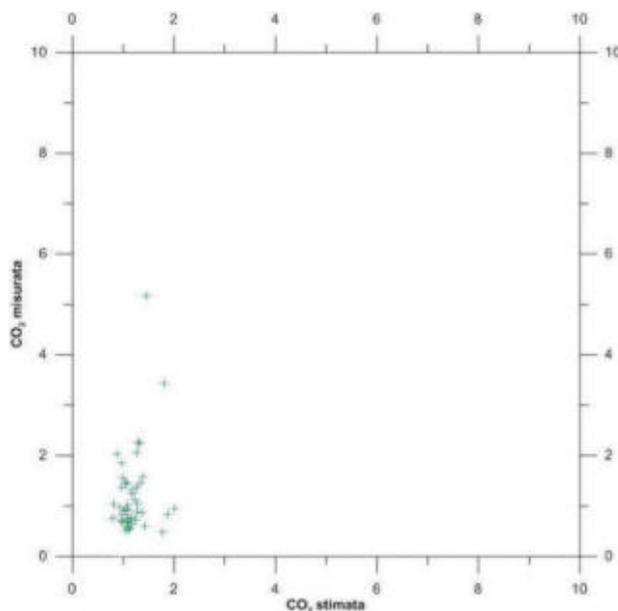


Figura 2.16 Azienda Burini erba medica. Cross Validation: Scatterplot del flusso di CO<sub>2</sub> misurato rispetto al flusso stimato.

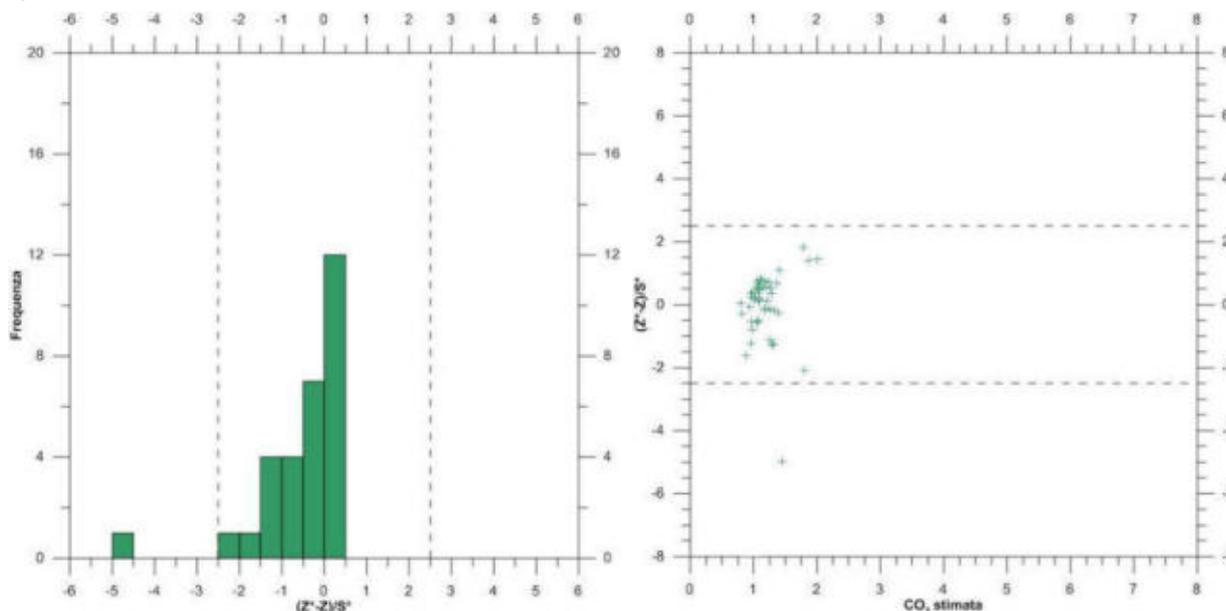
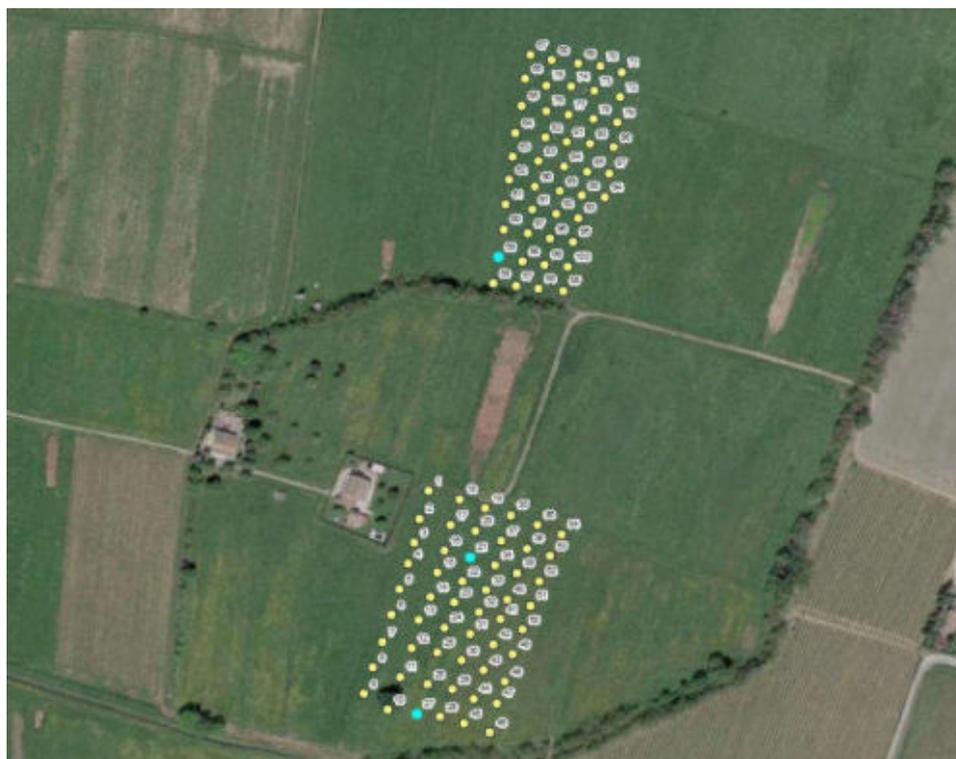


Figura 2.17 Azienda Burini erba medica. Cross Validation: Istogramma relativo all'errore standard (a sinistra) e flusso stimato dal modello rispetto all'errore standard (a destra) su campo coltivato a erba medica.

Dai risultati ottenuti dalla Cross Validation realizzata su entrambe le parcelle si osserva che per i punti di misura #21 e #27 per il prato stabile ed il punto #59 per il campo coltivato a erba medica l'errore standard assoluto risulta essere superiore a  $2.5\sigma$ . La localizzazione dei punti è riportata in Figura 2.18.



**Figura 2.18 Azienda Burini. Mappa della localizzazione delle misure di flusso. I punti #21, #27 e#59 in azzurro rappresentano le misure che il modello matematico utilizzato riproduce con un errore assoluto  $>2.5\sigma$ .**

Mediante i parametri ottenuti dai semivariogrammi per l'interpolazione è stata costruita, applicando il metodo dell'Ordinary Kriging, la mappa di isoflusso della  $CO_2$  (Figura 2.19). Nella mappa di isoflusso è riportato come indicatore puntuale in azzurro il punto escluso dalla costruzione del semivariogramma (punto #59 con flusso di  $5.1 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{giorno}^{-1}$ , già indicato precedentemente come outlier nel trattamento con la statistica di Sinclair).

In Figura 2.20 è riportata inoltre la mappa dell'errore effettuato sulla stima calcolato come standard deviation. Si evidenzia come prossimità dei punti di misura, l'errore tenda ad attenuarsi, mentre allontanandosi tende ad incrementare.

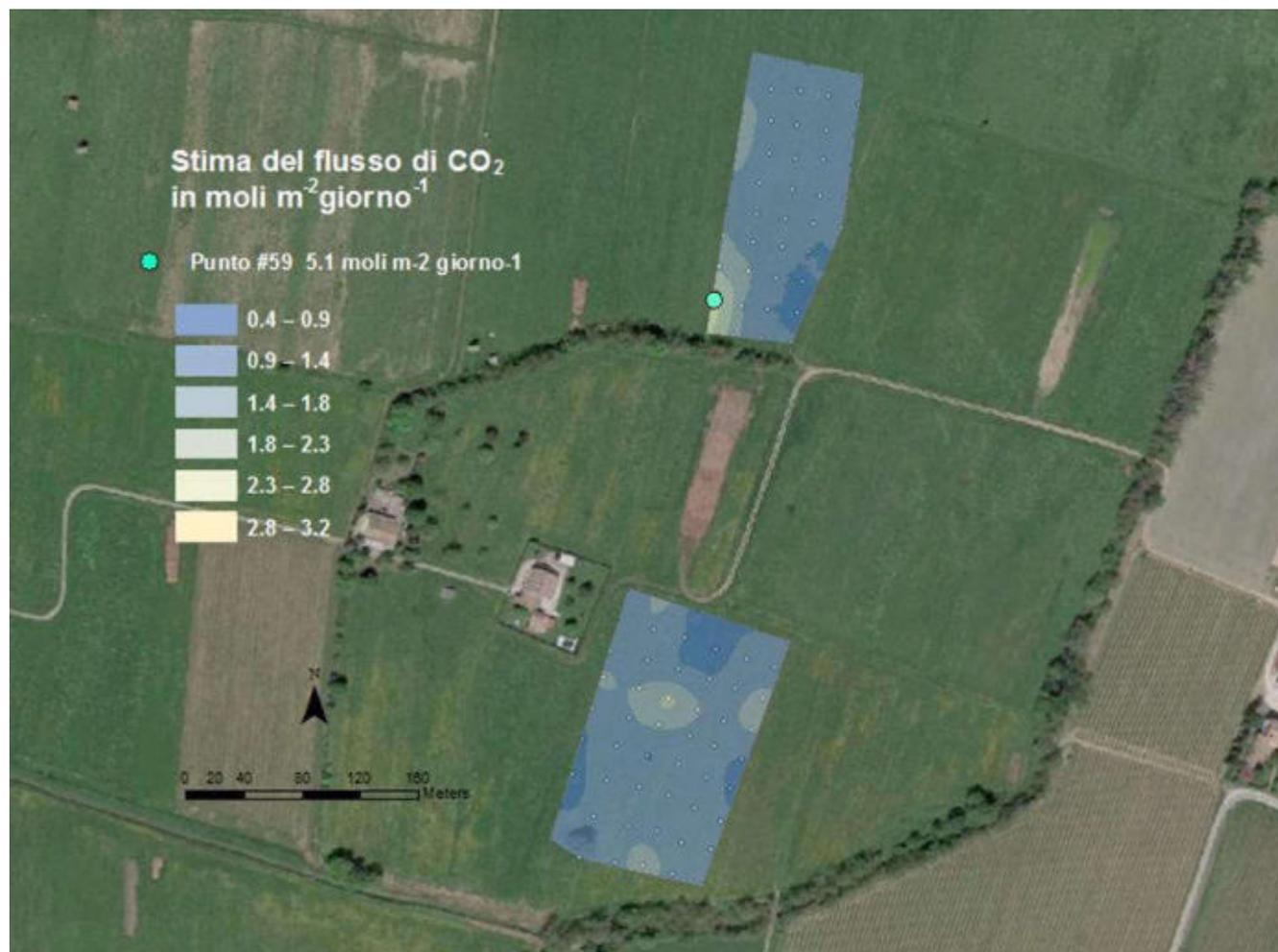


Figura 2.19 Azienda Burini. Mappa di isoflusso della CO<sub>2</sub> totale diffusa dalle parcelle indagate. In azzurro è riportato il punto #59 escluso dalla costruzione della mappa di isoflusso.

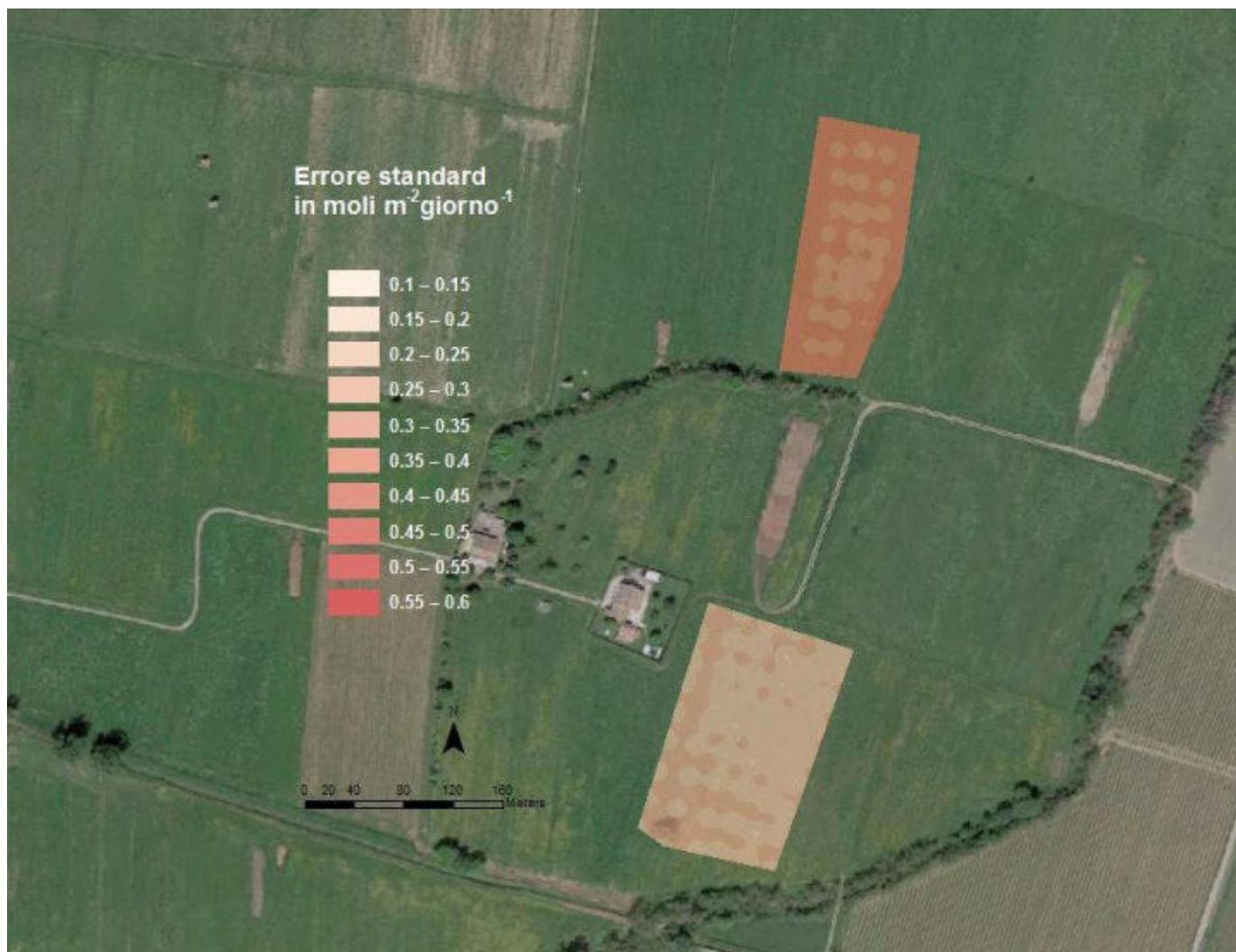


Figura 2.20 Azienda Burini. Mappa della deviazione standard sulla stima.

### 3 Azienda agricola Arduini

La società agricola La Valle di Arduini Enrico, Massino e Marcello S.S. (Figura 3.1) è anch'essa ubicata in località Bibbiano (RE). Durante la campagna di monitoraggio, svolta in data 21 giugno 2019, sono state effettuate un totale di 92 misure di flusso di CO<sub>2</sub> (32 misure di flusso nel prato stabile e 60 misure nel campo coltivato ad erba medica) (Figura 3.2).



Figura 3.1 Ubicazione Azienda agricola Arduini



Figura 3.2 Localizzazione dei punti di misura dei flussi presso l'azienda agricola Arduini. In verde è delimitato il perimetro del prato stabile, mentre in azzurro il campo coltivato a erba medica.

### 3.1 Misure di flusso di CO<sub>2</sub>

In figura (Figura 3.3) sono riportati in dettaglio i punti di misura eseguiti presso l'Azienda agricola Arduini, con un'area indagata di circa 10.225 m<sup>2</sup> per il prato stabile ed un'area di circa 19.643 m<sup>2</sup> per il campo coltivato ad erba medica.

In Figura 3.4 e Figura 3.5 sono riportate due immagini rispettivamente del prato stabile e del campo coltivato a erba medica monitorati.



Figura 3.3 Azienda Arduini. Localizzazione dei punti di misura dei flussi di CO<sub>2</sub>. In verde sono riportate le misure eseguite sul prato stabile, mentre in blu le misure eseguite sul campo coltivato ad erba medica.



Figura 3.4 Immagine panoramica del prato stabile monitorato presso l'Azienda agricola Arduini.



**Figura 3.5 Immagine panoramica del campo coltivato a erba medica monitorato presso l'Azienda agricola Arduini.**

In Tabella 3.1 Tabella 3.1 Azienda Arduini. Principali parametri statistici relativi alle misure di flusso di CO<sub>2</sub>, dati espressi in mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.sono riportati i principali parametri statistici relativi alle misure di flusso di CO<sub>2</sub> effettuate. Come in precedenza i dati grezzi vengono riportati in Allegato 2. Nessuno dei valori registrati risulta essere inferiore al limite di rilevabilità dello strumento, equivalente per la CO<sub>2</sub> a 0.002 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>. Per il sito caratterizzato da prato stabile si osserva una media del flusso di CO<sub>2</sub> di 0.985 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>, mentre per il campo coltivato ad erba medica la media è di 0.775 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>. Per quanto riguarda i massimi si registrano valori più alti sulla parcella coltivata ad erba medica (2.344 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>) rispetto al prato stabile (1.431 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>).

La deviazione standard delle misure effettuate nel prato stabile (0.212) risulta essere inferiore rispetto a quella del campo coltivato a erba medica (0.314); tale valore mostra una maggiore variabilità dei dati ottenuti presso il campo coltivato ad erba medica rispetto al prato stabile.

Per il parametro asimmetria che caratterizza il grado di asimmetria di una distribuzione rispetto alla sua media, i valori registrati sul prato stabile mostrano un'asimmetria negativa (-0.223) con una coda asimmetrica che si estende verso valori più negativi. Al contrario, per il campo coltivato ad erba medica, si osserva un'asimmetria positiva (2.110), con una coda asimmetrica che si estende verso valori più positivi.

Tabella 3.1 Azienda Arduini. Principali parametri statistici relativi alle misure di flusso di CO<sub>2</sub>, dati espressi in mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.

Parametro	Tipologia sito	N. Validi	N.< d.l.	Media	Mediana	Min	Max	Varianza	Dev. Std.	Asimmetria
CO <sub>2</sub>	Prato stabile	32	0	0.985	1.025	0.541	1.431	0.045	0.212	-0.223
CO <sub>2</sub>	Erba Medica	60	0	0.775	0.775	0.211	2.344	0.099	0.314	2.110

Di seguito sono inoltre mostrate le tabelle di frequenza (Tabella 3.2 e Tabella 3.3). Per quanto riguarda i flussi di CO<sub>2</sub> nel prato stabile si sottolinea come 32 misure, ovvero la totalità di esse, ricada nell'intervallo compreso tra 0.5 e 1.5 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>. Per quanto concerne invece il campo coltivato ad erba medica 45 misure, ovvero circa il 75% delle misure totali, risulta essere compreso tra 0.5 e 1.0 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>. Il restante 18% risulta compreso tra 1.0 e 2.5 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>, mentre 4 misure sono comprese tra il *detection limit* e 0.5 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.

Tabella 3.2 Azienda Arduini prato stabile. Tabella di frequenza relativa ai flussi di CO<sub>2</sub> misurati espressi mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.

CO <sub>2</sub> [mol·m <sup>-2</sup> ·giorno <sup>-1</sup> ]	Conteggi	Conteggi cumulati	% dei validi	% Cumulativa
x<=d.l.	0	0	0	0
d.l.<x<=0.5	0	0	0	0
0.5<x<=1	14	14	43.75	43.75
1<x<=1.5	18	32	56.25	100.00

Tabella 3.3 Azienda Arduini erba medica. Tabella di frequenza relativa ai flussi di CO<sub>2</sub> misurati espressi mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.

CO <sub>2</sub> [mol·m <sup>-2</sup> ·giorno <sup>-1</sup> ]	Conteggi	Conteggi cumulati	% dei validi	% Cumulativa
x<=d.l.	0	0	0	0
d.l.<x<=0.5	4	4	6.67	6.67
0.5<x<=1	45	49	75.00	81.67
1<x<=1.5	9	58	15.00	96.67
1.5<x<=2	1	59	1.67	98.33
2<x<=2.5	1	60	1.67	100.00

La Figura 3.6 e Figura 3.7 riportano gli istogrammi relativi ai valori di flusso e del logaritmo del flusso di CO<sub>2</sub>. Dai grafici si può osservare un andamento polimodale per i dati di CO<sub>2</sub>.

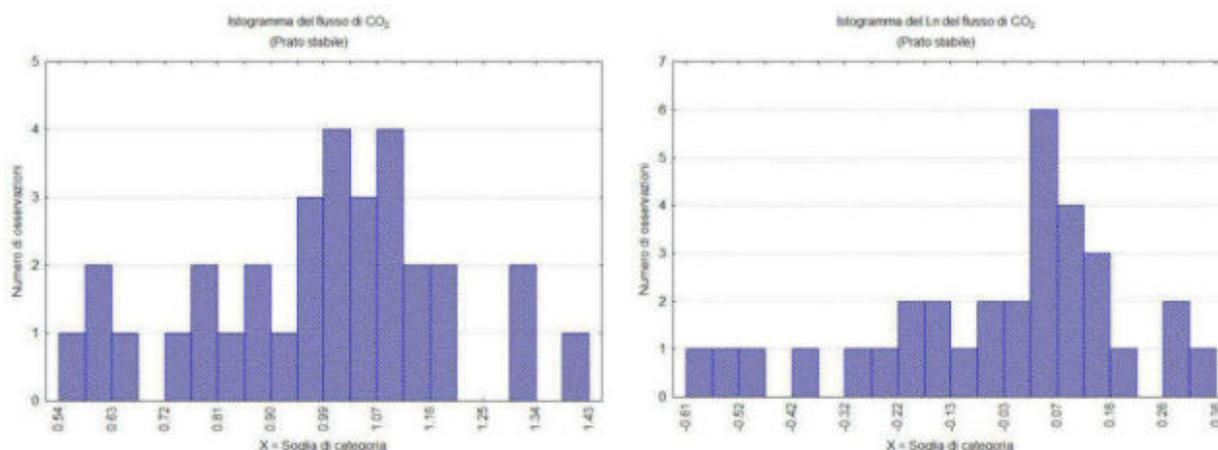


Figura 3.6 Azienda Arduini prato stabile. Istogrammi relativi ai flussi di CO<sub>2</sub> (a sinistra) e al Ln del flusso di CO<sub>2</sub> (a destra).

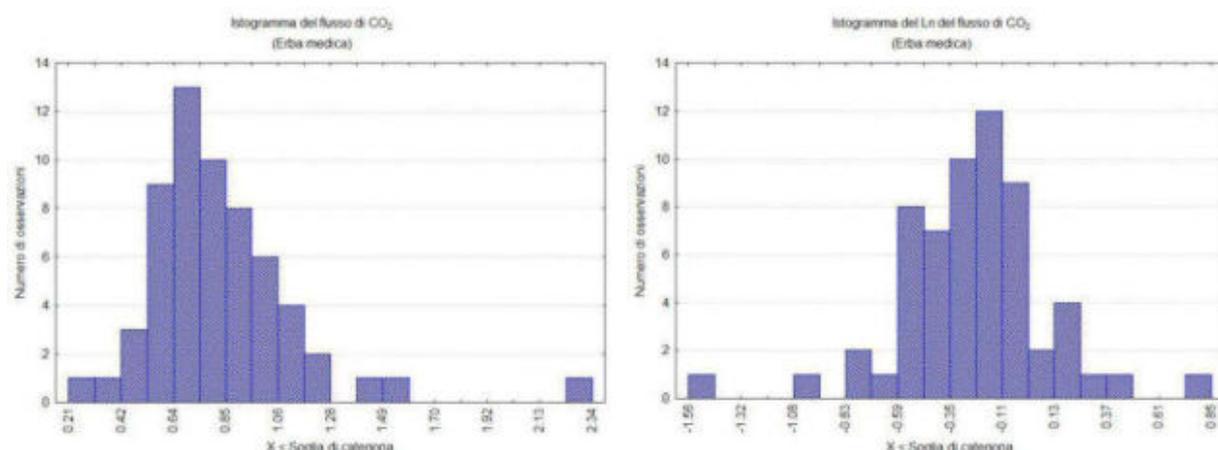


Figura 3.7 Azienda Arduini erba medica. Istogrammi relativi ai flussi di CO<sub>2</sub> (a sinistra) e al Ln del flusso di CO<sub>2</sub> (a destra).

### 3.2 Valori di temperatura e umidità del suolo

Anche in questo sito, durante il monitoraggio delle emissioni diffuse di CO<sub>2</sub> eseguite presso l'Azienda Arduini il giorno 21 giugno 2019, sono state eseguite tre misure di temperatura, contenuto volumetrico di acqua e conducibilità elettrica del suolo in concomitanza su prato stabile e su campo coltivato ad erba medica. La Tabella 3.4 seguente ne indica data, ora e parametri misurati durante nel corso dei tre campionamenti effettuati presso l'Azienda agricola Arduini.

Per il prato stabile la conducibilità elettrica media è di 417 µS/cm, mentre per il campo coltivato ad erba medica è 239 µS/cm, con un contenuto volumetrico medio d'acqua rispettivamente di 39.8% e 25.5%.

Tabella 3.4 Azienda Arduini. Parametri monitorati durante lo svolgimento della campagna.

Tipologia sito	Ora	Temperatura suolo °C	Conducibilità elettrica µS/cm	Soil VWC %
Prato Stabile	9:45	18.9	418.0	40.5
	10:53	19.3	410.0	39.4
	11:32	19.8	423.0	39.5

Tipologia sito	Ora	Temperatura suolo °C	Conducibilità elettrica	
			μS/cm	Soil VWC %
Erba medica	9:54	20.8	244.0	25.5
	11:05	20.9	239.0	25.6
	11:41	21.6	234.0	25.5

### 3.3 Stima del flusso di CO<sub>2</sub> emesso

In Figura 3.8 e Figura 3.9 sono riportate le curve relative al flusso di CO<sub>2</sub> in entrambe le tipologie di sito (prato stabile e campo coltivato a erba medica), le quali individuano la presenza di un'unica famiglia statistica per l'anidride carbonica.

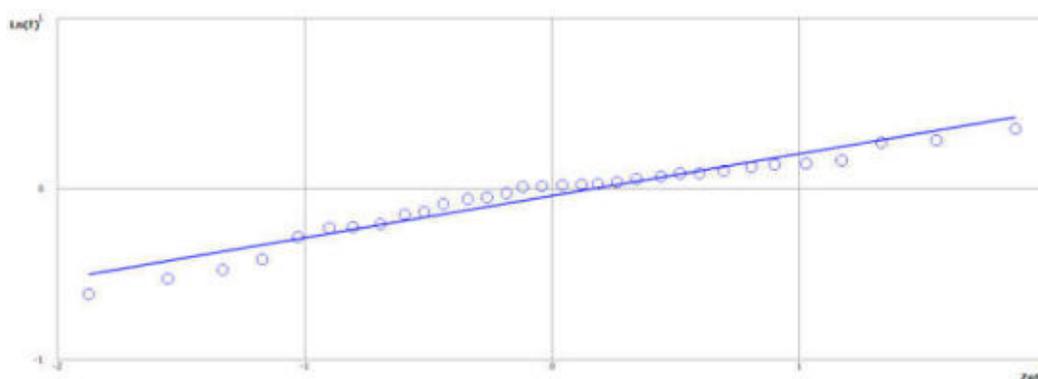


Figura 3.8 Azienda Arduini prato stabile. Curva di probabilità logaritmica cumulata del flusso di CO<sub>2</sub>.

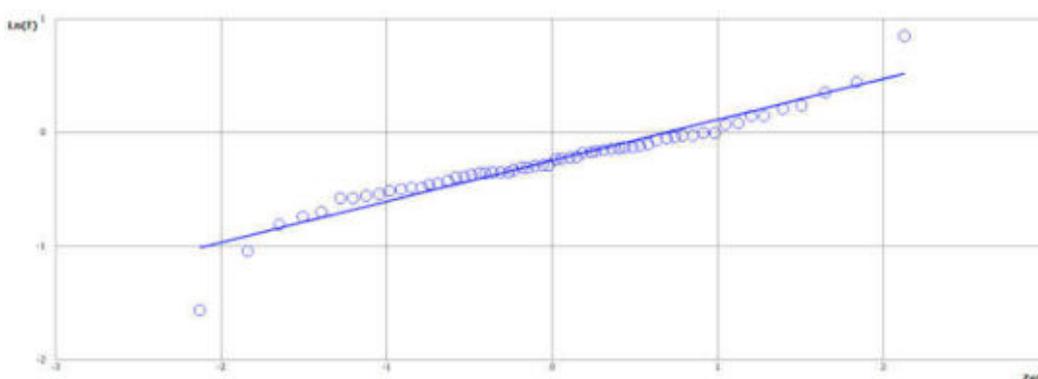


Figura 3.9 Azienda Arduini erba medica. Curva di probabilità logaritmica cumulata del flusso di CO<sub>2</sub>.

Successivamente, al fine di identificare la presenza di eventuali *outliers*, ovvero valori non rappresentativi del set di dati, sono stati costruiti su valori logaritmici i box-plot relativi alla famiglia della CO<sub>2</sub> per entrambi i siti di studio. Per quanto riguarda il prato stabile è stato individuato il punto #4 (0.54 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>), mentre per il campo coltivato ad erba medica sono stati individuati i punti #67, #72 e #90 (0.21, 0.35 e 2.3 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>) come possibili outliers (Figura 3.10).

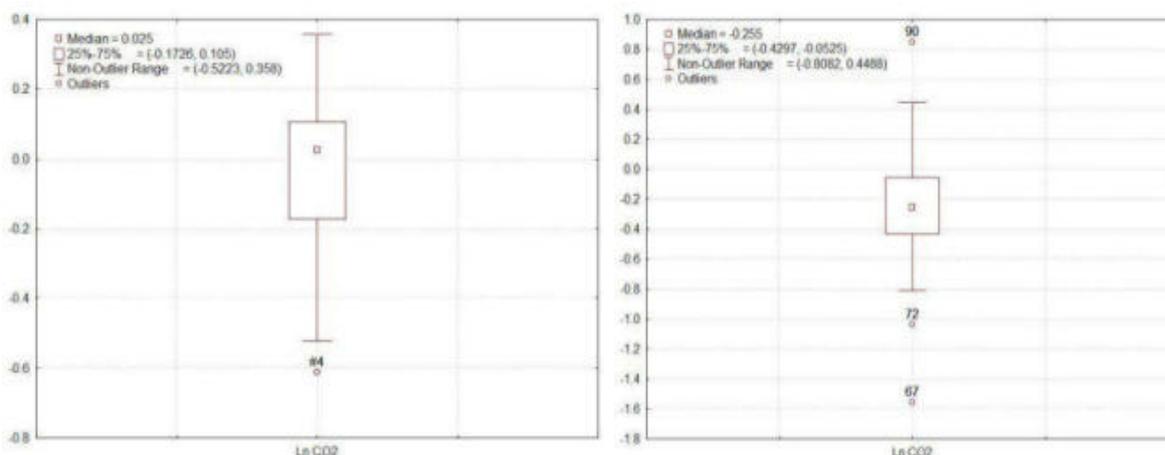


Figura 3.10 Azienda Arduini. Box-plot del Ln flusso CO<sub>2</sub> su prato stabile (a sinistra) e su campo coltivato a erba medica (a destra).

Sulla base delle famiglie riconosciute seguendo la procedura della statistica presentata da Sinclair (Sinclair 1974; 1991) ed utilizzando i coefficienti di Sichel (1966), sono stati individuati i parametri statistici e determinate le emissioni in atmosfera di CO<sub>2</sub> corrispondenti con i relativi intervalli di confidenza al 95% di entrambe le parcelle indagate, come riportato in Tabella 3.5 e Tabella 3.6.; Anche in questo caso i valori outliers, non rappresentativi della popolazione, non sono stati utilizzati nel calcolo.

Tabella 3.5 Azienda Arduini prato stabile. Caratteristiche statistiche della famiglia individuata.

Misure	Media	Varianza	Sichel-V	Flusso (moli/giorno)	Limiti al 95% di confidenza (moli/giorno)	
<b>Ln Flusso CO<sub>2</sub></b>						
Prato Stabile	31	-0.03	0.04	1.02	8.43E+03	7.88E+03 9.25E+03
<b>Tot CO<sub>2</sub></b>					<b>8.43E+03</b>	<b>7.88E+03 9.25E+03</b>

Tabella 3.6 Azienda Arduini erba medica. Caratteristiche statistiche della famiglia individuata.

Misure	Media	Varianza	Sichel-V	Flusso (moli/giorno)	Limiti al 95% di confidenza (moli/giorno)	
<b>Ln Flusso CO<sub>2</sub></b>						
Campo erba medica	57	-0.23	0.07	1,04	1.40E+04	1.30E+04 1.54E+04
<b>Tot CO<sub>2</sub></b>					<b>1.40E+04</b>	<b>1.30E+04 1.54E+04</b>

### Prato stabile

Il flusso totale di biossido di carbonio emesso dal prato stabile indagato (area circa 10.225 m<sup>2</sup>) corrisponde a 8.43E+04 moli/giorno con i limiti di confidenza al 95% rispettivamente di 7.88E+03 e 9.25E+03 moli/giorno (Tabella 2.5). In termini di flusso specifico le emissioni stimate equivalgono a **0.82 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>** con limiti di confidenza al 95% rispettivamente di 0.77 e 0.91 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.

### Campo erba medica

Il flusso totale di biossido di carbonio emesso dal campo coltivato ad erba medica (area circa 19.643 m<sup>2</sup>) corrisponde a 1.40E+04 moli/giorno con i limiti di confidenza al 95% rispettivamente di 1.30E+04 e 1.54E+04 moli/giorno; il flusso specifico è di **0.71 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>**,

con limiti di confidenza al 95% rispettivamente di 0.66 e 0.78 mol $\cdot$ m $^{-2}$ ·giorno $^{-1}$ . La Tabella 3.7 riassume sinteticamente il flusso di CO $_2$  emesso dalle parcelle indagate.

Tabella 3.7 Azienda Arduini. Flusso di CO $_2$  emesso dalle tipologie di sito indagate.

Tipologia di sito	Superficie m $^2$	N.di misure	Flusso di CO $_2$ in mol/giorno	Flusso specifico di CO $_2$ in mol $\cdot$ m $^{-2}$ ·giorno $^{-1}$
Prato stabile	10.225	31	8.43E+03	0.82
Erba medica	19643	57	1.40E+04	0.77

### 3.4 Carte di isoflusso

Come in precedenza, per la realizzazione delle carte di isoflusso è stato costruito il semivariogramma sperimentale utilizzando i dati di flusso di CO $_2$  misurati su prato stabile e su campo coltivato a erba medica. In Figura 3.11 è mostrato il semivariogramma sperimentale del logaritmo naturale del flusso di CO $_2$  sul prato stabile, costruito con un numero di Lag=12 e una Lag Size=18, il quale rappresenta l'andamento della varianza all'aumentare della distanza tra le coppie di punti. Nel presente caso è stato scelto uno modello matematico caratterizzato da una componente sferica costituita da un Major Range di 77.5 m, un Partial Sill di 0.03 ed un Nugget di 0.02.

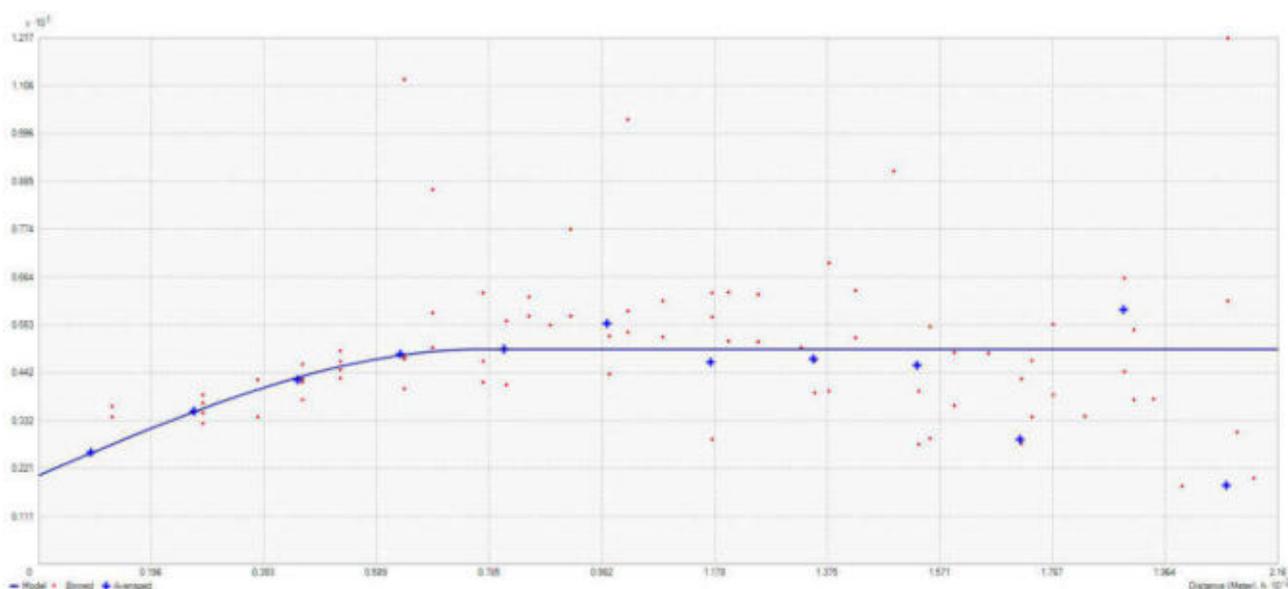


Figura 3.11 Azienda Arduini prato stabile. Semivariogramma sperimentale del flusso totale di CO $_2$  (crocette blu) e modello matematico scelto (linea continua).

Il modello scelto è stato poi convalidato mediante la tecnica della *Cross-Validation*, la quale permette di visualizzare quali siano i dati non riproducibili in modo affidabile, ovvero i valori che differiscono di oltre  $2.5\sigma$  rispetto ai valori misurati. In Figura 3.12 e Figura 3.13 sono riportati i dati della Cross Validation in forma grafica.

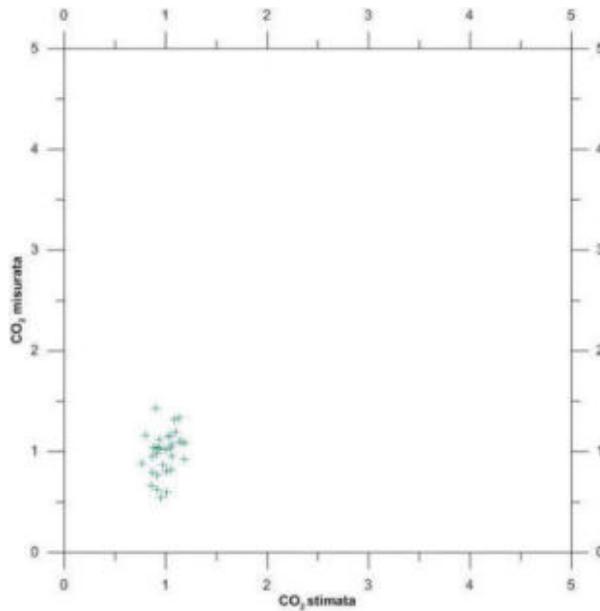


Figura 3.12 Azienda Arduini prato stabile. Cross Validation: scatterplot della CO<sub>2</sub> stimata vs misurata.

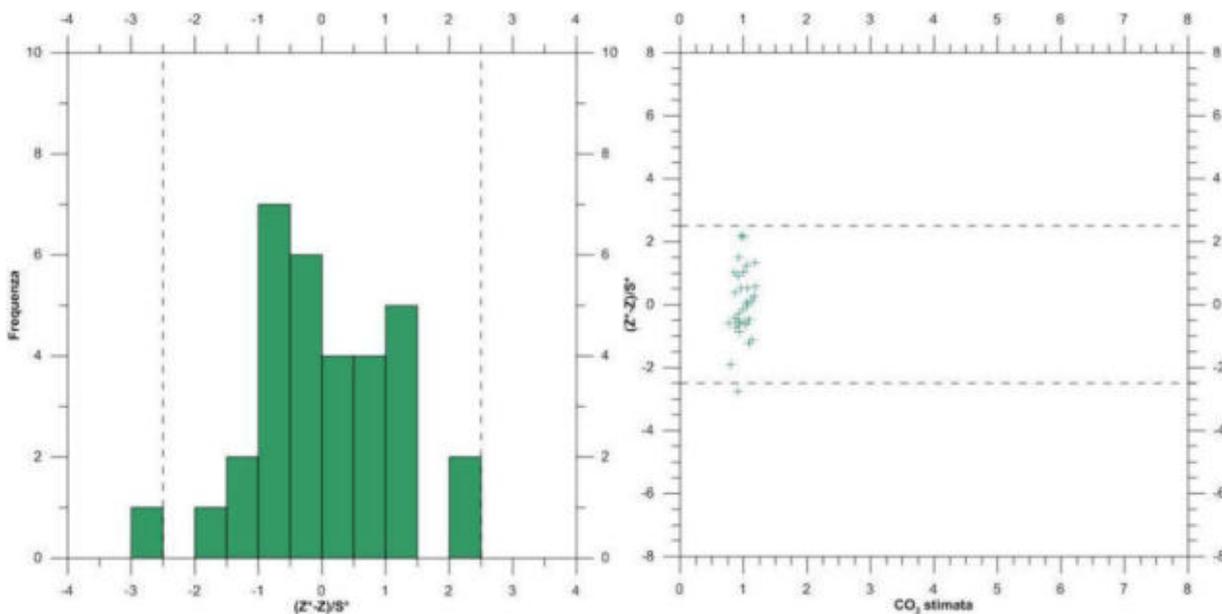


Figura 3.13 Azienda Arduini prato stabile. Cross Validation: Istogramma relativo all'errore standard (a sinistra) e CO<sub>2</sub> stimata dal modello vs errore standard (a destra).

La figura (Figura 3.14) mostra invece il semivariogramma sperimentale del flusso di CO<sub>2</sub> sul campo coltivato a erba medica, costruito con un numero di Lag=12 e Lag Size=19. Anche in questo caso è stato scelto un modello matematico caratterizzato da una componente sferica con Range=43, Partial Sill=0.042 e Nugget=0.021.

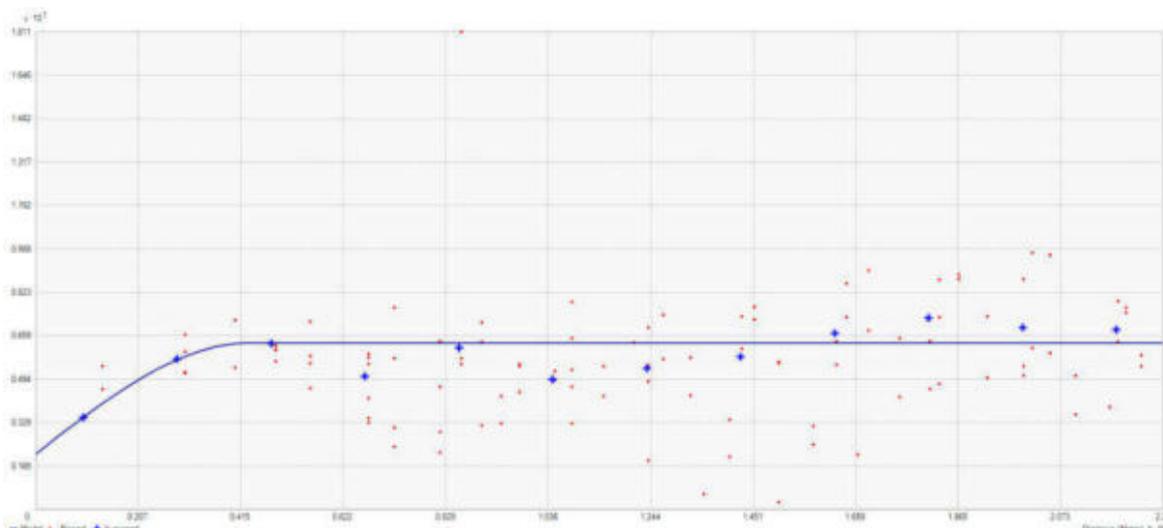


Figura 3.14 Azienda Arduini erba medica. Semivariogramma sperimentale del flusso totale di CO<sub>2</sub> (crocette blu) e modello matematico scelto (linea continua).

Come precedentemente realizzato per il prato stabile, anche per il campo coltivato ad erba medica il modello scelto è stato poi convalidato mediante la tecnica della Cross-Validation, riportandone in Figura 3.15 e Figura 3.16 i risultati.

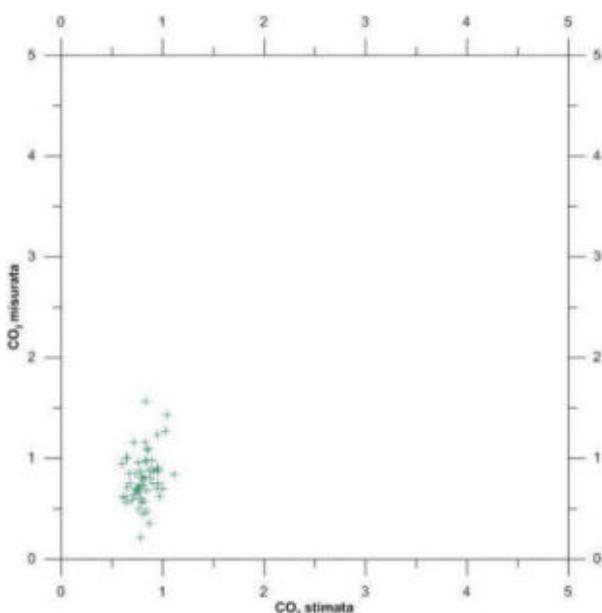


Figura 3.15 Azienda Arduini erba medica. Cross Validation: scatterplot della CO<sub>2</sub> stimata vs misurata.

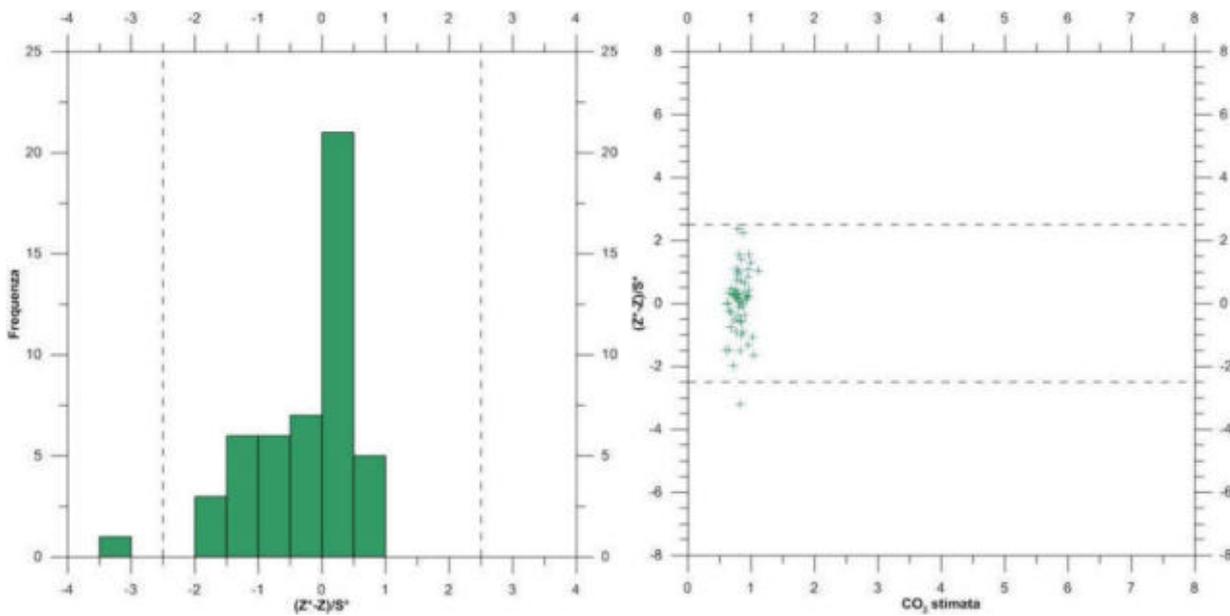


Figura 3.16 Azienda Arduini erba medica. Cross Validation: Istogramma relativo all'errore standard (a sinistra) e CO<sub>2</sub> stimata dal modello vs errore standard (a destra).

Dai risultati ottenuti dalla Cross Validation si osserva che un punto di misura (#90) si ha un errore standard assoluto di oltre  $2.5\sigma$ . La sua localizzazione è riportata in Figura (Figura 3.17).

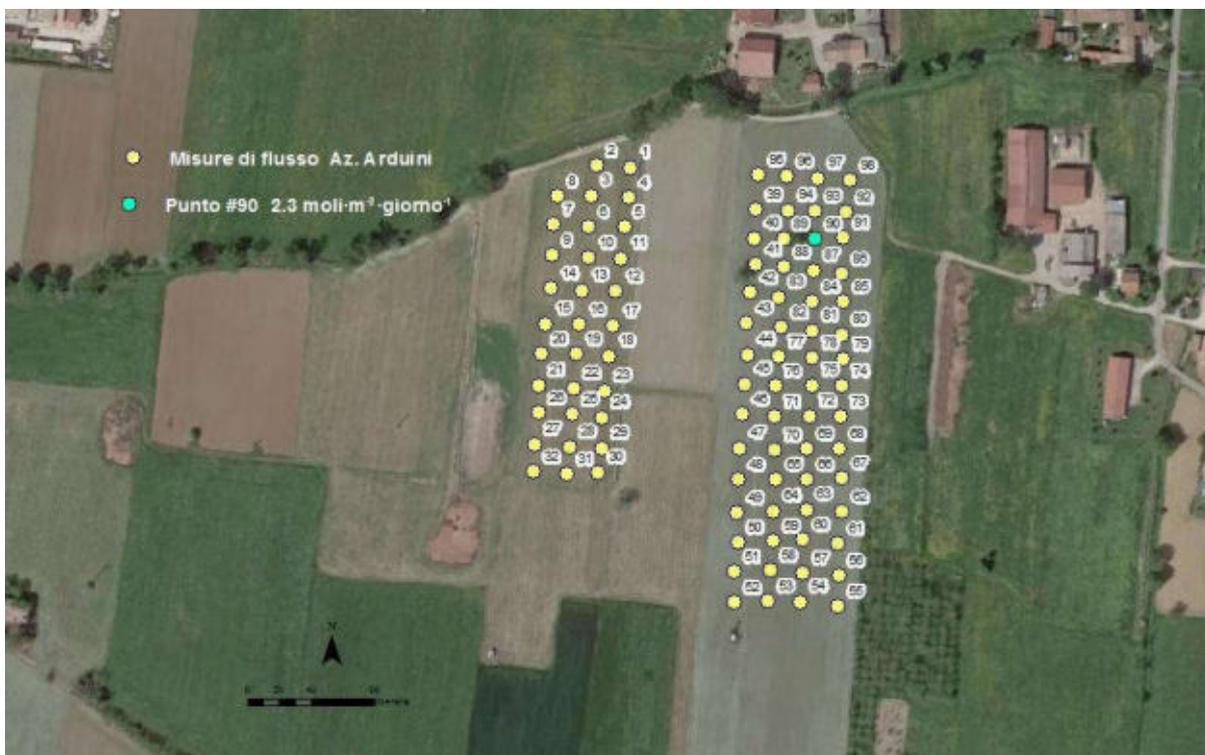


Figura 3.17 Azienda Arduini. Mappa della localizzazione delle misure di flusso. Il punto #90 in azzurro rappresenta la misura che il modello matematico utilizzato riproduce con un errore assoluto  $>2.5\sigma$ .

Mediante il metodo dell'Ordinary Kriging applicato ai dati di flusso di CO<sub>2</sub> totale, avvalendosi dei parametri ottenuti dal semivariogramma per l'interpolazione, è stata costruita la mappa di isoflusso mostrata in Figura 3.18. Nella mappa di isoflusso è riportato come indicatore puntuale in azzurro il punto escluso dalla costruzione del semivariogramma (punto #90 con flusso di 2.3 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>, già indicato come outlier nel trattamento con la statistica di Sinclair).

In Figura 3.19 è rappresentata inoltre la mappa dell'errore effettuato sulla stima calcolato come deviazione standard. Come sottolineato in precedenza, nelle immediate vicinanze dei punti di misura l'errore tende ad attenuarsi, mentre allontanandosi ad incrementare.

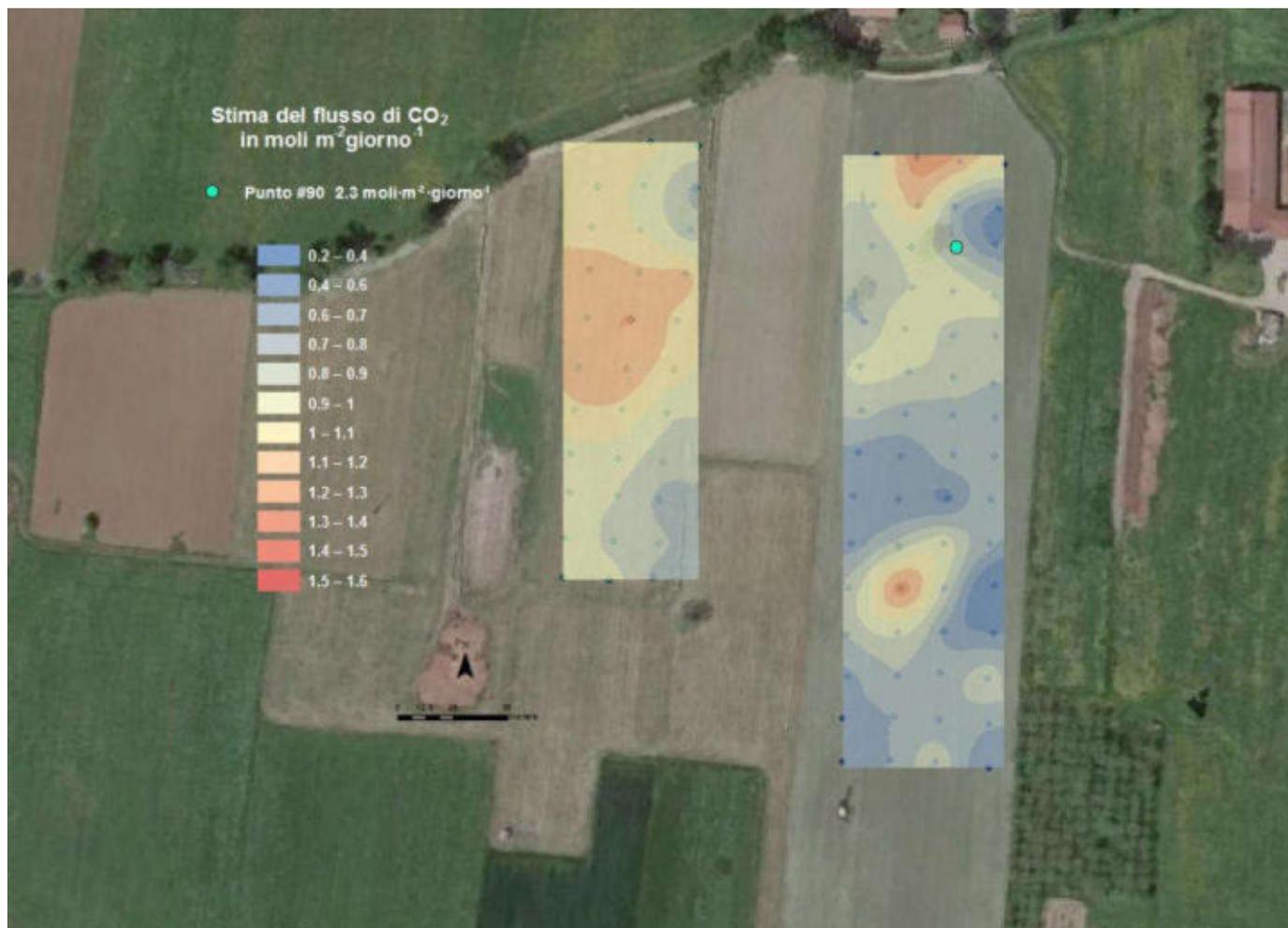


Figura 3.18 Azienda Arduini. Mappa di isoflusso della CO<sub>2</sub> totale diffusa dalle parcelle indagate. In azzurro è riportato il punto #90 escluso dalla costruzione della mappa di isoflusso.



Figura 3.19 Azienda Arduini. Mappa della deviazione standard sulla stima.

## 4 Azienda agricola Scalabrini

L'Antica fattoria caseificio Scalabrini di Ugo & Bruno S.S (Figura 4.1) è ubicata in località Bibbiano (RE). Durante la campagna di monitoraggio, svolta in data 21 giugno 2019, sono state effettuate un totale di 108 misure di flusso di CO<sub>2</sub> (60 misure di flusso su prato stabile e 48 misure su campo coltivato ad erba medica) (Figura 4.2).



Figura 4.1 Localizzazione Azienda agricola Scalabrini



Figura 4.2 Localizzazione dei punti di misura dei flussi presso l'azienda agricola Scalabrini. In verde è delimitato il perimetro del prato stabile, mentre in azzurro il campo coltivato a erba medica.

#### 4.1 Misure di flusso di CO<sub>2</sub>

In Figura 4.3 sono riportati in dettaglio i punti di misura eseguiti presso l'Azienda agricola Scalabrini, con un'area indagata di circa 23.600 m<sup>2</sup> per il prato stabile ed un'area di circa 18.800 m<sup>2</sup> per il campo coltivato ad erba medica.

In Figura 4.4 è riportata inoltre una vista del campo coltivato a erba medica e del prato stabile monitorati durante la campagna.



Figura 4.3 Azienda Scalabrini. Localizzazione dei punti di misura dei flussi di CO<sub>2</sub>. In verde sono riportate le misure eseguite sul prato stabile, mentre in blu le misure eseguite sul campo coltivato ad erba medica.



Figura 4.4 In primo piano il campo coltivato ad erba medica monitorato presso l'Azienda agricola Scalabrini. Sullo sfondo il prato stabile anch'esso monitorato durante la campagna.

In Tabella 4.1 Tabella 3.1 Azienda Arduini. Principali parametri statistici relativi alle misure di flusso di CO<sub>2</sub>, dati espressi in mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>. Sono riportati i principali parametri statistici relativi alle misure di flusso di CO<sub>2</sub> effettuate. Come per gli altri siti i dati grezzi vengono riportati in Allegato 2. Nessuno dei valori registrati risulta essere inferiore al limite di rilevabilità dello strumento, equivalente per la CO<sub>2</sub> a 0.002 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>. Per il sito caratterizzato da prato stabile si osserva una media del flusso di CO<sub>2</sub> di 1.327 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>, mentre per il campo coltivato ad erba medica la media è di 0.796 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>. Per quanto riguarda i massimi si registrano valori più alti sulla parcella caratterizzata da prato stabile (3.318 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>) rispetto al campo coltivato a erba medica (2.974 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>).

La deviazione standard delle misure su prato stabile (0.486) risulta essere superiore rispetto a quella del campo coltivato a erba medica (0.389), evidenziando quindi una maggiore variabilità dei dati ottenuti presso il prato stabile rispetto al campo coltivato a erba medica.

In termini di asimmetria, sia per il prato stabile (1.337) che per il campo coltivato a erba medica (3.866) si evidenzia un'asimmetria a destra, quindi una distribuzione verso valori più positivi.

**Tabella 4.1 Azienda Scalabrini. Principali parametri statistici relativi alle misure di flusso di CO<sub>2</sub> espressi in mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.**

Parametro	Tipologia sito	N. Validi	N.< d.l.	Media	Mediana	Min	Max	Varianza	Dev. Std.	Asimmetria
CO <sub>2</sub>	Prato stabile	60	0	1.327	1.275	0.522	3.318	0.236	0.486	1.337
CO <sub>2</sub>	Erba Medica	48	0	0.796	0.725	0.266	2.974	0.152	0.389	3.866

Di seguito sono inoltre mostrate la Tabella 4.2 e

Tabella 4.3, le quali permettono di valutare come i valori di CO<sub>2</sub> si distribuiscano all'interno di classi di intervalli regolari compresi tra il minimo ed il massimo valore misurato. Per quanto riguarda i flussi di CO<sub>2</sub> nel prato stabile si sottolinea come 42 misure, ovvero il 70% delle totali, ricadano nell'intervallo compreso tra 0.5 e 1.5 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>. Circa il 28% delle misure risulta invece compreso tra 1.5 e 2.5 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.

Per quanto concerne invece il campo coltivato ad erba medica 41 misure, ovvero circa l'85% delle misure totali, risulta essere compreso tra 0.5 e 1.5 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>. Le restanti 6 misure (circa 13%) risultano comprese tra il *detection limit* e 0.5 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>, mentre una sola misura è compresa tra 2.5 e 3 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.

**Tabella 4.2 Azienda Scalabrini prato stabile. Tabella di frequenza relativa ai flussi di CO<sub>2</sub> espressi mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.**

CO <sub>2</sub> [mol·m <sup>-2</sup> ·giorno <sup>-1</sup> ]	Conteggi	Conteggi cumulati	% dei validi	% Cumulativa
x<=d.l.	0	0	0	0
d.l.<x<=0.5	0	0	0	0
0.5<x<=1	15	15	25.00	25.00
1<x<=1.5	27	42	45.00	70.00
1.5<x<=2	13	55	21.67	91.67
2<x<=2.5	4	59	6.67	98.33

CO <sub>2</sub> [moli·m <sup>-2</sup> ·giorno <sup>-1</sup> ]	Conteggi	Conteggi cumulati	% dei validi	% Cumulativa
2.5<x<=3	0	59	0	98.33
3<x<=3.5	1	60	1.67	100.00

Tabella 4.3 Azienda Scalabrini erba medica. Tabella di frequenza relativa ai flussi di CO<sub>2</sub> espressi in moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.

CO <sub>2</sub> [moli·m <sup>-2</sup> ·giorno <sup>-1</sup> ]	Conteggi	Conteggi cumulati	% dei validi	% Cumulativa
x<=d.l.	0	0	0	0
d.l.<x<=0.5	6	6	12.24	12.24
0.5<x<=1	34	40	69.39	81.63
1<x<=1.5	7	47	14.29	97.92
1.5<x<=2	0	47	0	97.92
2<x<=2.5	0	47	0	97.92
2.5<x<=3	1	48	2.08	100.00

In Figura 4.5 e Figura 4.6 sono riportati gli istogrammi relativi ai valori di flusso e del logaritmo del flusso di CO<sub>2</sub>. Dai grafici è possibile osservare un andamento polimodale per i dati di CO<sub>2</sub>.

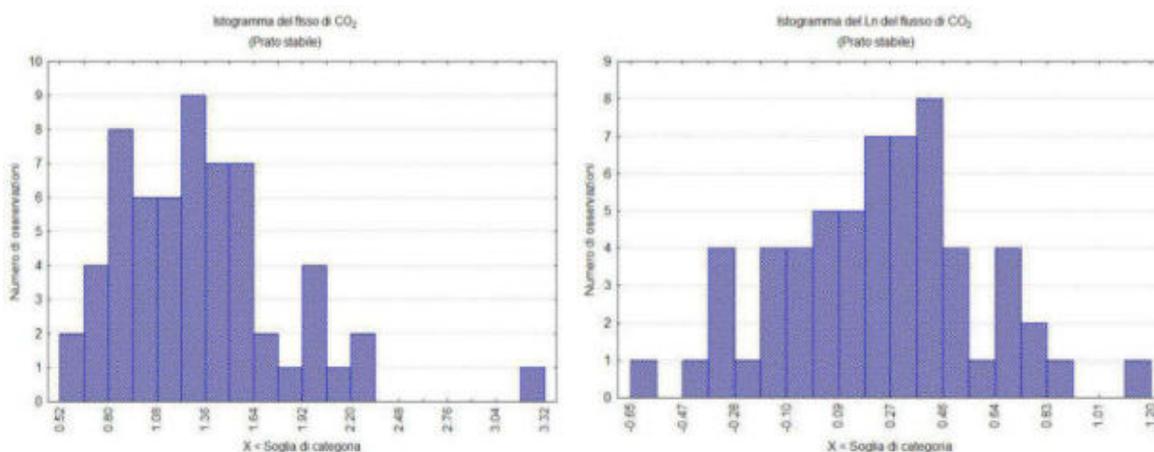


Figura 4.5 Azienda Scalabrini Prato stabile. Istogrammi relativi ai flussi di CO<sub>2</sub> (a sinistra) e al Ln del flusso di CO<sub>2</sub> (a destra).

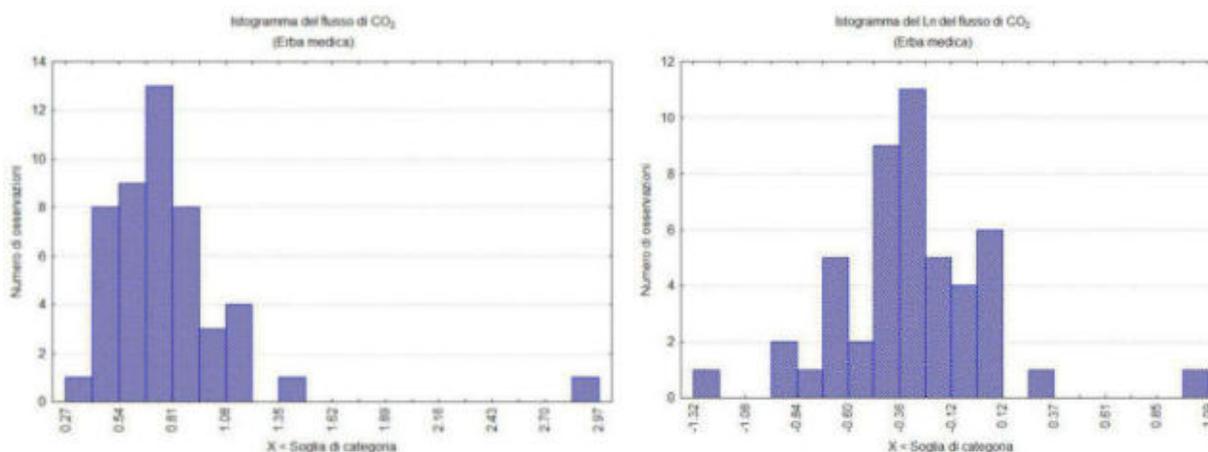


Figura 4.6 Azienda Scalabrini erba medica. Istogrammi relativi ai flussi di CO<sub>2</sub> (a sinistra) e al Ln del flusso di CO<sub>2</sub> (a destra).

### 4.2 Valori di temperatura e umidità del suolo

Anche in questo sito, durante il monitoraggio delle emissioni diffuse di CO<sub>2</sub> presso l'Azienda agricola Scalabrini il giorno 21 giugno 2019, sono state eseguite tre misure di temperatura, contenuto volumetrico di acqua e conducibilità elettrica del suolo in concomitanza su prato stabile e su campo coltivato ad erba medica. La Tabella 4.4 seguente ne indica data, ora e parametri misurati durante nel corso dei tre campionamenti effettuati.

Per il prato stabile la conducibilità elettrica media è di 249.7 µS/cm, mentre per il campo coltivato ad erba medica è pari a 115 µS/cm, con un contenuto volumetrico medio d'acqua rispettivamente di 33.4% e 10.3%.

Tabella 4.4 Azienda Scalabrini. Parametri monitorati durante lo svolgimento della campagna.

Tipologia sito	Ora	Temperatura suolo °C	Conducibilità elettrica µS/cm	Soil VWC %
Prato Stabile	13.06	21.9	249.0	33.8
	15.26	23.8	245.0	33.1
	17.38	24.1	255.0	33.2
Erba medica	13.02	24.3	116.0	10.1
	15.22	24.3	115.0	10.1
	17.33	24.5	114.0	10.7

### 4.3 Stima del flusso di CO<sub>2</sub> emesso

In Figura 4.7 e Figura 4.8 e sono mostrate le curve relative al flusso di CO<sub>2</sub> in entrambe le tipologie di sito (prato stabile e campo coltivato a erba medica), le quali individuano la presenza di un'unica famiglia statistica per l'anidride carbonica.

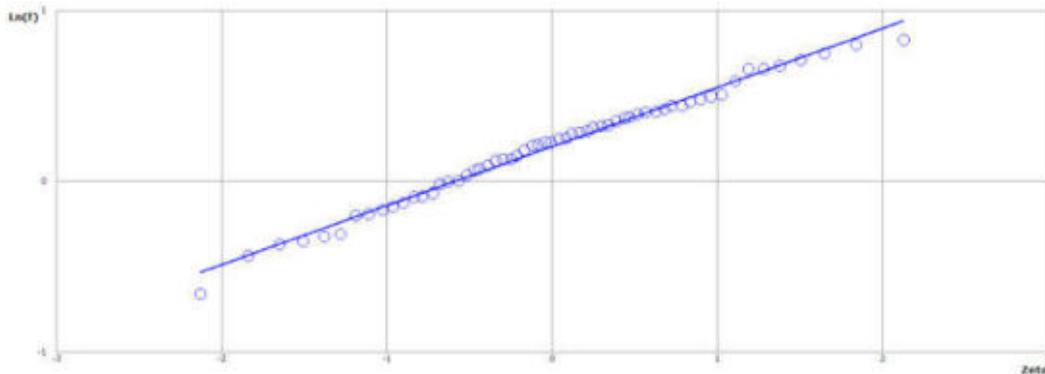


Figura 4.7 Azienda Scalabrini prato stabile. Curva di probabilità logaritmica cumulata del flusso di CO<sub>2</sub>.

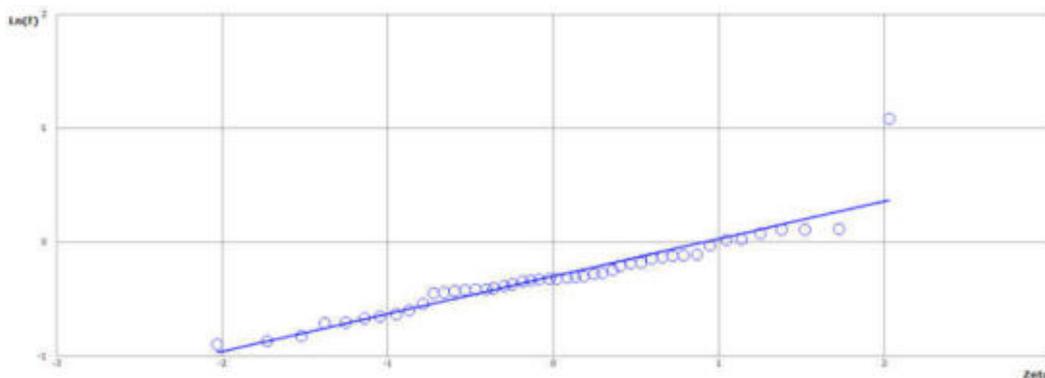


Figura 4.8 Azienda Scalabrini erba medica. Curva di probabilità logaritmica cumulata del flusso di CO<sub>2</sub>.

Successivamente, al fine di identificare la presenza di eventuali *outliers*, ovvero valori non rappresentativi del set di dati, sono stati costruiti su valori logaritmici i box-plot relativi alla famiglia della CO<sub>2</sub> per entrambi i siti di studio (Figura 4.9). Per quanto riguarda il **prato stabile** è stato individuato il punto 52 (3.32 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>), mentre per il campo coltivato ad **erba medica** sono stati individuati i punti 19 e 37 (1.43 e 0.27 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>) come possibili outliers.

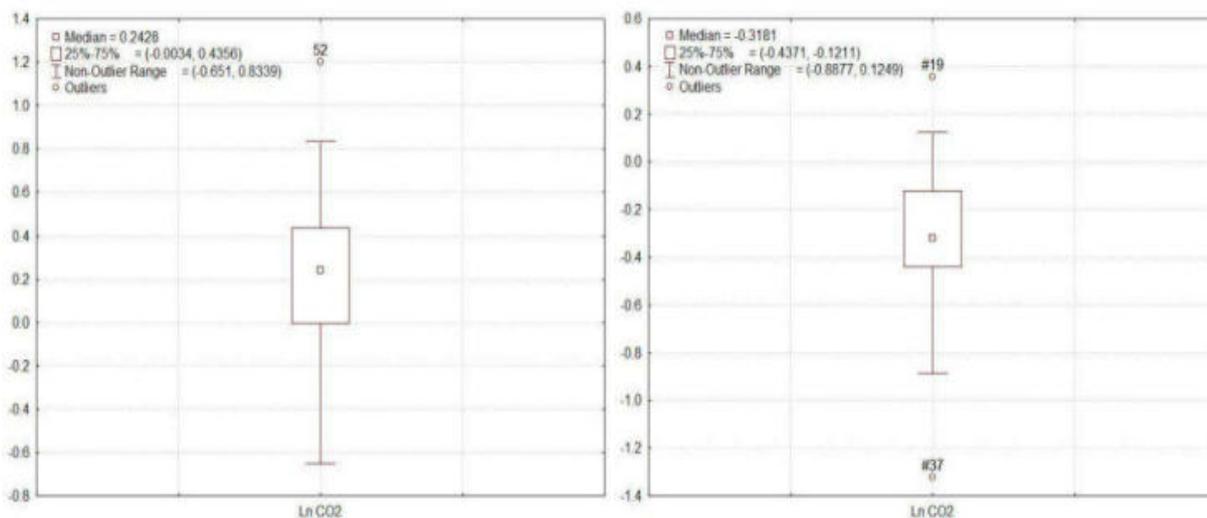


Figura 4.9 Azienda Scalabrini. Box-plot del Ln del flusso CO<sub>2</sub> su prato stabile (a sinistra) e su campo coltivato a erba medica (a destra).

Sulla base delle famiglie riconosciute seguendo la procedura della statistica presentata da Sinclair (Sinclair 1974; 1991) ed utilizzando i coefficienti di Sichel (1966), sono stati individuati i parametri statistici e determinate le emissioni in atmosfera di CO<sub>2</sub> corrispondenti con i relativi intervalli di confidenza al 95% di entrambe le parcelle indagate, come riportato nella Tabella 4.5 e Tabella 4.6.

**Tabella 4.5 Azienda Scalabrini prato stabile. Caratteristiche statistiche della famiglia individuata.**

	Misure	Media	Varianza	Sichel-V	Flusso (moli/giorno)	Limiti al 95% di confidenza (moli/giorno)	
<b>Ln Flusso CO<sub>2</sub></b>							
Prato Stabile	59	0.21	0.11	1.06	2.43E+04	2.27E+04	2.65E+04
					<b>2.43E+04</b>	<b>2.27E+04</b>	<b>2.65E+04</b>
			<b>Tot CO<sub>2</sub></b>				

**Tabella 4.6 Azienda Scalabrini erba medica. Caratteristiche statistiche della famiglia individuata.**

	Misure	Media	Varianza	Sichel-V	Flusso (moli/giorno)	Limiti al 95% di confidenza (moli/giorno)	
<b>Ln Flusso CO<sub>2</sub></b>							
Campo erba medica	46	-0.03	0.11	1.06	1.15E+04	1.07E+04	1.28E+04
					<b>1.15E+04</b>	<b>1.07E+04</b>	<b>1.28E+04</b>
			<b>Tot CO<sub>2</sub></b>				

### Prato stabile

Il flusso totale di biossido di carbonio emesso dal prato stabile indagato (area circa 18.730 m<sup>2</sup>) corrisponde a 2.43E+04 moli/giorno con i limiti di confidenza al 95% rispettivamente di 2.27E+04 e 2.65E+04 moli/giorno (Tabella 2.5). In termini di flusso specifico le emissioni stimate equivalgono a **1.03 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>** con limiti di confidenza al 95% rispettivamente di 0.96 e 1.12 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.

### Campo erba medica

Il flusso totale di biossido di carbonio emesso invece dal campo coltivato ad erba medica (area circa 14.676 m<sup>2</sup>) corrisponde a 1.15E+04 moli/giorno con i limiti di confidenza al 95% rispettivamente di 1.07E+04 e 1.28E+04 moli/giorno. Per quanto riguarda il flusso specifico le emissioni stimate equivalgono a **0.61 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>**, con limiti di confidenza al 95% rispettivamente di 0.57 e 0.68 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.

La Tabella 3.7 riassume sinteticamente il flusso di CO<sub>2</sub> emesso dalle parcelle indagate; in termini di flusso specifico i dati mostrano una emissione superiore per il prato stabile (1.03 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>) rispetto campo coltivato a erba medica (0.61 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>).

**Tabella 4.7 Azienda Scalabrini. Flusso di CO<sub>2</sub> emesso dai siti indagati.**

Tipologia di sito	Superficie m <sup>2</sup>	N. di misure	Flusso di CO <sub>2</sub> in moli/giorno	Flusso specifico di CO <sub>2</sub> in moli·m <sup>-2</sup> ·giorno <sup>-1</sup>
Prato stabile	23.600	59	2.43E+04	1.03
Erba medica	18.800	46	1.15E+04	0.61

#### 4.4 Carte di isoflusso

Come in precedenza, per la realizzazione delle carte di isoflusso è stato costruito il semivariogramma sperimentale utilizzando i dati di flusso di CO<sub>2</sub> misurati su prato stabile e su campo coltivato a erba medica. In Figura 4.10 è mostrato il semivariogramma sperimentale del flusso di CO<sub>2</sub> sul prato stabile, costruito con un numero di Lag=18 e una Lag Size=12. Nel presente caso è stato scelto uno modello matematico caratterizzato da una *componente esponenziale* costituita da un *Major Range* di 39.5 m, un *Partial Sill* di 0.218 ed un *Nugget* di 0.001.

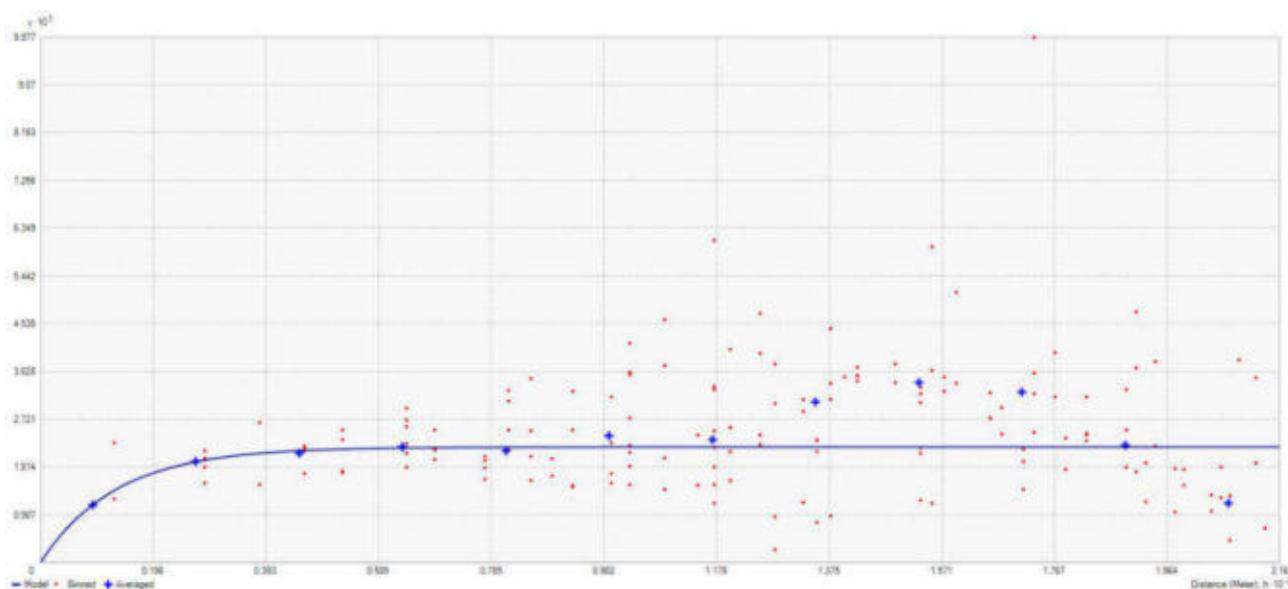


Figura 4.10 Azienda Scalabrini prato stabile. Semivariogramma sperimentale del flusso totale di CO<sub>2</sub> (crocette blu) e modello matematico scelto (linea continua).

Il modello scelto è stato poi convalidato, come in precedenza, mediante la tecnica della *Cross-Validation*, la quale permette di visualizzare quali siano i dati non riproducibili in modo affidabile, ovvero i valori che differiscono di oltre  $2.5\sigma$  rispetto ai valori misurati. In Figura 3.12 e Figura 3.13 sono riportati i dati della Cross Validation in forma grafica.

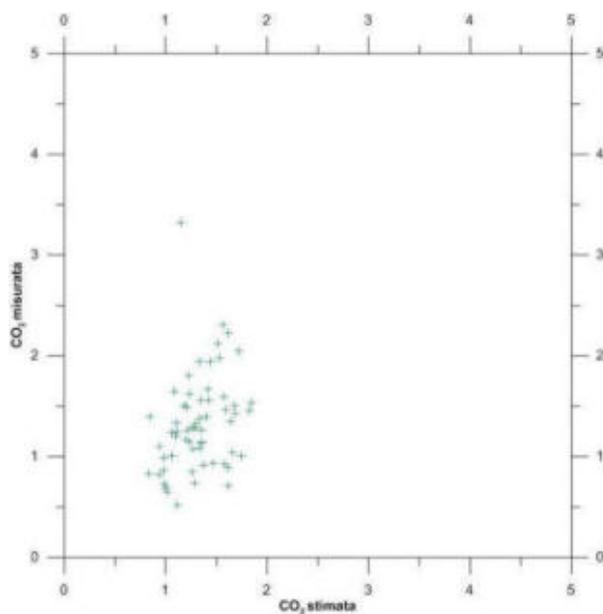


Figura 4.11 Azienda Scalabrini prato stabile. Cross Validation: scatterplot della CO<sub>2</sub> stimata vs misurata.

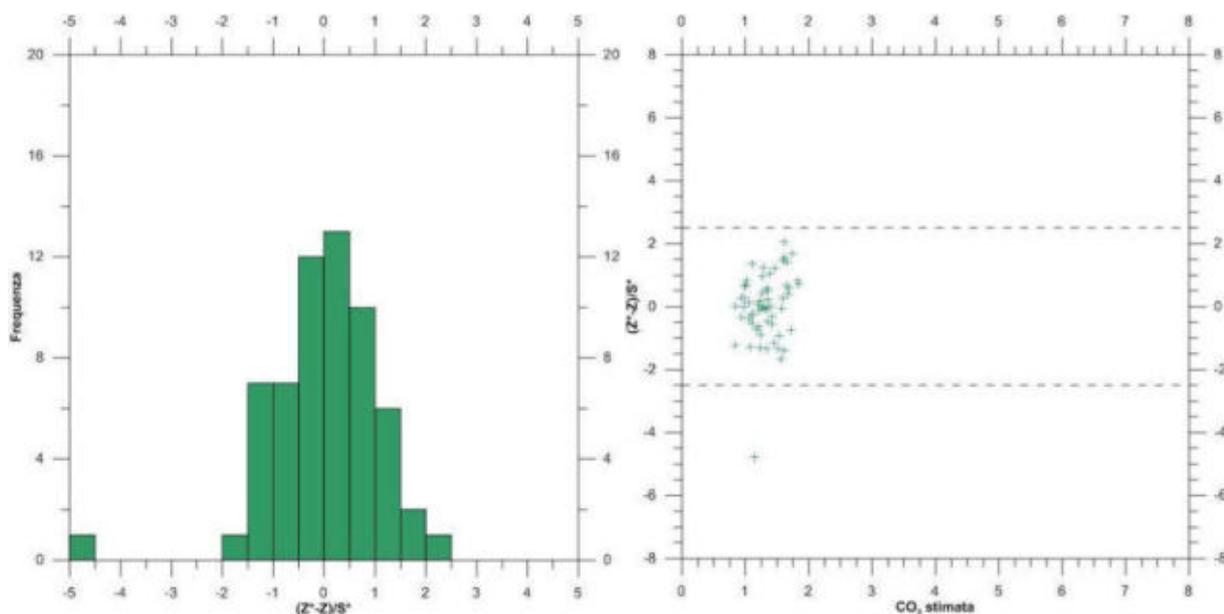


Figura 4.12 Azienda Scalabrini prato stabile. Cross Validation: Istogramma relativo all'errore standard (a sinistra) e CO<sub>2</sub> stimata dal modello vs errore standard (a destra).

La Figura 4.13 mostra invece il semivariogramma sperimentale del flusso di CO<sub>2</sub> sul campo coltivato a erba medica, costruito con un numero di Lag=10 e Lag Size=13.45. In questo caso è stato scelto un modello matematico caratterizzato da una componente sferica con Range=73, Partial Sill=0.024 e Nugget=0.041.

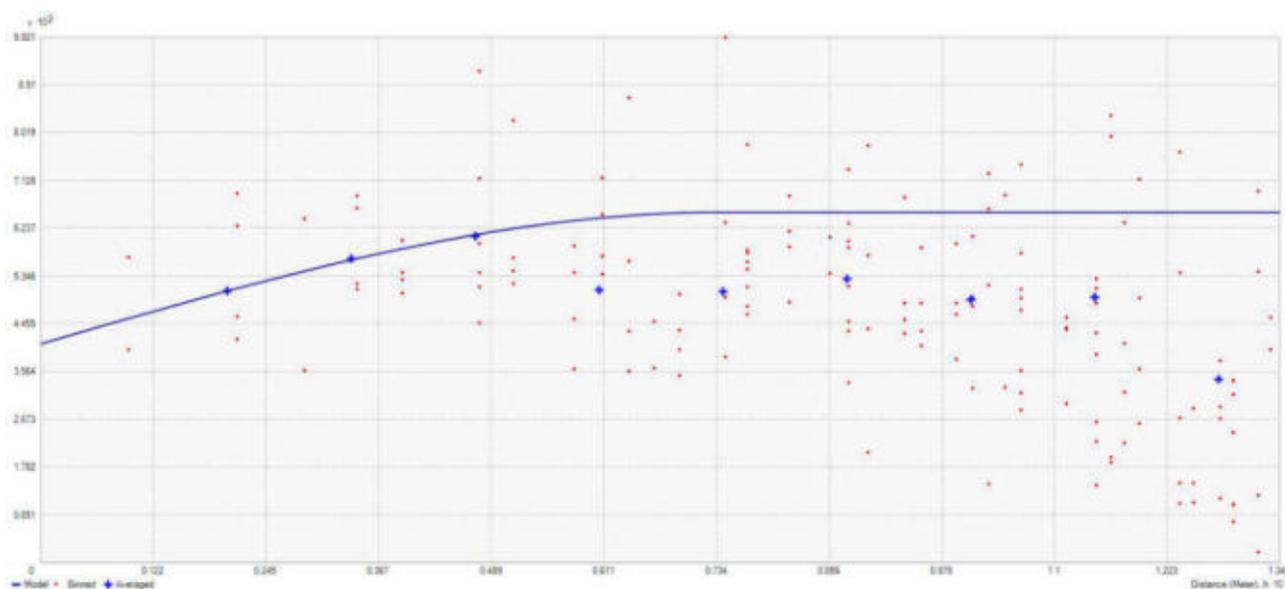


Figura 4.13 Azienda Scalabrini erba medica. Semivariogramma sperimentale del flusso totale di CO<sub>2</sub> (crochette blu) e modello matematico scelto (linea continua).

Come precedentemente realizzato per il prato stabile, anche per il campo coltivato ad erba medica il modello scelto è stato poi convalidato mediante la tecnica della Cross-Validation, riportandone in Figura 4.14 e Figura 4.15 i risultati.

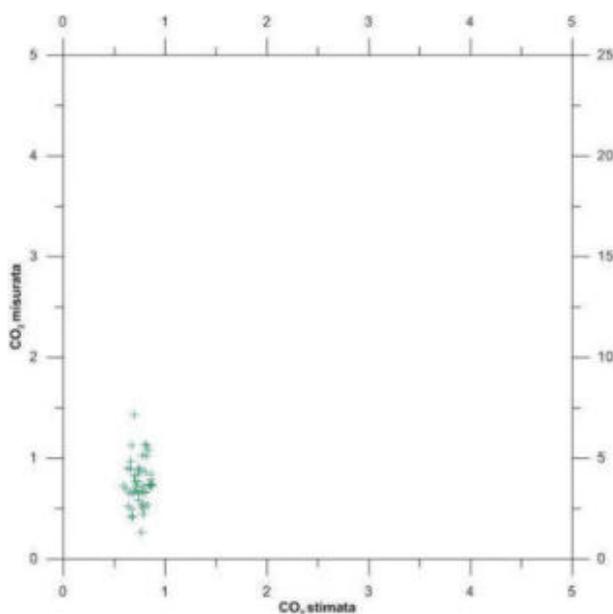


Figura 4.14 Azienda Scalabrini erba medica. Cross Validation: scatterplot della CO<sub>2</sub> stimata vs misurata.

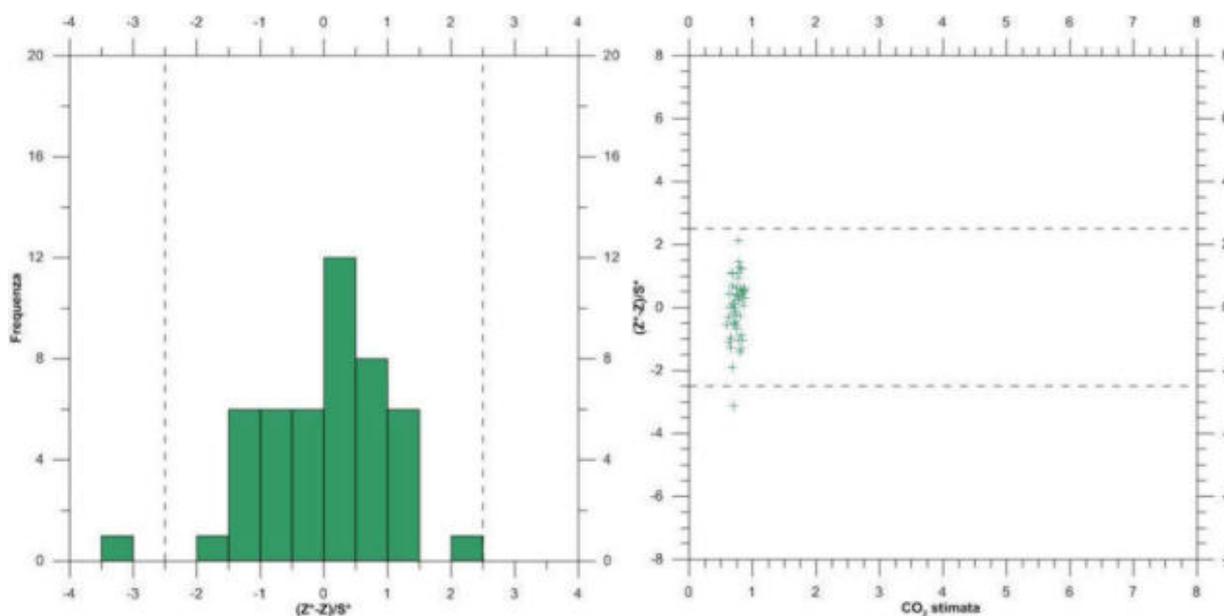


Figura 4.15 Azienda Scalabrini erba medica. Cross Validation: Istogramma relativo all'errore standard (a sinistra) e CO<sub>2</sub> stimata dal modello vs errore standard (a destra).

Dai risultati ottenuti dalla Cross Validation si osserva che i punto di misura #19, #52 e #72 presentano un errore standard assoluto di oltre  $2.5\sigma$ , vale a dire che per questi punti il modello non riproduce in modo affidabile i dati misurati. La loro localizzazione è riportata in Figura 4.16.



Figura 4.16 Azienda Scalabrini. Mappa della localizzazione delle misure di flusso. I punti #19, #52, #72 in azzurro rappresentano le misure che il modello matematico utilizzato riproduce con un errore assoluto  $>2.5\sigma$ .

Mediante il metodo dell'Ordinary Kriging applicato ai dati di flusso di CO<sub>2</sub> totale, avvalendosi dei parametri ottenuti dal semivariogramma per l'interpolazione, è stata costruita la mappa di isoflusso mostrata in Figura 4.17. Nella mappa di isoflusso è stato escluso in punto #34, nel quale è stato registrato un flusso puntuale di CO<sub>2</sub> di 2.974 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.

In Figura 4.18 è rappresentata inoltre la mappa dell'errore effettuato sulla stima calcolato come deviazione standard. Come da aspettarsi, in prossimità dei punti di misura l'errore tende ad attenuarsi, mentre allontanandosi tende ad incrementare.

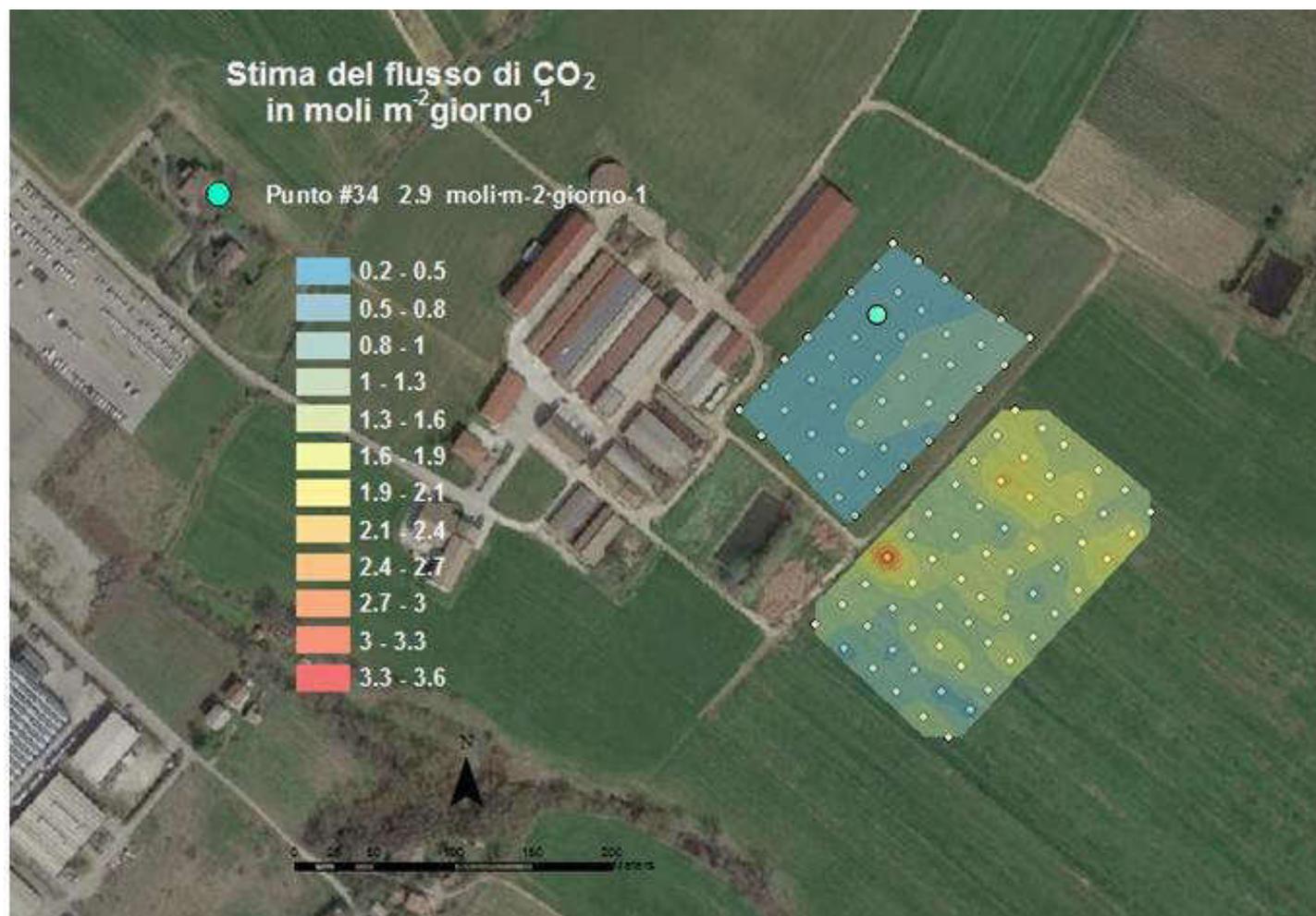


Figura 4.17 Azienda Scalabrini. Mappa di isoflusso della CO<sub>2</sub> totale diffusa dalle parcelle indagate.

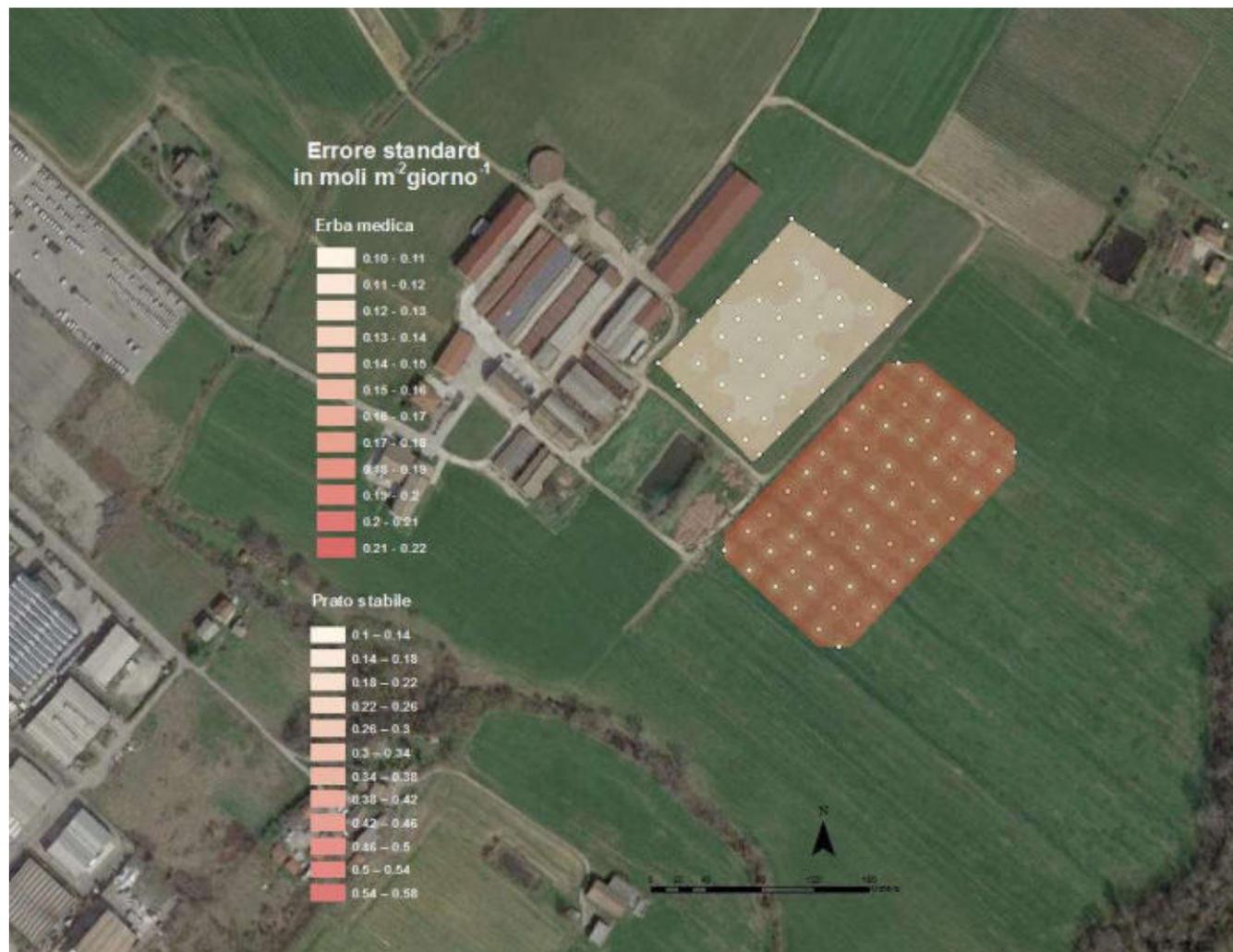


Figura 4.18 Azienda Scalabrini. Mappa della deviazione standard sulla stima. Si sottolinea come per le due tipologie di sito sia stata adottata una legenda differente per una miglior lettura dell'errore.

## 5 Conclusioni

Nelle giornate del 20 e 21 giugno 2019 è stata eseguita una campagna di monitoraggio dei flussi di CO<sub>2</sub> dal suolo presso tre aziende agricole ubicate in località Bibbiano (Reggio Emilia), Azienda agricola Carcarena di Burini Carlo, Società agricola La Valle di Arduini Enrico, Massimo e Marcello S.S. e Antica fattoria caseificio Scalabrini di Ugo e Bruno S.S.

Le misure sono state eseguite da due tecnici equipaggiati con flussimetro West Systems, utilizzando la tecnica della camera d'accumulo statica non stazionaria. Tale monitoraggio si è preposto lo scopo di quantificare e caratterizzare le emissioni diffuse di biossido di carbonio dal suolo. Nel corso delle due giornate di monitoraggio sono state realizzate in totale 300 misure di flusso (100 misure presso l'Azienda agricola Burini, 92 misure presso l'Azienda agricola Arduini e 108 misure presso l'Azienda agricola Scalabrini). Per ogni azienda sono state monitorate due tipologie di terreno differenti, un prato stabile non coltivato, lasciato a vegetazione spontanea, ed un campo coltivato a erba medica.

La Tabella 5.1 riassume sinteticamente il numero di misure eseguite nelle singole parcelle, l'area, l'emissione totale ed il flusso specifico. Dai dati ottenuti si osserva come per l'Azienda agricola Burini il flusso specifico è di 0.98 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup> (1.80 gr·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>) per il prato stabile e di 1.16 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup> (2.13 gr·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>) per il campo coltivato a erba medica.

Presso l'Azienda agricola Arduini il flusso specifico di CO<sub>2</sub> risulta essere per il prato stabile 0.82 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup> (1.50 gr·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>), invece per il campo coltivato ad erba medica 0.71 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup> (1.30 gr·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>).

Presso l'Azienda agricola Scalabrini in termini di flusso specifico l'emissione di biossido di carbonio è superiore presso il prato stabile con 1.03 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup> (1.88 gr·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>) rispetto al campo coltivato a erba medica con 0.61 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup> (1.11 gr·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>).

**Tabella 5.1** Tabella riassuntiva dei valori di flusso di CO<sub>2</sub> monitorati presso le tre aziende agricole.

Azienda	Tipologia di terreno	N. di punti	Area m <sup>2</sup>	Emissione totale moli/giorno	Flusso specifico moli·m <sup>-2</sup> ·giorno <sup>-1</sup>
<b>Burini</b>	Prato stabile	54	18.939	1.89E+04	0.98
	Erba medica	60	13.408	1.55E+04	1.16
<b>Arduini</b>	Prato stabile	32	10.225	8.43E+03	0.82
	Erba medica	60	19.643	1.40E+04	0.71
<b>Scalabrini</b>	Prato stabile	60	23.600	2.43E+04	1.03
	Erba medica	48	18.800	1.15E+04	0.61

Le tabelle seguenti riportano in dettaglio i flussi, espressi come dati puntuali eseguiti, nelle aziende monitorate per le varie tipologie di terreno indagate.

### Azienda agricola Burini – Prato stabile

## Appendice 1: Metodi utilizzati per la determinazione dei flussi di CO<sub>2</sub>

### Metodi utilizzati per la determinazione dei flussi biossido di carbonio

In generale le stime di flusso di gas possono essere fatte utilizzando molti metodi che si basano su principi fisici tra loro diversi. Questi metodi possono tuttavia essere suddivisi in due grandi categorie: metodi micrometeorologici e metodi così detti "Enclosure Based", che utilizzano cioè variazioni di concentrazione della specie voluta in un contenitore appoggiato al suolo.

Per quanto riguarda i primi, l'atmosfera vicino alla terra si comporta in modo turbolento. I gas sono quindi rapidamente diffusi alla/dalla superficie per moti irregolari e random, dovuti al vento e ad effetti legati a variazioni di densità. Come risultato la parte più bassa dell'atmosfera risponde rapidamente ai cambiamenti negli scambi di materia che avvengono all'interfaccia aria – suolo (Matson P.A., Harriss R.C., 1995).

Uno dei metodi più conosciuti è quello basato sulle correlazioni di turbolenze ("Eddy Correlation") del vento; in tale metodo si effettuano misure contemporanee di velocità verticale del vento del vento e concentrazione della data specie.

Il vantaggio di questo metodo è quello di consentire misure di valenza regionale. Tali sistemi sono però costosi e dipendono ovviamente moltissimo dalle condizioni meteorologiche. Inoltre non forniscono informazioni sulle variazioni di flusso a piccola scala.

I metodi di "Enclosure Based" consentono invece misure puntuali e richiedono strumentazione poco costosa; chiaramente sono necessarie molte misure e considerazioni statistiche per la valutazione del flusso medio sull'intera area di studio, anche se il quadro offerto con tali tecniche è di maggior dettaglio.

Un confronto tra i diversi metodi per la misura del flusso si trova in Trégourès A. et al., 1999, l'autore dopo aver confrontato sette diversi metodi per la misura del flusso ha indicato il metodo della camera di accumulo come meno influenzato dalle condizioni meteorologiche.

Nella discarica di Rochy – Condé, situata a circa 100 Km da Parigi, oltre ai metodi sopracitati e a quello della camera d'accumulo sono stati utilizzati altri metodi per la valutazione del flusso di gas: tecniche dei gas traccianti e il metodo della termografia all' infrarosso.

Quest'ultima tecnica consiste nella visualizzazione della distribuzione delle temperature sulla superficie del terreno. La visualizzazione viene effettuata misurando l'energia della radiazione compresa nella banda tra che va dagli 8 ai 12 µm di lunghezze d'onda.

Con il metodo dei gas traccianti il flusso di CO<sub>2</sub> è ricavato dal coefficiente di trasferimento atmosferico K misurato dai gas in traccia (Trégourès et al., 1997).

Se si considera una sorgente puntuale di flusso, k può essere definito come il rapporto tra la concentrazione dell'effluente integrato in questo punto e la massa rilasciata. Visto che la velocità Q del flusso di effluente può essere considerata costante, il coefficiente k si può esprimere tramite la seguente relazione:

$$k = C/Q$$

in cui C è la concentrazione dell'effluente nel punto di misurazione.

Il coefficiente k è influenzato dalla posizione del punto di misurazione e dalle condizioni atmosferiche ma è indipendente dal tipo di effluente rilasciato.

Le tecniche di misura puntuale possono essere suddivise in due differenti categorie:

1. tecniche dinamiche;
2. tecniche statiche.

La tecnica dinamica consiste nella determinazione continua dell'incremento della concentrazione della specie considerata in un flusso d'aria, predisposto dall'operatore, passante attraverso un recipiente capovolto posizionato sul terreno.

La tecnica statica consiste sia nella determinazione dell'incremento di concentrazione della specie considerata nell'aria contenuta all'interno di un recipiente. L'incremento della concentrazione della specie considerata si calcola determinando la sua concentrazione nel recipiente in due momenti: quando questo viene posto sul terreno e dopo un determinato intervallo di tempo.

### **Descrizione del metodo della camera di accumulo.**

L'emissione naturale di CO<sub>2</sub> può provenire dall'attività apicale di erbe o da batteri presenti nella parte più superficiale della copertura. Un accurato trattamento statistico dei dati, volto al riconoscimento della presenza di diverse popolazioni caratterizzate ciascuna da un proprio valore medio e deviazione standard, consente di correggere i valori da tali apporti.

Di fatto, quindi, si misura continuamente la concentrazione di CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>S all'interno della camera di accumulo permettendo in questo modo un'immediata valutazione del tasso di incremento degli stessi.

Tale metodo è stato scelto rispetto ad altri tenendo conto delle seguenti considerazioni:

- questa strumentazione è in grado di fornire misure di flusso dai suoli a prescindere dalla conoscenza delle caratteristiche dei suoli stessi e dalla conoscenza del regime di flusso stesso. Pertanto essa non richiede alcun coefficiente empirico che tenga conto delle caratteristiche del suolo, per trasformare il gradiente di concentrazione misurato in flusso. Una volta fissata l'altezza della camera di accumulo possiamo ottenere direttamente l'efflusso di CO<sub>2</sub> dal suolo, essendo quest'ultimo il prodotto della pendenza della retta (per bassi valori di flusso) o della parte iniziale della curva (per alti valori di flusso) di incremento della concentrazione di CO<sub>2</sub> nel tempo all'interno della camera;
- è molto più veloce di altri metodi;
- la strumentazione risulta maneggevole e di facile utilizzo.

### **Il flussimetro portatile**

La strumentazione impiegata per la misurazione dei flussi di CO<sub>2</sub> emessi dalla superficie è costituita da 5 parti principali (Figura 0.1):

1. una camera di accumulo a volume noto, alta 10 cm con una superficie di base di 314 cm<sup>2</sup>, nella quale si accumula il gas fuoriuscente dal suolo, dotata al suo interno di una ventola fungente da miscelatore di aria, che girando ad una velocità di 80 giri al minuto è in grado di omogeneizzare i gas all'interno della stessa costituiti dal Biogas diffuso dal suolo e dei gas atmosferici originariamente contenuti.
2. un rivelatore CO<sub>2</sub> con le seguenti caratteristiche:
  - Principio di misura: Non-Dispersive InfraredDetection (NDIR)
  - Range di misura: da 0.1 a 20000 ppm
  - Precisione: < 3% della lettura
  - Compensazione di pressione: da 150 a 1150 mBar
  - Temperatura operativa: da -20 a 45°C
3. un rivelatore CH<sub>4</sub> con le seguenti caratteristiche:
  - Principio di misura: TLDAS (TunableDiode Laser AbsorptionSpectroscopy)

- Range: da 0.1 ppm a 100000 ppm
  - Risoluzione: 0.1 ppm
  - Accuratezza:  $\pm 10\%$
  - Temperatura operativa: da -20 a 45°C
4. un rivelatore H<sub>2</sub>S con le seguenti caratteristiche:
- Principio di misura: Cella elettrochimica
  - Range: da 0 a 20 ppm
  - Risoluzione: 0.01 ppm
  - Tempo di risposta (t<sub>90</sub>): < 40 sec
  - Temperatura operativa: da -30 a 50°C
5. un computer palmare con integrato un GPS

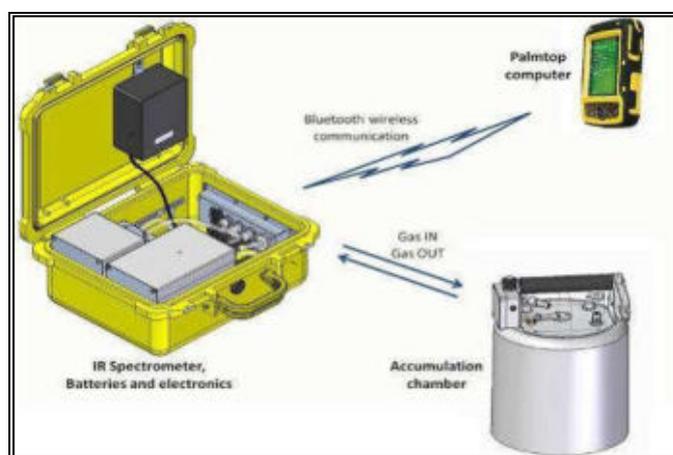


Figura 0.1. Schema della strumentazione portatile di misura di flussi con camera di accumulo.

Considerando le dimensioni della camera sopra indicate, in Tabella 0.1 vengono mostrati i range di misura dei flussi, espressi in mol/(m<sup>2</sup>\*d), per ogni specie gassosa, in particolare il *low detection limit* (LDL) e il fondo scala (FS)

Tabella 0.1. Range di misura dei flussi per ogni specie gassosa.

Specie Gassosa	Metodologia	LDL	FS
		10 <sup>-3</sup> *[mol/(m <sup>2</sup> *d)]	[mol/(m <sup>2</sup> *d)]
CH <sub>4</sub>	Spettrometria IR con Tunable Laser Diode con cella multipasso	0.5	1000
CO <sub>2</sub>	Spettrometria IR	2	300
H <sub>2</sub> S	Cella elettrochimica	0.1	0.3

Il metodo consiste nel misurare continuamente la concentrazione di CO<sub>2</sub>, all'interno della camera di accumulo permettendo in questo modo un'immediata valutazione del tasso di incremento degli stessi.

Tale metodo è stato scelto rispetto ad altri tenendo conto delle seguenti considerazioni:

- Il metodo è in grado di fornire misure di flusso dai suoli a prescindere dalla conoscenza delle caratteristiche dei suoli stessi e dalla conoscenza del regime di flusso stesso. Pertanto non è richiesto alcun coefficiente empirico che tenga conto delle caratteristiche del suolo, per trasformare il gradiente di concentrazione misurato in flusso. L'efflusso di CO<sub>2</sub> dal suolo viene calcolato come funzione del gradiente di concentrazione di ogni specie gassosa, della pressione e della temperatura in camera di accumulo e del rapporto tra volume e superficie della camera utilizzata;
- è molto più veloce di altri metodi;
- la strumentazione risulta maneggevole e di facile utilizzo.

Durante la campagna di monitoraggio, la camera di accumulo viene posizionata sul terreno curando la perfetta adesione del bordo sul suolo così da ridurre al minimo gli scambi con l'atmosfera esterna che provocherebbero sostanziali errori nella misura. La camera di accumulo è equipaggiata inoltre di un setto poroso per evitare differenziali di pressione tra camera e atmosfera e di una piccola colonna contenente gel di silice per eliminare l'eventuale umidità presente che potrebbe danneggiare la pompa e gli spettrofotometri.

Una piccola pompa a membrana aspira il gas dall'interno della camera, lo invia ai sensori e quindi lo reinietta nella camera di accumulo. In queste condizioni la concentrazione dei gas indagati all'interno della camera aumenta nel tempo con legge lineare. Un software dedicato permette di valutare, direttamente in sito, attraverso interpolazione lineare, le pendenze iniziali degli incrementi di concentrazione dei gas  $dC/dt$  espressi in ppm/s.

A partire dagli anni '70 la camera di accumulo è stata utilizzata per misurare il tasso di respirazione dei suoli (Witkamp 1969; Kucera and Kirkman 1971; Kanemasu et al., 1974; Parkinson, 1981) e dagli anni '90 è stata impiegata anche per le misure di flussi di CO<sub>2</sub> da aree geotermiche e vulcaniche (Chiodini et al., 1996; Chiodini et al., 1998; Frondini et al., 2004; Werner e Cardellini, 2006). Successivamente la collaborazione tra West Systems, IGG-CNR e l'Università di Perugia ha permesso di apportare le integrazioni necessarie a rendere il Flussimetro uno strumento portatile e semplice da utilizzare (Virgili, 2008). Il principale vantaggio rispetto alle altre metodologie è dovuto al fatto che le misure di flusso dal suolo realizzate con la camera di accumulo sono indipendenti dal regime di flusso (avveztivo o diffusivo) e dalle caratteristiche del suolo (porosità, coefficiente diffusivo, ecc) (Tonani and Miele, 1991). Questa peculiarità, unita alle caratteristiche di maneggevolezza, semplice utilizzo e tempi brevi di misura, ha permesso di estendere la sua applicazione anche alla valutazione delle emissioni diffuse dalle coperture di discariche di RSU (Cossu et al., 1997; Cioni et al., 2002; 2003; Capaccioni et al., 2005; Raco et al., 2010). Attualmente il Flussimetro, equipaggiato con i sensori sopra descritti, consente la misura del reale flusso di CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, COV (e H<sub>2</sub>S) emesso in atmosfera da siti contaminati e da coperture di discariche controllate (Giovenali et al., 2013).

## Appendice 2: Metodologie statistiche e geostatistiche utilizzate

I dati vengono raccolti in campagna misurando lungo una griglia di passo variabile, in funzione del dettaglio che si vuol raggiungere e delle dimensioni dell'area; Il set di dati raccolto viene trattato con tecniche di geostatistica al fine di realizzare mappe di isoflusso e stime delle emissioni totali dall'area per ogni specie gassosa.

Le mappe di isoflusso sono realizzate utilizzando il metodo del kriging, tale elaborazione è estremamente utile per realizzare mappe di isoflusso, ma non può essere utilizzata per effettuare la stima della emissione totale dall'area indagata per due motivi principali (Journel and Huijbregts, 1978):

- generalmente non è possibile assumere la stazionarietà o una singola media di forma conosciuta sull'intera area di studio, ma solo per un limitato intorno (local quasi-stationarity);

anche nel caso in cui fosse verificata la stazionarietà sull'intera area di studio di solito ci sono troppi dati per costruire e quindi risolvere la matrice di calcolo del kriging. Inoltre la costruzione di questa matrice implicherebbe che il semivariogramma sia conosciuto su una distanza  $h$  pari alle dimensioni dell'area di studio, mentre è noto che l'affidabilità del semi-semivariogramma sperimentale è limitata ad una distanza pari a metà delle dimensioni dell'area investigata.

### Stima delle emissioni totali dall'area

Per stimare il flusso totale del gas diffuso dal suolo viene quindi utilizzata la procedura descritta da Sinclair (1974; 1991) e l'estimatore di Sichel (1966), tale metodologia statistica prevede il riconoscimento delle diverse popolazioni presenti nel set di misure attraverso la costruzione delle curve di probabilità cumulata. Per una distribuzione normale unimodale, la curva di probabilità cumulata è una retta, se la distribuzione è polimodale si hanno tanti punti di flesso quante sono le popolazioni presenti. Una volta riportate nella curva di probabilità cumulata le diverse famiglie, si stimano i valori della media e della deviazione standard delle diverse popolazioni riconosciute. Poiché abbiamo a che fare con distribuzioni lognormali, si ha la necessità di trovare la media dei valori non logaritmici, a tale scopo si utilizzano le tabelle di Sichel e l'estimatore  $t$  (Sichel, 1966). Infine, sempre attraverso le tabelle di Sichel, si stima l'intervallo di confidenza al 95%.

### Mappe di isoflusso

La possibilità di disporre di una metodologia che permetta di visualizzare l'andamento di un qualsiasi parametro chimico-fisico su tutta un'area di studio è di notevole sostegno nell'interpretazione e nella correlazione di tutto l'insieme dei dati. In effetti, avere a disposizione una mappa con delle isolinee dei flussi di CO<sub>2</sub>, permette di mostrare, in maniera chiara, la presenza di zone ad elevata permeabilità verticale.

Quando si traccia una linea di isoflusso, di fatto si effettua un'interpolazione di punti sperimentali. Se ciò viene svolto manualmente esiste una parte di interpretazione che è funzione della densità dei dati e del grado di regolarità delle variabili considerate; per questo, le linee tracciate dipendono soggettivamente dall'esperienza acquisita dall'operatore. Se si dispone di pochi dati, si può comunque cercare di dare un'interpretazione quando lavoriamo con strutture ben conosciute. Se invece vogliamo adottare una metodologia oggettivamente riproducibile che tracci le linee di livello, dobbiamo tenere conto delle caratteristiche strutturali del parametro che è

stato misurato (Chilés e Chauvet, 1973). Un metodo cartografico infatti, non può creare informazioni, ma deve utilizzare al meglio ed in modo valutabile quelle esistenti.

I metodi comunemente usati nell'analisi geostatistica non analizzano come il valore del parametro sia realmente influenzato dalla sua posizione spaziale e dalla sua relazione con i punti vicini, ma, dando per scontato che la grandezza considerata sia una variabile continua delle coordinate spaziali, utilizzano algoritmi di interpolazione di tipo diverso. Tutti questi metodi sono accomunati dalla mancanza di un criterio oggettivo per valutare la "qualità" della mappa, per cui essi non possono quantificare la precisione della stima. Infatti, non basta tracciare una carta, è importante anche sapere quale confidenza accordarle.

Il metodo che supera questa difficoltà è il kriging, elaborato da George Matheron agli inizi degli anni sessanta (Matheron, 1962; 1965; 1969; 1970) su un'idea di Krige (1951), ampiamente sviluppato dai ricercatori del centro di geostatistica dell'Ecole des Mines di Fontainebleau (Chauvet, 1982; Chauvet, 1991; Chauvet, 1993; Chauvet e Galli, 1982, Armstrong, 1984a; Armstrong 1984b; Wackernagel, 1995), e presentato da molti autori (Clark, 1979; David, 1977; Davis, 1986). Tale metodologia geostatistica permette, non solo di stimare il valore del parametro studiato in un punto dove non è possibile la sua misura, ma anche di dare l'errore di tale stima. Introducendo il concetto di variabile regionalizzata (cioè una funzione  $f(x)$  definita nello spazio e dotata di continuità spaziale), questa metodologia permette altresì di studiare, da un punto di vista prettamente matematico, le correlazioni spaziali di una distribuzione di punti.

In estrema sintesi, il metodo del kriging richiede la costruzione del semivariogramma sperimentale, la valutazione del modello matematico che meglio interpreta i dati del semivariogramma e prevede la definizione del miglior intorno da considerare per il processo d'interpolazione.

## Bibliografia

- Capaccioni B., Didero M., Lucci P., Pirillo M., Scartoni P., Tatano F. (2005) Camera di accumulo portatile per il monitoraggio di emissioni di biogas da discarica: risultati sperimentali ed elaborazioni preliminari a scala provinciale, RS Rifiuti Solidi, Vol. XIX, n. 2, 96-110.
- Clark I. (1979). Practical Geostatistics. Department of Mineral Resources Engineering, Royal School of Mines, Imperial College of Science and Technology, London, 129p.
- Chiodini G., Frondini F., Raco B. (1996). Diffuse emission of CO<sub>2</sub> from the Fossa crater, Vulcano Island (Italy). Bull. Volcanol., 58, 41-50.
- Chiodini G., Cioni R., Guidi M., Marini L., Raco B. (1998). Soil CO<sub>2</sub> flux measurements in volcanic and geothermal areas. Applied Geochemistry, 13, 543-552.
- Cioni R., Guidi M., Raco B., Guercio M., Corsi R. (2002) CO<sub>2</sub> flux from soil: a methodology to estimate the diffuse biogas, Proc. of the 7th Int. Symp. on Environmental Issue and Waste Management in Energy and Mineral Production, SWEMP pp163-174.
- Cioni R., Guidi M., Raco B., Giamberini S., and Daddi P. (2003) Measurement of biogas emissions from air-soil interface in the MSW landfill of Legoli (Pisa, Italy), Proc. of the Ninth Int. Waste Management and Landfill Symposium. SARDINIA 2003
- Cossu R., Muntoni A., Chiarantini L., Massacci G., Serra P., Scolletta A., Sterzi G. (1997). Biogas emissions measurements using static and dynamic flux chambers and infrared method, Proceedings Sardinia 97, sixth International Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari 13-17 October, CISA
- Frondini F., Chiodini G., Caliro S., Cardellini C., Granieri D., Ventura G. (2004). Diffuse CO<sub>2</sub> degassing at Vesuvio, Italy, Bulletin of Volcanology, 642-651, Vol.66.
- Gallego E., Roca F.J., Perales J.F., Sanchez G., Esplugas P. (2012). Characterization and determination of the odorous charge in the indoor air of waste treatment facility through the evaluation of volatile organic compounds (VOCs) using TD-GC-MS. Waste Management. 32, 2469-2481.
- Giovenali E., Coppo L., Virgili G., Continanza D., Minardi I., Raco B. (2013). The Flux-meter: implementation of a portable integrated instrumentation for the measurement of CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> diffuse flux from landfill soil cover. Proceedings Sardinia 2013, *Fourteenth International Waste Management and Landfill Symposium*, S. Margherita di Pula, Cagliari, October 2013.
- Hinkle M. (1994). Environmental conditions affecting concentrations of He, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> and N<sub>2</sub> in soil gases. Applied Geochemistry, 9, 53 – 63.
- Hinkle M., Ryder J.L., (1987). Meteorological variables and concentrations of helium, carbon dioxide, and oxygen in soil gases collected regularly at a single site for more than a year. U.S. Geol. Surv.. Open-File report. 87-449.
- Hinkle M., Ryder J.L., (1988). Effect of meteorological changes on concentration of helium, carbon dioxide and oxygen, in soil gases. Soc. Mining Eng., SME Ann. Mtg. Phenix, Arizona Preprint number 88-9.
- Kanemasu E.T. Power W.L., Sij J.W. (1974). Field chamber measurements of CO<sub>2</sub> flux from soil surface. Soil Science, 118,4, 233-237
- King C.Y., Minissale A. (1994). Seasonal variability of soil gas radon concentration in central California. Radiat. Meas., 23, 683-692.
- Kising A.P., Socolow R.H. (1994). Human impact on the nitrogen cycle. Physics Today, 47-11, 24-31.

- 
- Kucera C., Kirkham D. R., (1971). Soil respiration studies in tall grass Prairie in Missouri. *Ecology*, 52, 912 – 915.
- Parkinson K.J. (1981). An improved method for measuring soil respiration in the field. *J. Appl. Ecology*, 18, 221-228.
- Pinoul J.L., Baubron J.C. (1996). Signal processing of soil gas radon, atmospheric pressure, moisture, and soil temperature data: a new approach for radon concentration modeling. *J. Geophys. Res.*, 101, 3157-3171.
- Raco B., Battaglini R., Lelli M., (2010) Gas emission into the atmosphere from controlled landfills: an example from Legoli landfill (Tuscany, Italy). *Environ. Sci. Pollut. Res.* (2010) 17:1197–1206. DOI 10.1007/s11356-010-0294-2
- Tonani F., Miele G. (1991). Methods for measuring flow of carbon dioxide through soils in volcanic setting. Napoli '91. International Conference on Active Volcanoes and Risk Mitigation. Napoli, 27 August-1 September. (abstract).
- Thorstenson D.C., Polloch D.W., (1989). Gas transport in unsaturated porous media: adequacy of Fick's law. *Reviews of Geophysics*, 27, n. 1, 61 – 78.
- Trégourès A. et al., (1999). Comparison of seven methods for measuring methane flux at a municipal solid waste landfill site. *Waste Management Research*, 17, 453 – 458.
- Virgili G., Continanza D., Coppo L. (2008) Il FLUX-meter: implementazione di una strumentazione integrata portatile per la misura dei flussi di CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> diffusi dal suolo, *Giornale di Geologia Applicata*, 9 (1), 73-84.
- Werner C., Cardellini C. (2006). Comparison of carbon dioxide emissions with fluid upflow, chemistry, and geologic structures at the Rotorua geothermal system, New Zealand. *Geothermics* vol.35 221-238.
- Witkamp M., (1969). Cycles of temperature and carbon dioxide evolution from litter and soil. *Ecology*, 50, 922 – 924.
- www.westsystems.com. West Systems Carbon dioxide flux meter handbook, release 3.0 (2001).

## INDICE

Premessa .....	4
1 Introduzione .....	5
2 Azienda agricola Burini .....	6
2.1 Misure di flusso di CO <sub>2</sub> .....	7
2.2 Valori di temperatura ed umidità del suolo .....	10
2.3 Stima del flusso di CO <sub>2</sub> emesso .....	12
2.4 Carte di isoflusso .....	14
3 Azienda agricola Arduini .....	22
3.1 Misure di flusso di CO <sub>2</sub> .....	23
3.2 Valori di temperatura e umidità del suolo .....	26
3.3 Stima del flusso di CO <sub>2</sub> emesso .....	27
3.4 Carte di isoflusso .....	30
4 Azienda agricola Scalabrini .....	36
4.1 Misure di flusso di CO <sub>2</sub> .....	37
4.2 Valori di temperatura e umidità del suolo .....	40
4.3 Stima del flusso di CO <sub>2</sub> emesso .....	41
4.4 Carte di isoflusso .....	43
5 Conclusioni .....	50
Appendice 1: Metodo utilizzato per la determinazione dei flussi di CO <sub>2</sub> .....	57
Appendice 2: Metodologie statistiche e geostatistiche utilizzate .....	58
Bibliografia .....	60
Allegato 1: Verbale di campionamento	
Allegato 2: Rapporti di Prova delle misure dei flussi	

EVIDENZA DELLE REVISIONI

Rev.	del	Oggetto

## **Premessa**

I.TER soc coop a.r.l ha incaricato West Systems Srl di eseguire il monitoraggio delle emissioni diffuse di CO<sub>2</sub> all'interfaccia aria suolo in aree e parcelle ad uso agricolo in località Bibbiano (RE).

Nelle giornate del 4 e 5 settembre 2019 sono state eseguite le misure dirette del flusso di CO<sub>2</sub> secondo quanto riportato nell'allegato tecnico del preventivo p\_19\_0055\_I.TER\_MAC.

Per la stima delle emissioni totali diffuse di CO<sub>2</sub> sono stati utilizzati i metodi della statistica mineraria (Sinclair, 1974;1991, Sichel, 1966), mentre le variazioni spaziali dell'intensità delle emissioni sono state indagate attraverso l'uso della geostatistica ed in particolare utilizzando il metodo di interpolazione/estrapolazione del kriging (Krige 1951; Matheron, 1962; 1965; 1969; 1970).

In Appendice 1 viene descritta la metodologia utilizzata per la determinazione dei flussi dal suolo, mentre in Appendice 2 sono riportate nel dettaglio le metodologie utilizzate per l'analisi statistica e geostatistica.

Il presente rapporto descrive le attività svolte durante la campagna di monitoraggio ed i risultati ottenuti dall'elaborazione delle misure eseguite.

## 1 Introduzione

Il laboratorio di prova West Systems LAB N° 1779 L è accreditato da Luglio 2019 relativamente alla prova "Flussi molari diffusi all'interfaccia suolo aria di diossido di carbonio e metano", in conformità alla Norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018. Il metodo utilizzato si basa sulla tecnica della camera di accumulo statica non stazionaria, di cui il laboratorio di prova West Systems ne garantisce la riferibilità metrologica. Pertanto, si sottolinea come i Rapporti di Prova dei flussi molari di CO<sub>2</sub> monitorati in questo studio siano certificati ACCREDIA.

West Systems inoltre, mediante studi ed elaborazioni geostatistiche, è in grado di realizzare mappe di isoflusso e calcolo delle emissioni diffuse totali dall'area indagata.\*

West Systems ha effettuato misure di flusso di CO<sub>2</sub> in tre aziende agricole ubicate in località Bibbiano (Reggio Emilia):

- Azienda agricola Carcarena di Burini Carlo;
- Azienda agricola La Valle di Arduini Enrico;
- Antica fattoria caseificio Scalabrini di Ugo & Bruno S.S.

Per ogni azienda sono state effettuate misure di flusso, con maglia di campionamento 20x20 metri, su due parcelle agricole differenti ovvero su prato stabile non coltivato lasciato a vegetazione spontanea, e su un campo coltivato ad erba medica (*Medicago sativa L.*), pianta erbacea appartenente alla famiglia delle Leguminose.

Complessivamente nelle giornate del 4 e 5 settembre sono state eseguite 300 misure di flusso di biossido di carbonio.

Nei capitoli successivi si riporta il trattamento dati suddiviso per sito di monitoraggio.

\*Attività non accreditata da ACCREDIA



LAB N° 1779 L

**Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC  
Signatory of EA, IAF, and ILAC Mutual Recognition Agreements**

## 2 Azienda agricola Burini

L'azienda agricola Carcarena di Burini Carlo (Figura 2.1) è ubicata in località Bibbiano (RE). Durante la campagna di monitoraggio, svolta in data 4 settembre 2019, sono state effettuate un totale di 100 misure di flusso di CO<sub>2</sub> (54 misure di flusso nel prato stabile e 46 misure nel campo coltivato ad erba medica) (Figura 2.2).



Figura 2.1 Localizzazione Azienda agricola Burini



Figura 2.2 Localizzazione dei punti di misura dei flussi presso l'azienda agricola Burini. In verde è delimitato il perimetro del prato stabile, mentre in azzurro il campo coltivato a erba medica.

## 2.1 Misure di flusso di CO<sub>2</sub>

In Figura 2.3 sono riportati in dettaglio i punti di misura eseguiti presso l'Azienda agricola Burini, con un'area indagata di circa 19.500 m<sup>2</sup> per il prato stabile ed un'area di circa 15.300 m<sup>2</sup> per il campo coltivato ad erba medica. In Figura 2.4 e Figura 2.5 sono riportate inoltre due immagini del prato stabile e del campo coltivato ad erba medica monitorati.



Figura 2.3 Azienda Burini. Localizzazione dei punti di misura dei flussi di CO<sub>2</sub>. In verde sono riportate le misure eseguite sul prato stabile, mentre in blu le misure eseguite sul campo coltivato ad erba medica.



Figura 2.4 Vista del prato stabile monitorato presso l'Azienda agricola Burini



Figura 2.5 Vista del campo coltivato a erba medica monitorato presso l'Azienda agricola Burini

In Tabella 2.1 sono riportati i principali parametri statistici relativi alle misure di flusso di CO<sub>2</sub> effettuate. I dati grezzi vengono riportati in Allegato 2. Nessuno dei valori registrati risulta essere inferiore al limite di rilevabilità dello strumento, equivalente per la CO<sub>2</sub> a 0.002 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>. Si evidenzia una media di 0.689 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup> per i flussi misurati su prato stabile e di 0.379 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup> per il sito coltivato ad erba medica. Per quanto riguarda i massimi si registrano valori più elevati nella parcella caratterizzata da prato stabile (1.057 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>) rispetto al campo coltivato a erba medica (0.820 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>).

Per quanto riguarda il parametro deviazione standard, il quale rappresenta un indice di dispersione statistico ed esprime la variabilità dei dati ottenuti, si evidenziano indici pressoché uguali, pari a 0.171 e 0.175 rispettivamente per il prato stabile ed il campo coltivato ad erba medica.

Il parametro asimmetria, il quale caratterizza invece il grado di asimmetria di una distribuzione rispetto alla sua media, mostra per il prato stabile un'asimmetria negativa (0.375), con una coda asimmetrica che si estende verso valori più bassi. Al contrario, per il campo coltivato ad erba medica, si osserva un'asimmetria positiva (0.827), con una coda verso valori più alti.

**Tabella 2.1 Azienda Burini. Principali parametri statistici relativi alle misure di flusso di CO<sub>2</sub>, dati espressi in mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.**

Parametro	Tipologia sito	N. Validi	N.< d.l.	Media	Mediana	Min	Max	Varianza	Dev. Std.	Asimmetria
CO <sub>2</sub>	Prato stabile	54	0	0.689	0.664	0.382	1.057	0.029	0.171	0.375
CO <sub>2</sub>	Erba Medica	46	0	0.379	0.351	0.136	0.820	0.031	0.175	0.827

Di seguito sono inoltre mostrate le tabelle di frequenza (Tabella 2.2 e

Tabella 2.3), le quali permettono di valutare come i valori di CO<sub>2</sub> si distribuiscano all'interno di classi di intervalli regolari compresi tra il minimo ed il massimo valore misurato.

In Tabella 2.2 sono riportati i valori dei flussi di CO<sub>2</sub> misurati sul prato stabile. Si osserva come 46 misure, ovvero l'85% delle misure totali, ricadano nel range compreso tra 0.5 e 1.0 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>. Delle misure rimanenti cinque presentano valori di flusso inferiori compresi tra 0.25 e 0.50 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>, mentre tre sono caratterizzate da flussi più elevati, compresi tra 1.0 e 1.25 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.

**Tabella 2.2 Azienda Burini prato stabile. Tabella di frequenza relativa ai flussi di CO<sub>2</sub> misurati espressi mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.**

CO <sub>2</sub> [mol·m <sup>-2</sup> ·giorno <sup>-1</sup> ]	Conteggi	Conteggi cumulati	% dei validi	% Cumulativa
x<=d.l.	0	0	0	0
d.l.<x<=0.25	0	0	0	0
0.25<x<=0.50	5	5	9.26	9.26
0.50<x<=0.75	29	34	53.70	62.96
0.75<x<=1.00	17	51	31.48	94.44
1.00<x<=1.25	3	54	5.56	100.00

La

Tabella 2.3 mostra invece i valori dei flussi di CO<sub>2</sub> misurati nel campo coltivato ad erba medica. 36 misure, ovvero circa il 78% delle misure totali, ricade nell'intervallo compreso tra il d.l. e 0.5 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.

2·giorno<sup>-1</sup>. Le restanti 10 misure (27% del totale) risultano comprese nel range tra 0.50 e 1.00 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.

Tabella 2.3 Azienda Burini erba medica. Tabella di frequenza relativa ai flussi di CO<sub>2</sub> misurati espressi in mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.

CO <sub>2</sub> [mol·m <sup>-2</sup> ·giorno <sup>-1</sup> ]	Conteggi	Conteggi cumulati	% dei validi	% Cumulativa
x<=d.l.	0	0	0	0
d.l.<x<=0.25	10	10	21.74	21.74
0.25<x<=0.50	26	36	56.52	78.26
0.50<x<=0.75	8	44	17.39	95.65
0.75<x<=1.00	2	46	4.35	100.00

In Figura 2.6 e Figura 2.7 sono riportati gli istogrammi relativi ai valori di flusso e del logaritmo di flusso delle misure di biossido di carbonio.

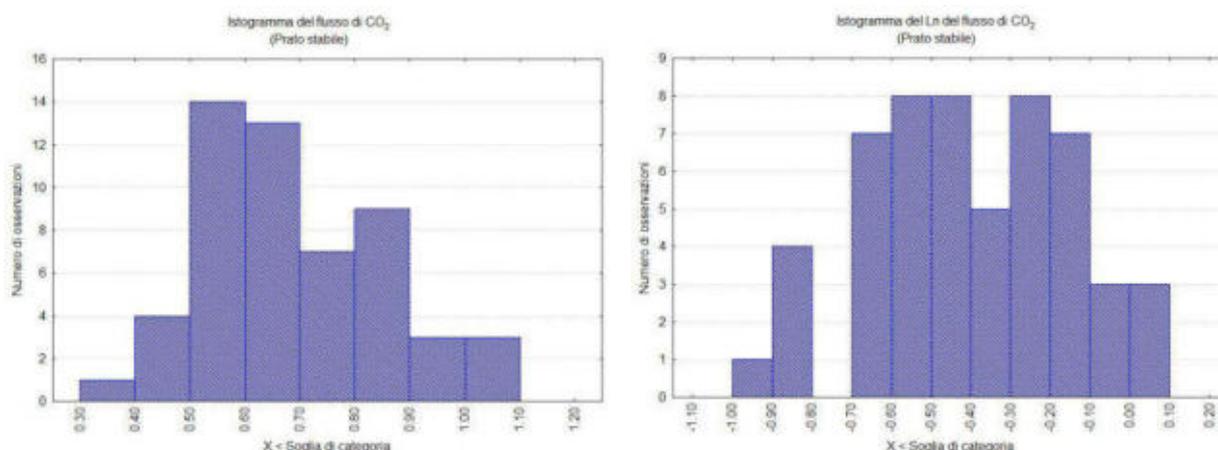


Figura 2.6 Azienda Burini prato stabile. Istogrammi relativi ai flussi di CO<sub>2</sub> (a sinistra) e al Ln del flusso di CO<sub>2</sub> (a destra).

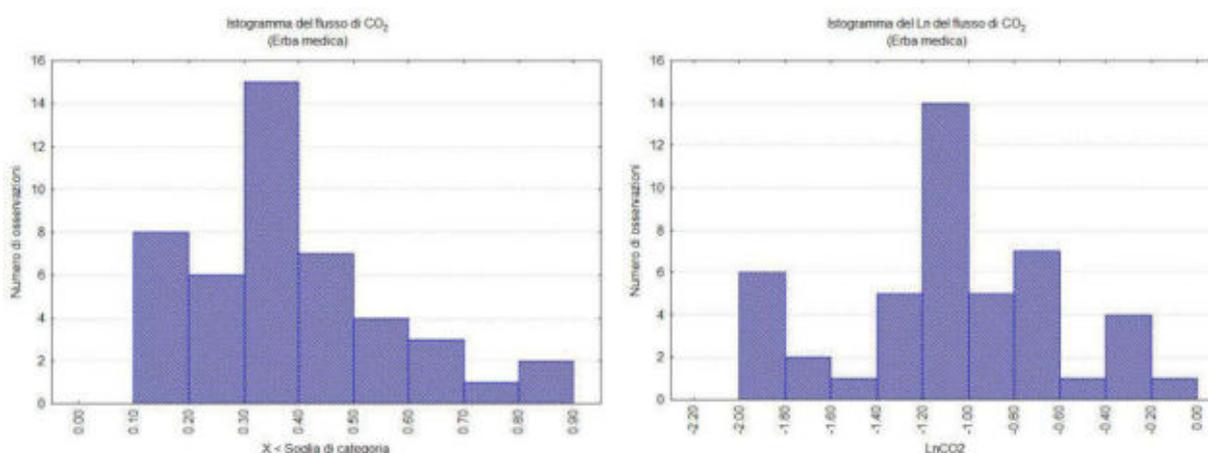


Figura 2.7 Azienda Burini erba medica. Istogrammi relativi ai flussi di CO<sub>2</sub> (a sinistra) e al Ln del flusso di CO<sub>2</sub> (a destra).

## 2.2 Valori di temperatura ed umidità del suolo

Nel corso del monitoraggio, che si ricorda essere stato eseguito in data 4 settembre 2019, sono state realizzate, mediante una sonda Soilbox di produzione WEST Systems, basata su sonda Time Domain Reflectometry (TDR), e termometro portatile (Figura 2.8), misure di temperatura, conducibilità elettrica del suolo e contenuto volumetrico di acqua, sia sul prato stabile che sul campo coltivato ad erba medica, per un totale di tre misurazioni per ciascuna azienda monitorata.

Il contenuto volumetrico d'acqua (VWC) è definito come il rapporto tra il volume occupato dall'acqua in una determinata porzione di terreno ed il volume totale della porzione di terreno. In questo caso tale valore può essere espresso come percentuale (% VWC) del volume d'acqua rispetto al volume totale. Occorre evidenziare che una valutazione assoluta del contenuto volumetrico di acqua con la tecnica TDR richiede una opzionale calibrazione sito specifica, che nel caso in oggetto non è stata effettuata.



Figura 2.8 Strumentazione Soilbox portatile e termometro utilizzato durante il monitoraggio

La Tabella 2.4 seguente indica data, ora e parametri misurati nel corso dei tre monitoraggi effettuati. Per il prato stabile si osservano valori di conducibilità elettrica medi di 63.08  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mentre per il campo coltivato a erba medica i valori risultano inferiori, con una media pari a 1.3  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Il contenuto volumetrico d'acqua (VWC) medio misurato risulta rispettivamente di 4.49% e 8.59%.

Tabella 2.4 Azienda Burini. Parametri monitorati durante lo svolgimento della campagna.

Tipologia sito	Ora	Temperatura suolo °C	Conducibilità elettrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Soil VWC %
----------------	-----	----------------------	---	------------

Prato Stabile	12.39	23.10	62.25	4.73
	13.31	23.20	57.00	3.85
	16.42	24.40	70.00	4.90
Erba medica	12.26	25.80	1.00	7.56
	13.39	25.80	1.50	9.40
	16.29	26.50	1.50	8.80

### 2.3 Stima del flusso di CO<sub>2</sub> emesso

L'elaborazione statistica ha lo scopo di valutare la quantità totale di biossido di carbonio emesso. Nel presente caso, prima di effettuare il calcolo, è stato scelto di procedere attraverso la costruzione di curve di probabilità cumulata per riconoscere e discriminare le possibili famiglie che costituiscono il data set secondo la tecnica del *partitioning* indicata da Sinclair (Sinclair 1974, 1991) la quale, ad ogni punto di flesso della curva, associa il passaggio tra due popolazioni statistiche. A questo punto si procede alla verifica dell'eventuale presenza di *outliers*.

In **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** sono riportate le curve relative al flusso di CO<sub>2</sub> per entrambe le tipologie di sito indagate (prato stabile e campo coltivato a erba medica), le quali individuano la presenza di un'unica famiglia statistica per l'anidride carbonica.

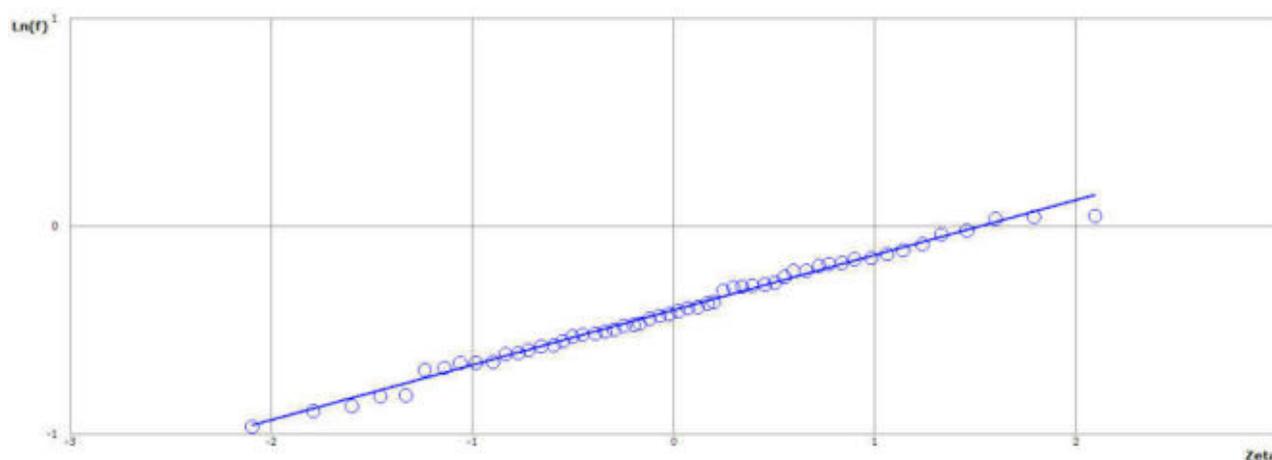


Figura 2.9 Azienda Burini prato stabile. Curva di probabilità cumulata del ln del flusso di CO<sub>2</sub>.

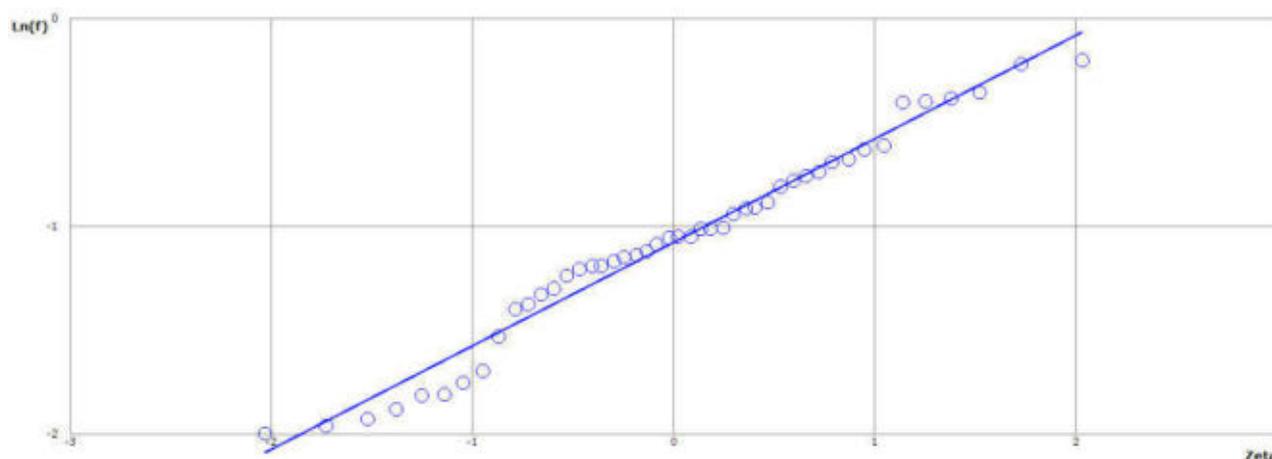


Figura 2.10 Azienda Burini erba medica. Curva di probabilità cumulata del ln del flusso di CO<sub>2</sub>.

Successivamente, al fine di identificare la presenza di eventuali *outliers*, ovvero valori non rappresentativi del set di dati, sono stati costruiti su valori logaritmici i box-plot relativi alla famiglia della CO<sub>2</sub> per entrambi i siti di studio. La Figura 2.11 mostra i box-plot costruiti; in entrambi i casi non sono stati individuati valori identificabili come possibili outliers.

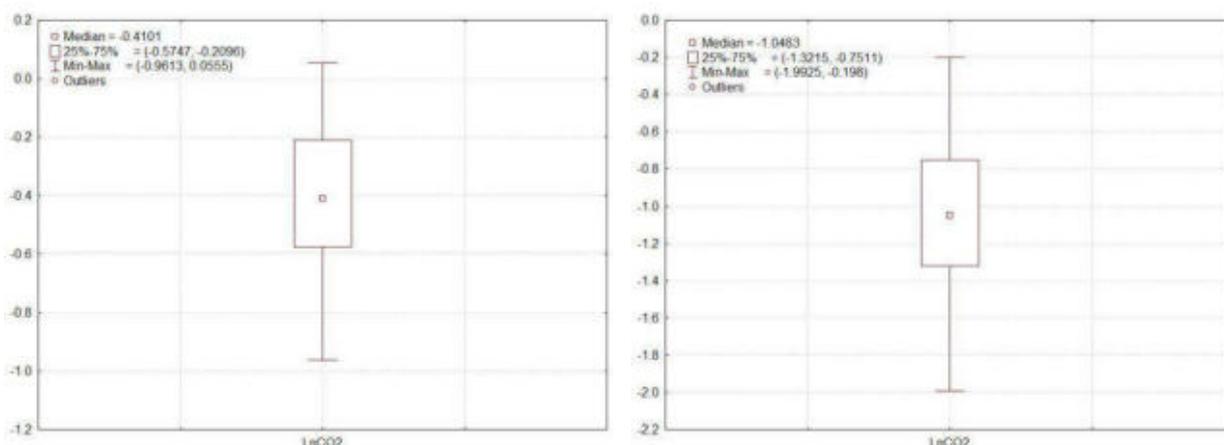


Figura 2.11 Azienda Burini. Box-plot del Ln flusso CO<sub>2</sub> su prato stabile (a sinistra) e su campo coltivato a erba medica (a destra).

Sulla base delle famiglie riconosciute, seguendo la procedura della statistica presentata da Sinclair (Sinclair 1974; 1991) ed utilizzando i coefficienti di Sichel (1966), sono stati individuati i parametri statistici e determinate le emissioni in atmosfera di CO<sub>2</sub> corrispondenti con i relativi intervalli di confidenza al 95% di entrambe le parcelle indagate (Tabella 2.5 e Tabella 2.6).

Tabella 2.5 Azienda Burini prato stabile. Caratteristiche statistiche della famiglia individuata.

	Misure	Media	Varianza	Sichel-V	Flusso (moli/giorno)	Limiti al 95% di confidenza (moli/giorno)	
<b>Ln Flusso CO<sub>2</sub></b>							
Prato Stabile	54	-0.40	0.07	1.03	1.35E+04	1.28E+04	1.45E+04
<b>Tot CO<sub>2</sub></b>					<b>1.35E+04</b>	<b>1.28E+04</b>	<b>1.45E+04</b>

Tabella 2.6 Azienda Burini erba medica. Caratteristiche statistiche della famiglia individuata.

	Misure	Media	Varianza	Sichel-V	Flusso (moli/giorno)	Limiti al 95% di confidenza (moli/giorno)	
<b>Ln Flusso CO<sub>2</sub></b>							
Campo erba medica	46	-1.08	0.23	1.12	5.85E+03	5.21E+03	6.80E+03
					<b>5.85E+03</b>	<b>5.21E+03</b>	<b>6.80E+03</b>

### Prato stabile

Il flusso totale di biossido di carbonio emesso dal prato stabile indagato (area circa 19.500 m<sup>2</sup>) corrisponde a 1.35E+04 moli/giorno con i limiti di confidenza al 95% rispettivamente di 1.28E+04 e 1.45E+04 moli/giorno (Tabella 2.5).

In termini di flusso specifico le emissioni stimate equivalgono a **0.69 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>** con limiti di confidenza al 95% rispettivamente di 0.66 e 0.74 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.

### Campo erba medica

Il flusso totale di biossido di carbonio emesso dal campo coltivato ad erba medica (area circa 15.300 m<sup>2</sup>) corrisponde a 5.85E+03 moli/giorno con i limiti di confidenza al 95% rispettivamente di 5.21E+03 e 6.80E+03 moli/giorno. Per quanto riguarda il flusso specifico le emissioni stimate equivalgono a **0.38 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>**, con limiti di confidenza al 95% rispettivamente di 0.34 e 0.44 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>. La Tabella 2.7 riassume sinteticamente il flusso specifico di CO<sub>2</sub> emesso dalle parcelle indagate.

Tabella 2.7 Azienda Burini. Flusso di CO<sub>2</sub> emesso dalle tipologie di sito indagate.

Tipologia di sito	Superficie m <sup>2</sup>	N. di misure	Flusso totale di CO <sub>2</sub> dall'area in moli/giorno	Flusso specifico di CO <sub>2</sub> in moli·m <sup>-2</sup> ·giorno <sup>-1</sup>
<b>Prato stabile</b>	19.500	54	1.35E+04	0.69
<b>Erba medica</b>	15.300	46	5.85E+03	0.38

## 2.4 Carte di isoflusso

La fondamentale differenza tra l'approccio geostatistico e quello statistico consiste nel supporre che esista una correlazione spaziale fra i campioni e che le relazioni possano essere espresse in termini di distanze relative fra i punti anziché in funzione delle loro posizioni assolute.

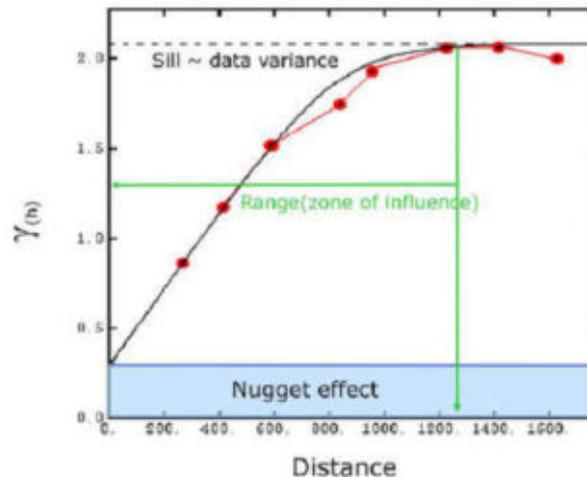
Il metodo grafico più utilizzato in geostatistica per descrivere la correlazione spaziale delle variabili è il semivariogramma (o variogramma), il quale consiste in una funzione che interpola le semivarianze dei valori osservati in gruppi di coppie di punti a determinate distanze.

L'equazione della semivarianza è:

$$\gamma(h) = \frac{\sum_{n(h)} (z(x+h) - z(x))^2}{n(h)}$$

in cui  $z$  è il valore di una misura in un particolare punto,  $h$  è la distanza tra i punti e  $n$  è il numero delle coppie di punti distanti  $h$ .

In Figura 2.12 è mostrato il semivariogramma *tipo* con i parametri che lo caratterizzano.



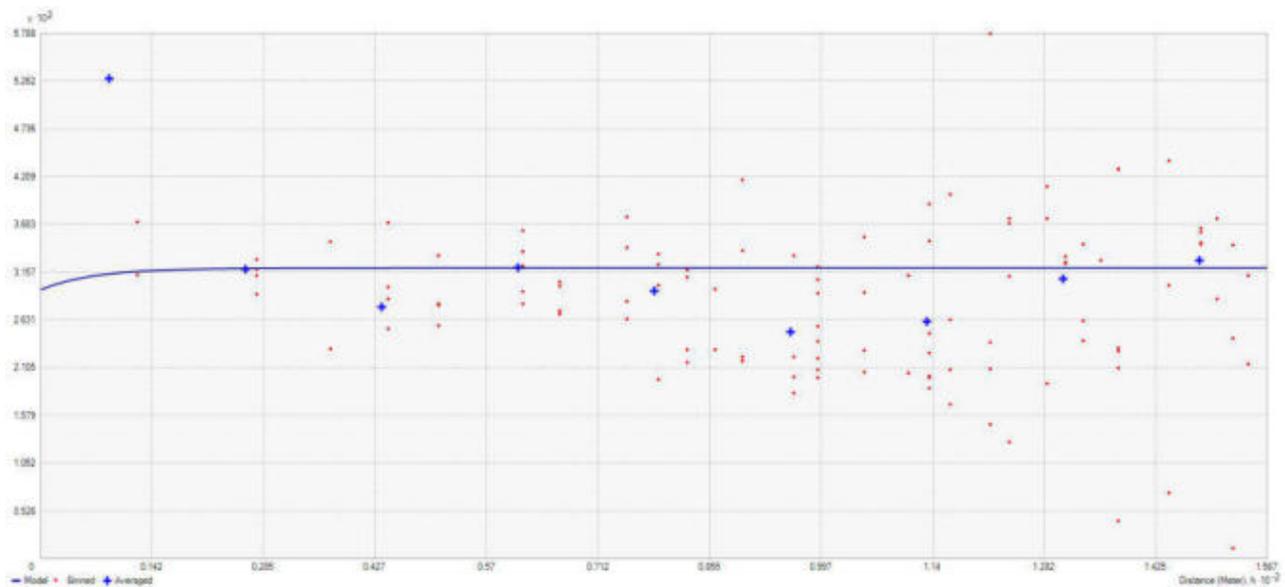
**Figura 2.12** Caratteristiche del semivariogramma e parametri che lo definiscono. I punti rossi rappresentano il semivariogramma sperimentale, la linea continua nera raffigura il modello matematico.

La velocità con cui cresce la semivarianza riflette il grado di diversità all'aumentare della distanza tra i campioni. La semivarianza può aumentare all'infinito se la variabilità del fenomeno non ha limiti; al contrario, se il variogramma raggiunge un valore limite, chiamato *sill*, significa che esiste una distanza oltre la quale  $Z(x)$  e  $Z(x+h)$  non sono più correlati. Questa distanza è chiamata *range* che, in generale, dà il senso esatto del concetto di area di influenza del campione (Chiles e Delfiner, 1999). Un'altra caratteristica del semivariogramma è l'effetto *nugget* che si ha quando per  $h$  (distanza tra le coppie di punti) che tende a zero,  $\gamma(h)$  tende ad un valore diverso da zero (Chiles e Delfiner, 1999). Ciò significa che per quanto piccola sia la distanza considerata tra due campioni ( $h \rightarrow 0$ ) o, al limite, misurando 2 volte lo stesso campione ( $h=0$ ), si riscontra comunque una differenza tra i valori misurati. Questo suggerisce che se un semivariogramma è caratterizzato dal *sill* e dall'effetto *nugget* significa che una certa percentuale di variazione nei valori dei campioni è random, non prevedibile e costante (Clark, 1979).

Al fine di tracciare le curve di iso-valore, la geostatistica offre tecniche di interpolazione spaziale che, in funzione del miglior modello che interpola il semivariogramma sperimentale, forniscono delle stime sul valore assunto dalla variabile regionalizzata in punti non campionati in base a dati rilevati su punti vicini. Il metodo più utilizzato è il kriging, elaborato da George Matheron agli inizi degli anni Sessanta (Matheron, 1962; 1965; 1969; 1970) su un'idea di Krige (1951), ampiamente sviluppato dai ricercatori del centro di geostatistica dell'Ecole des Mines di Fontainebleau (Chauvet, 1982; Chauvet, 1991; Chauvet, 1993; Chauvet e Galli, 1982; Armstrong, 1984a; Armstrong 1984b; Wackernagel, 1995), e presentato da molti autori (Clark, 1979; David, 1977; Davis, 1986). Il kriging consente anche di stimare la precisione (varianza della stima) nei siti dove non sono state effettuate le misure sperimentali.

Nel presente studio, per la realizzazione delle carte di isoflusso, è stato costruito il semivariogramma sperimentale utilizzando i dati di flusso di  $\text{CO}_2$  su entrambe le parcelle indagate, sia su prato stabile che su campo coltivato ad erba medica.

La Figura 2.13 mostra il semivariogramma calcolato sulla parcella caratterizzata da prato stabile, costruito con un numero di  $Lag=9$  e una  $Lag\ Size=17.4$ . La carta di isoflusso viene realizzata attraverso la definizione del modello matematico che meglio interpreta e descrive la correlazione spaziale tra i vari punti di misura utilizzando il metodo *trial and error*, in particolare rappresentando l'andamento della varianza all'aumentare della distanza tra le coppie di misura. Si osserva che il semivariogramma tende immediatamente alla varianza totale del sistema, questo significa che non vi è correlazione spaziale tra i valori di flusso misurati. Tuttavia al fine di poter ottenere una mappa cromatica dei flussi di biossido di carbonio si è scelto comunque di stimare il flusso tramite un modello matematico scelto caratterizzato da una *componente esponenziale* costituita da un  $Range=20$ ,  $Partial\ Sill=0.002$  e  $Nugget=0.03$ .



**Figura 2.13 Azienda Burini prato stabile. Semivariogramma sperimentale del flusso totale di CO<sub>2</sub> (crocette blu) sulla parcella di prato stabile e modello matematico scelto (linea continua).**

Tale modello è stato convalidato mediante la tecnica della *Cross Validation*, la quale permette di visualizzare quali siano i dati non riproducibili in modo affidabile, ovvero i valori che differiscono di oltre  $2.5\sigma$  rispetto ai corrispondenti valori misurati. In Figura 2.14 e Figura 2.15 sono riportati i risultati della Cross Validation in forma grafica.

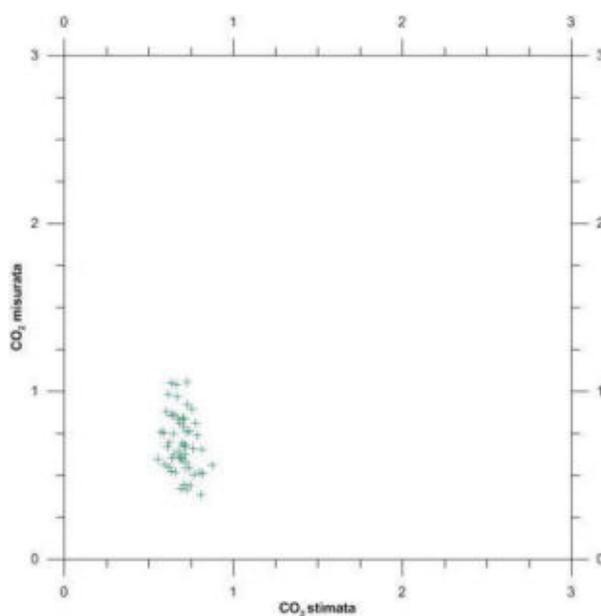


Figura 2.14 Azienda Burini prato stabile. Cross Validation: Scatterplot del flusso di CO<sub>2</sub> misurato sul prato stabile rispetto al flusso stimato.

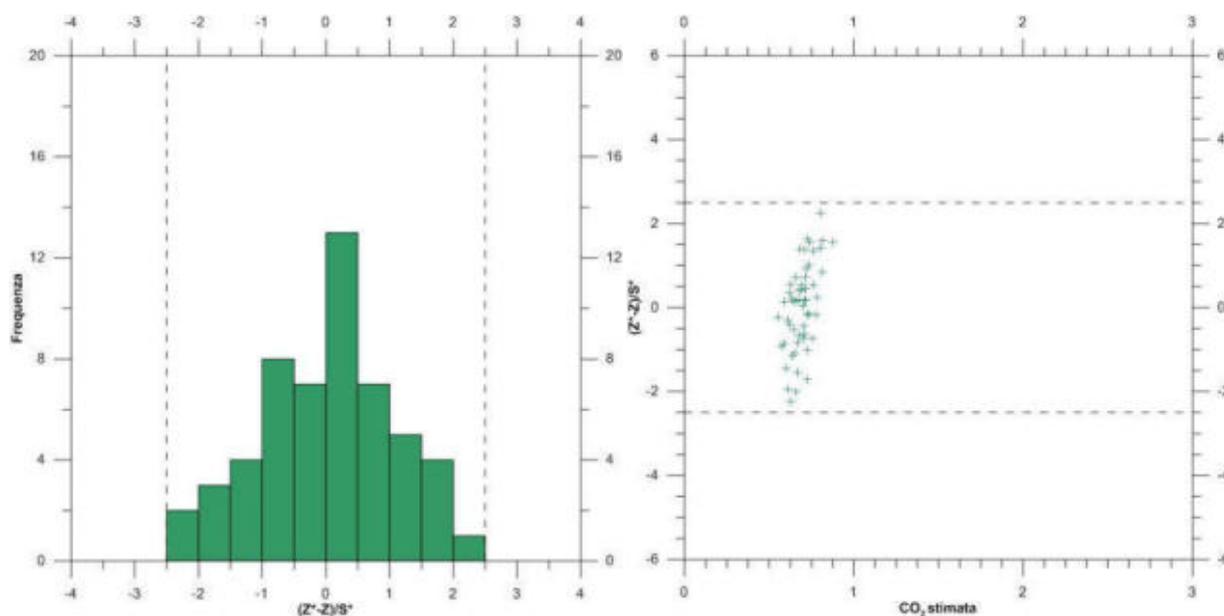


Figura 2.15 Azienda Burini prato stabile. Cross Validation: Istogramma relativo all'errore standard (a sinistra) e flusso stimato dal modello rispetto all'errore standard (a destra) su prato stabile.

Per quanto riguarda invece il campo coltivato a erba medica è stato scelto il semivariogramma di Figura 2.16 costruito con un numero di Lag=7 e una Lag Size=17.7. Il modello matematico scelto è caratterizzato da una componente circolare con Range=25, Partial Sill=0.03 e Nugget=0.007.

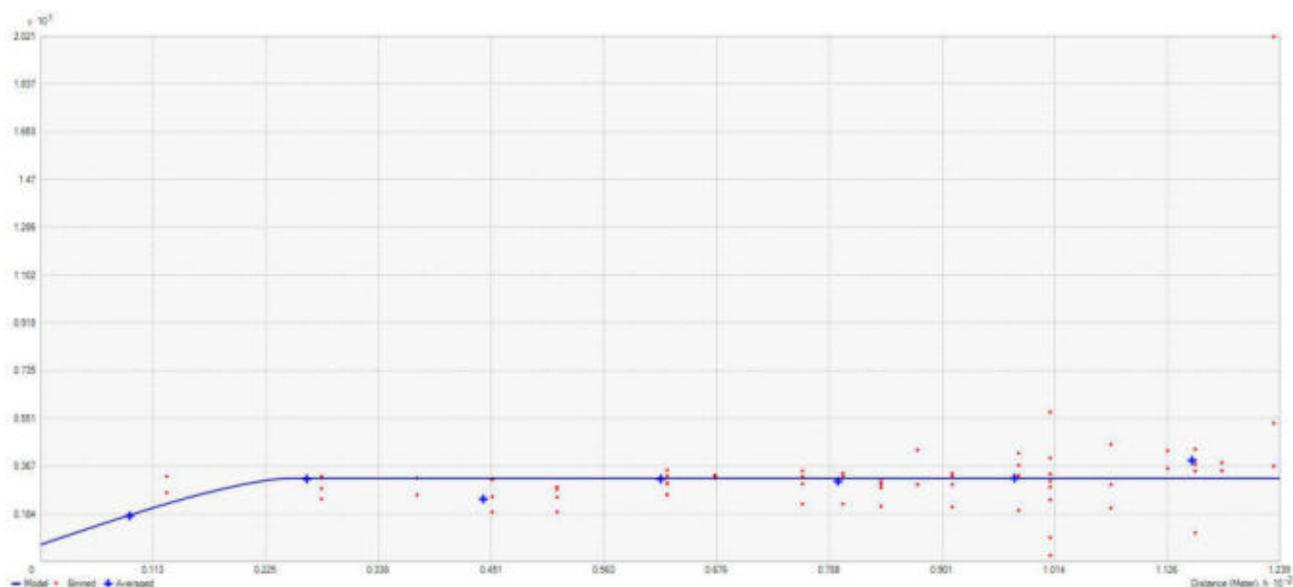


Figura 2.16 Azienda Burini erba medica. Semivariogramma sperimentale del flusso totale di CO<sub>2</sub> (crocette blu) e modello matematico scelto (linea continua).

Come precedentemente realizzato per il prato stabile, anche per il campo coltivato ad erba medica tale modello è stato convalidato mediante la tecnica della *Cross Validation*. Quest'ultima permette di visualizzare quali siano i dati non riproducibili in modo affidabile, ovvero valori che differiscono di oltre  $2.5\sigma$  rispetto ai corrispondenti valori misurati. In Figura 2.17 e Figura 2.18 ne sono riportati i risultati in forma grafica.

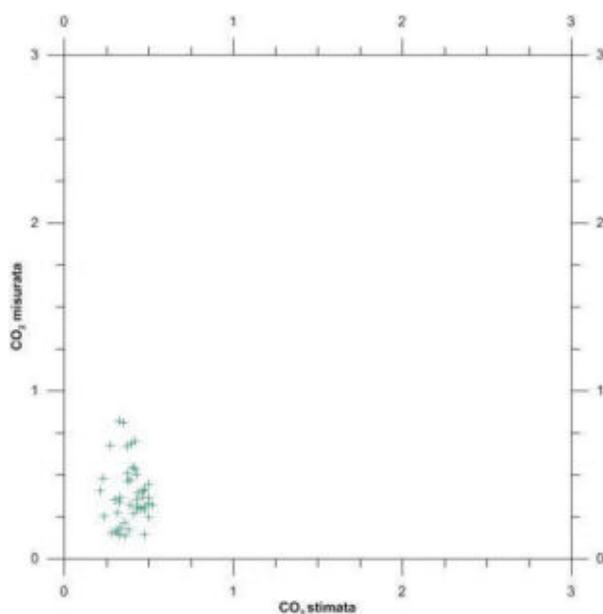


Figura 2.17 Azienda Burini erba medica. Cross Validation: Scatterplot del flusso di CO<sub>2</sub> misurato rispetto al flusso stimato.

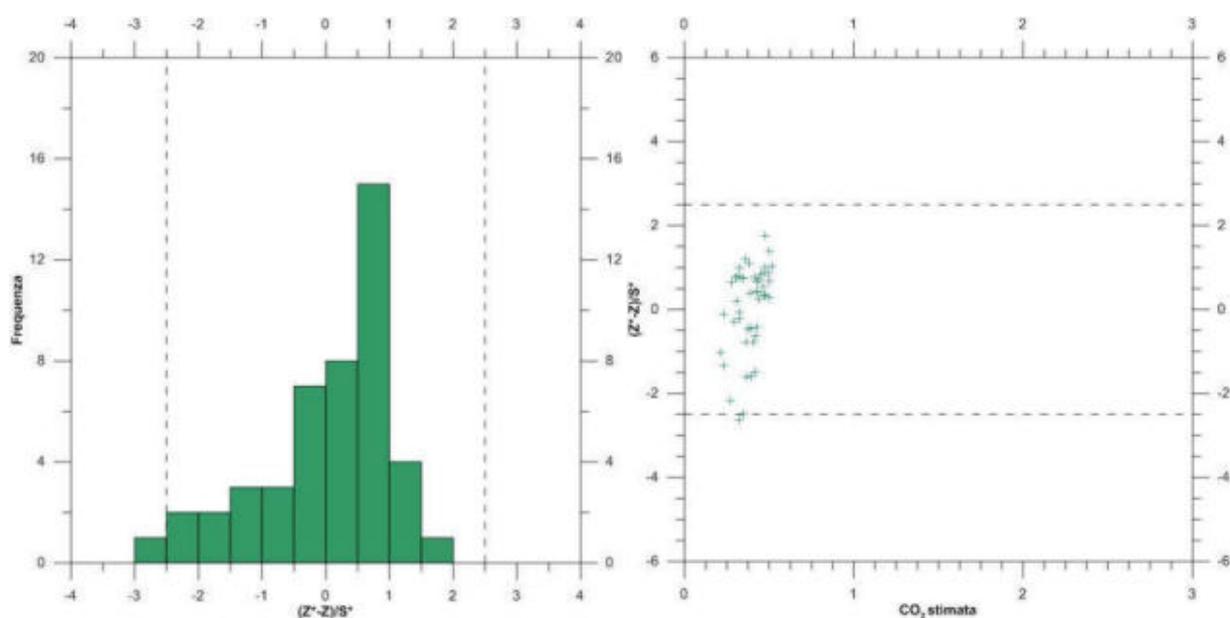


Figura 2.18 Azienda Burini erba medica. Cross Validation: Istogramma relativo all'errore standard (a sinistra) e flusso stimato dal modello rispetto all'errore standard (a destra) su campo coltivato a erba medica.

Dai risultati ottenuti dalla Cross Validation realizzata su entrambe le parcelle si osserva come per il punto di misura #83 l'errore standard assoluto risulti essere superiore a  $2.5\sigma$ . La localizzazione di tale punto è riportata nella Figura 2.19 seguente.



Figura 2.19 Azienda Burini. Mappa della localizzazione delle misure di flusso. Il punto #83 in verde rappresenta la misura che il modello matematico utilizzato riproduce con un errore assoluto  $>2.5\sigma$ .

Mediante i parametri ottenuti dai semivariogrammi per l'interpolazione è stata costruita, applicando il metodo dell'Ordinary Kriging, la mappa di isoflusso della CO<sub>2</sub> (Figura 2.20).

In Figura 2.21 è riportata inoltre la mappa dell'errore effettuato sulla stima calcolato come standard deviation. Si evidenzia come prossimità dei punti di misura l'errore tenda ad attenuarsi, mentre allontanandosi tende ad incrementare.

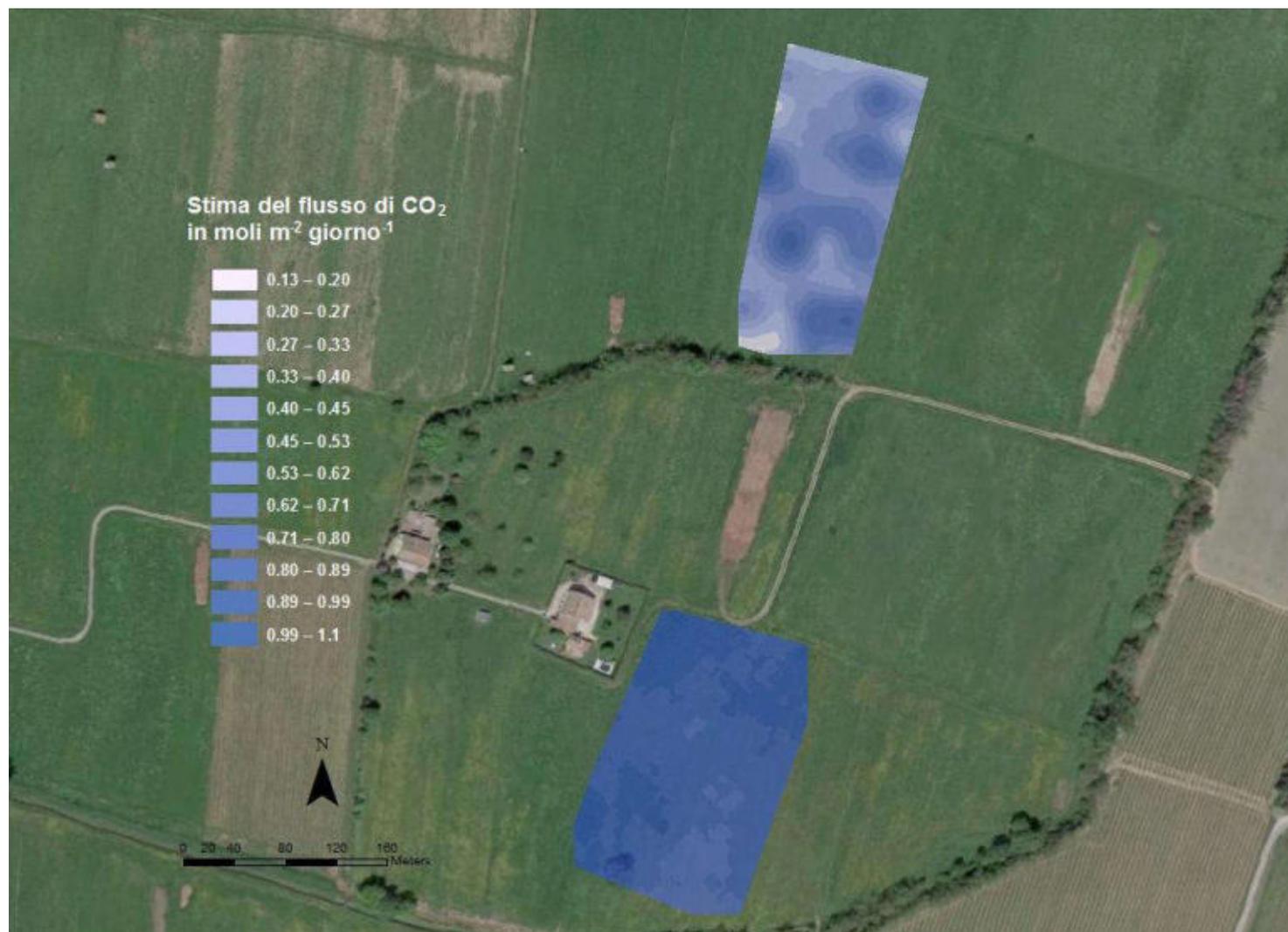


Figura 2.20 Azienda Burini. Mappa di isoflusso della CO<sub>2</sub> totale diffusa dalle parcelle indagate

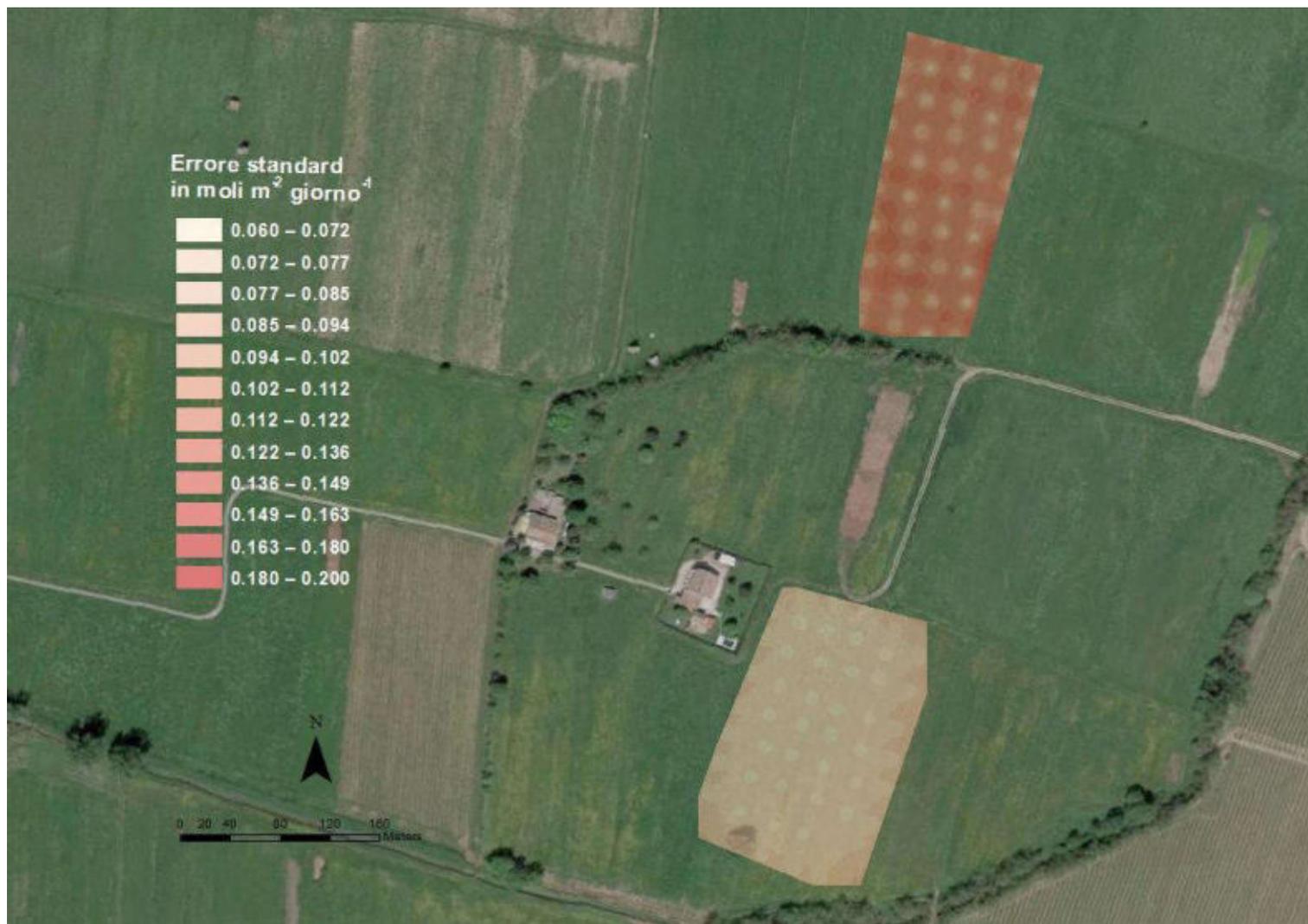


Figura 2.21 Azienda Burini. Mappa della deviazione standard sulla stima.

### 3 Azienda agricola Arduini

La società agricola La Valle di Arduini Enrico, Massino e Marcello S.S. (Figura 3.1) è anch'essa ubicata in località Bibbiano (RE). Durante la campagna di monitoraggio, svolta in data 5 settembre 2019, sono state effettuate un totale di 92 misure di flusso di CO<sub>2</sub> (32 misure di flusso nel prato stabile e 60 misure nel campo coltivato ad erba medica) (Figura 3.2).



Figura 3.1 Ubicazione Azienda agricola Arduini



Figura 3.2 Localizzazione dei punti di misura dei flussi presso l'azienda agricola Arduini. In verde è delimitato il perimetro del prato stabile, mentre in azzurro il campo coltivato a erba medica.

### 3.1 Misure di flusso di CO<sub>2</sub>

In figura (Figura 3.3) sono riportati in dettaglio i punti di misura eseguiti presso l'Azienda agricola Arduini, con un'area indagata di circa 11.500 m<sup>2</sup> per il prato stabile ed un'area di circa 20.300 m<sup>2</sup> per il campo coltivato ad erba medica.

In Figura 3.4 e Figura 3.5 sono riportate due immagini rispettivamente del prato stabile e del campo coltivato a erba medica monitorati.



Figura 3.3 Azienda Arduini. Localizzazione dei punti di misura dei flussi di CO<sub>2</sub>. In verde sono riportate le misure eseguite sul prato stabile, mentre in blu le misure eseguite sul campo coltivato ad erba medica.



Figura 3.4 Immagine panoramica del prato stabile monitorato presso l'Azienda agricola Arduini.



Figura 3.5 Immagine panoramica del campo coltivato a erba medica monitorato presso l'Azienda agricola Arduini.

In Tabella 3.1 sono riportati i principali parametri statistici relativi alle misure di flusso di CO<sub>2</sub> effettuate. Come in precedenza i dati grezzi vengono riportati in Allegato 2. Nessuno dei valori registrati risulta essere inferiore al limite di rilevabilità dello strumento, equivalente per la CO<sub>2</sub> a 0.002 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>. Per il sito caratterizzato da prato stabile si osserva una media del flusso di CO<sub>2</sub> di 0.938 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>, mentre per il campo coltivato ad erba medica la media è di 0.970 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>. Per quanto riguarda i massimi si registrano valori più elevati nella parcella coltivata ad erba medica (1.626 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>) rispetto al prato stabile (1.263 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>).

La deviazione standard relativa alle 32 misure effettuate sul prato stabile è pari a 0.200, mentre il campo coltivato a erba medica, costituito da 60 misure, è caratterizzato da un deviazione standard di 0.295.

Per il parametro asimmetria i valori registrati presso il prato stabile mostrano un'asimmetria negativa (-0.582) con una coda asimmetrica che si estende verso valori più bassi. Analoga situazione si verifica per il campo coltivato ad erba medica, anch'esso caratterizzato da un'asimmetria negativa (-0.026).

**Tabella 3.1 Azienda Arduini. Principali parametri statistici relativi alle misure di flusso di CO<sub>2</sub>, dati espressi in mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.**

Parametro	Tipologia sito	N. Validi	N.< d.l.	Media	Mediana	Min	Max	Varianza	Dev. Std.	Asimmetria
CO <sub>2</sub>	Prato stabile	32	0	0.938	0.953	0.468	1.263	0.040	0.200	-0.582
CO <sub>2</sub>	Erba Medica	60	0	0.970	1.033	0.476	1.626	0.087	0.295	-0.026

Di seguito sono inoltre mostrate le tabelle di frequenza (Tabella 3.2 e Tabella 3.3). Per quanto riguarda i flussi di CO<sub>2</sub> monitorati nel prato stabile si sottolinea come 27 misure, ovvero l'84% del totale, ricada nell'intervallo compreso tra 0.75 e 1.50 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>. Le restanti misure presentano valori inferiori compresi tra 0.25 e 0.75 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>, mentre una sola misura risulta più elevata e compresa tra 1.25 e 1.50 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.

Per quanto concerne invece il campo coltivato ad erba medica 57 misure, ovvero il 95% delle misure totali, risultano comprese tra 0.5 e 1.5 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>. Due misure presentano valori inferiori e si collocano nel range compreso tra 0.25 e 0.50 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>, mentre una sola misura è caratterizzata da valori più elevati (range 1.5 - 1.75 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>).

**Tabella 3.2 Azienda Arduini prato stabile. Tabella di frequenza relativa ai flussi di CO<sub>2</sub> misurati espressi mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.**

CO <sub>2</sub> [mol·m <sup>-2</sup> ·giorno <sup>-1</sup> ]	Conteggi	Conteggi cumulati	% dei validi	% Cumulativa
x<=d.l.	0	0	0	0
d.l.<x<=0.25	0	0	0	0
0.25<x<=0.50	1	1	3.13	3.13
0.50<x<=0.75	3	4	9.38	12.50
0.75<x<=1.00	15	19	46.88	59.38
1.00<x<=1.25	12	31	37.50	96.88
1.25<x<=1.50	1	32	3.13	100.00

**Tabella 3.3 Azienda Arduini erba medica. Tabella di frequenza relativa ai flussi di CO<sub>2</sub> misurati espressi mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.**

CO <sub>2</sub> [mol·m <sup>-2</sup> ·giorno <sup>-1</sup> ]	Conteggi	Conteggi cumulati	% dei validi	% Cumulativa
x<=d.l.	0	0	0	0
d.l.<x<=0.25	0	0	0	0
0.25<x<=0.50	2	2	3.33	3.33
0.50<x<=0.75	17	19	28.33	31.67
0.75<x<=1.00	9	28	15.00	46.67
1.00<x<=1.25	19	47	31.67	78.33
1.25<x<=1.50	12	59	20.00	98.33
1.50<x<=1.75	1	60	1.67	100.00

La Figura 3.6 e Figura 3.7 riportano gli istogrammi relativi ai valori di flusso e del logaritmo del flusso di CO<sub>2</sub> per entrambe le tipologie di sito indagate.

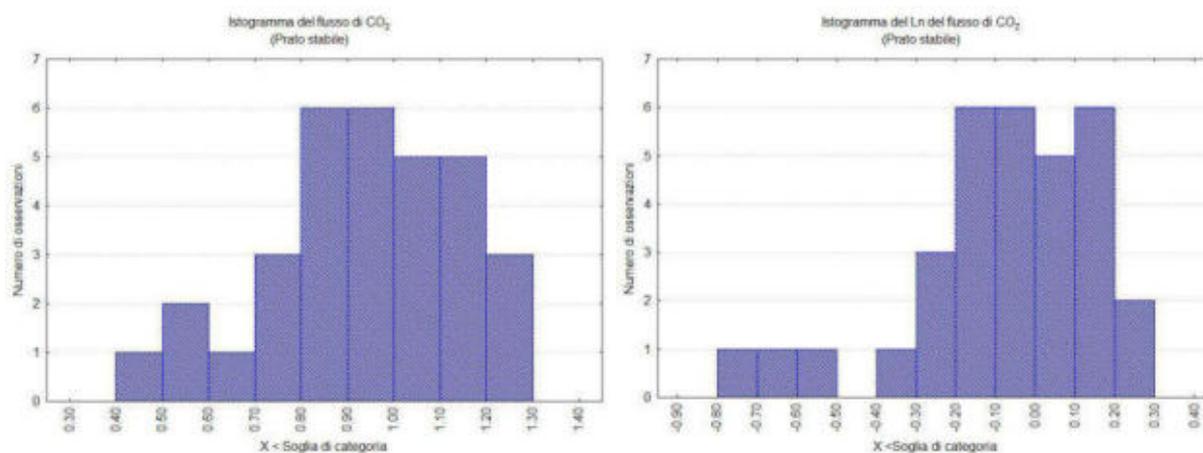


Figura 3.6 Azienda Arduini prato stabile. Istogrammi relativi ai flussi di CO<sub>2</sub> (a sinistra) e al Ln del flusso di CO<sub>2</sub> (a destra).

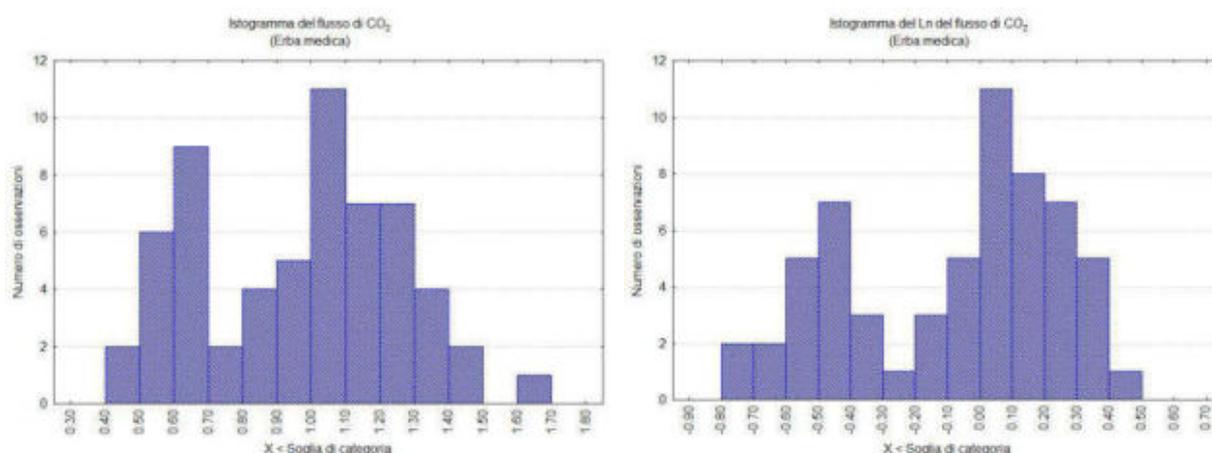


Figura 3.7 Azienda Arduini erba medica. Istogrammi relativi ai flussi di CO<sub>2</sub> (a sinistra) e al Ln del flusso di CO<sub>2</sub> (a destra).

### 3.2 Valori di temperatura e umidità del suolo

Anche in questo sito, durante il monitoraggio delle emissioni diffuse di CO<sub>2</sub> eseguite presso l'Azienda Arduini in data 5 settembre 2019, sono state eseguite tre misure di temperatura, contenuto volumetrico di acqua e conducibilità elettrica del suolo in concomitanza sia su prato stabile che su campo coltivato ad erba medica. La Tabella 3.4 seguente ne indica data, ora e parametri misurati nel corso del monitoraggio effettuato presso l'Azienda agricola Arduini.

Per il prato stabile la conducibilità elettrica media è di 147.00 µS/cm, mentre per il campo coltivato ad erba medica risulta essere 43.67 µS/cm, con un contenuto volumetrico medio d'acqua rispettivamente di 32.13% e 9.37%.

Tabella 3.4 Azienda Arduini. Parametri monitorati durante lo svolgimento della campagna.

Tipologia sito	Ora	Temperatura suolo °C	Conducibilità elettrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Soil VWC %
Prato Stabile	11:11	22.50	150.00	32.10
	12:15	22.80	153.00	32.20
	13:39	23.40	138.00	32.10
Erba medica	11:19	23.5	45.00	9.70
	12:22	24.3	44.00	9.50
	13:44	24.9	42.00	8.90

### 3.3 Stima del flusso di CO<sub>2</sub> emesso

In Figura 3.8 e Figura 3.9 sono riportate le curva relative al flusso di CO<sub>2</sub> in entrambe le tipologie di sito (prato stabile e campo coltivato a erba medica), le quali individuano la presenza di un'unica famiglia statistica per l'anidride carbonica.

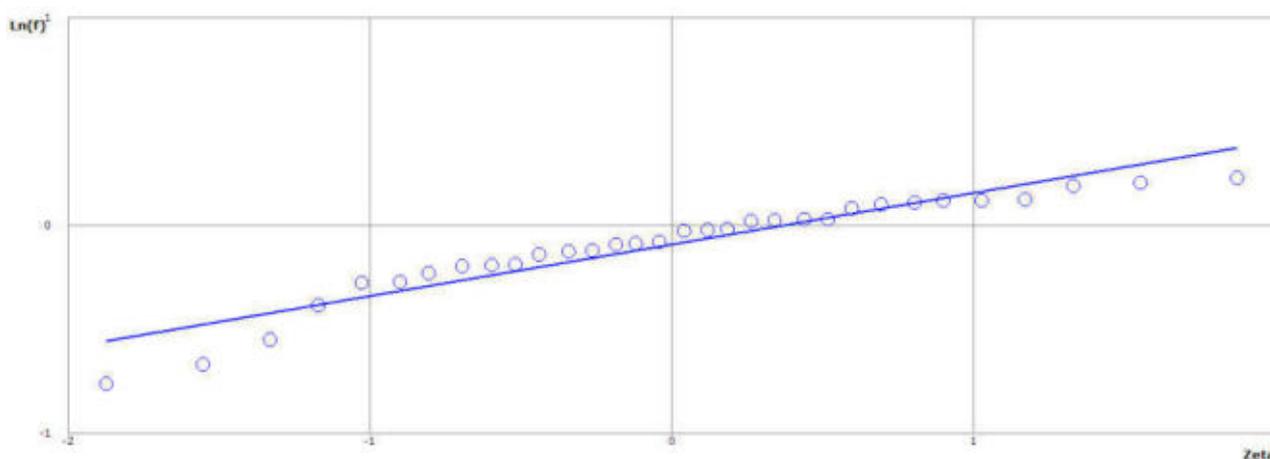


Figura 3.8 Azienda Arduini prato stabile. Curva di probabilità cumulata del ln del flusso di CO<sub>2</sub>.

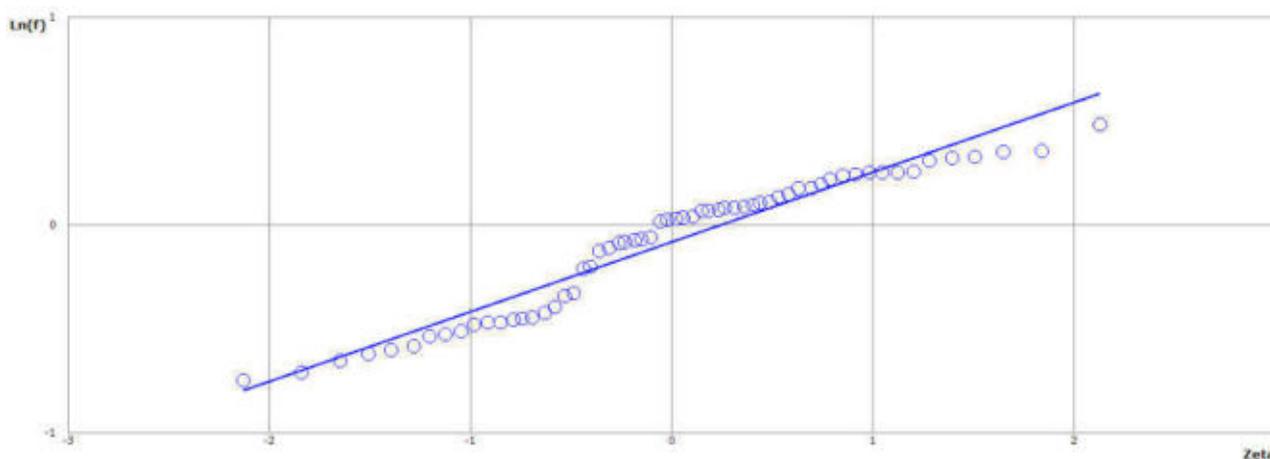


Figura 3.9 Azienda Arduini erba medica. Curva di probabilità cumulata del ln del flusso di CO<sub>2</sub>.

Successivamente, al fine di identificare la presenza di eventuali *outliers*, ovvero valori non rappresentativi del set di dati, sono stati costruiti su valori logaritmici i box-plot relativi alla famiglia della CO<sub>2</sub> per entrambi i siti di studio (Figura 3.10). Per quanto riguarda il prato stabile sono stati individuati i punti **#11** (0.51 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>) e **#23** (0.47 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>) configurabili come misure a basso flusso, la cui ubicazione è riportata in Figura 3.11. Per il campo coltivato ad erba medica non sono state individuate possibili misure outliers.

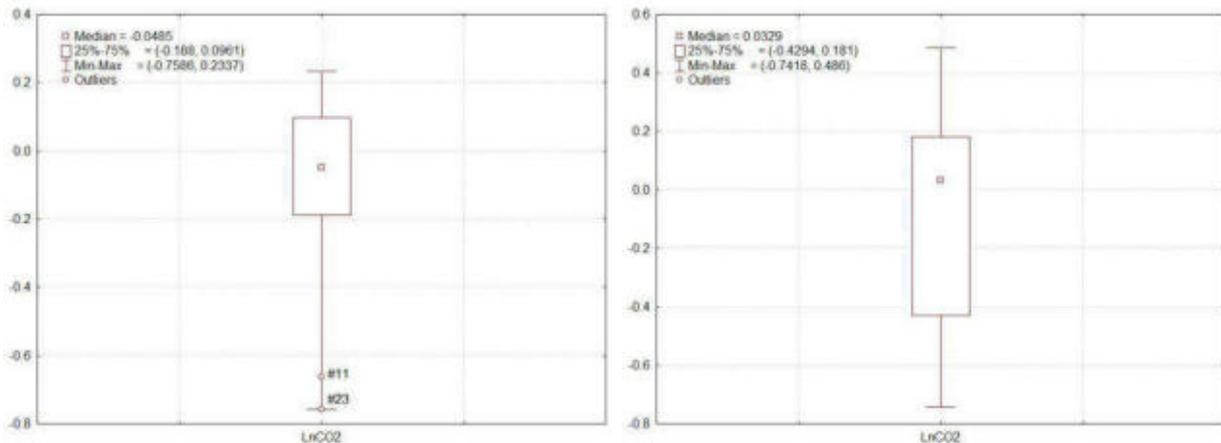


Figura 3.10 Azienda Arduini. Box-plot del Ln flusso CO<sub>2</sub> su prato stabile (a sinistra) e su campo coltivato a erba medica (a destra).

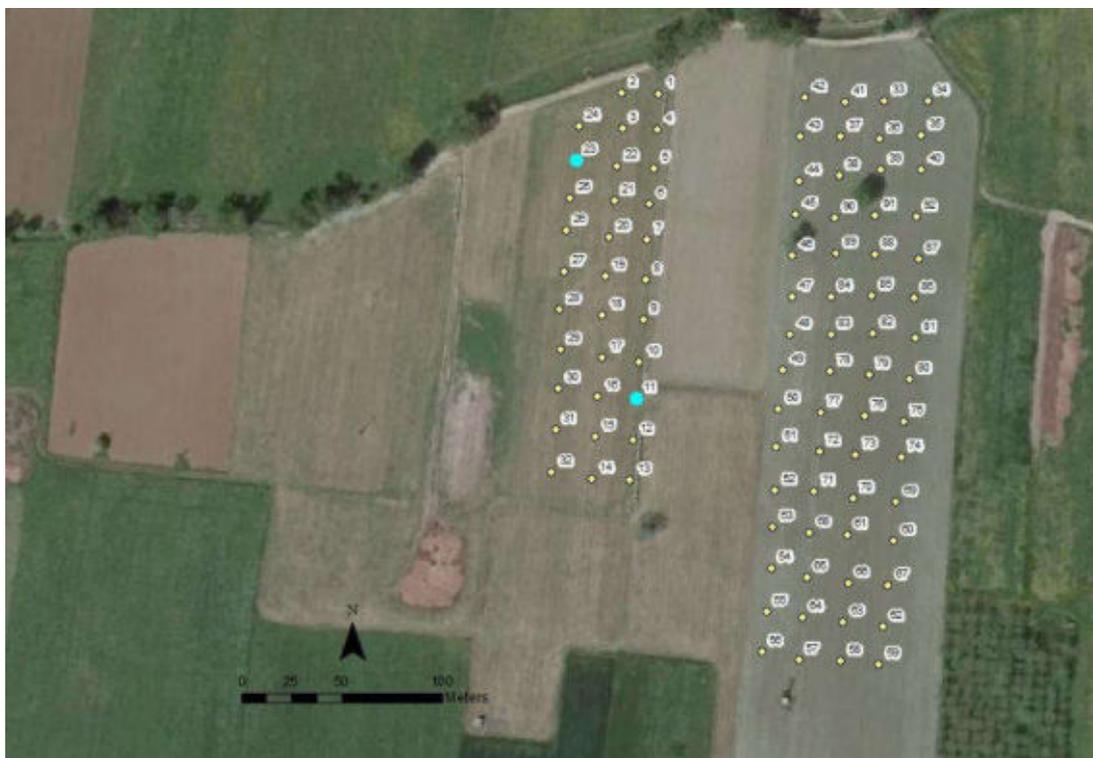


Figura 3.11 Azienda Burini. Ubicazione dei punti di misura considerati outliers per la CO<sub>2</sub> (#11 e #23).

Sulla base delle famiglie riconosciute seguendo la procedura della statistica presentata da Sinclair (Sinclair 1974; 1991) ed utilizzando i coefficienti di Sichel (1966), sono stati individuati i

parametri statistici e determinate le emissioni in atmosfera di CO<sub>2</sub> corrispondenti con i relativi intervalli di confidenza al 95% di entrambe le parcelle indagate, come riportato in Tabella 3.5 e Tabella 3.6..I valori individuati come outliers, non rappresentativi della popolazione, non sono stati utilizzati nel calcolo.

Tabella 3.5 Azienda Arduini prato stabile. Caratteristiche statistiche della famiglia individuata.

Misure	Media	Varianza	Sichel-V	Flusso (moli/giorno)	Limiti al 95% di confidenza (moli/giorno)		
Ln Flusso CO <sub>2</sub> Prato Stabile	30	-0.05	0.03	1.02	1.11E+04	1.05E+04	1.18E+04
<b>Tot CO<sub>2</sub></b>					<b>1.11E+04</b>	<b>1.05E+04</b>	<b>1.18E+04</b>

Tabella 3.6 Azienda Arduini erba medica. Caratteristiche statistiche della famiglia individuata.

Misure	Media	Varianza	Sichel-V	Flusso (moli/giorno)	Limiti al 95% di confidenza (moli/giorno)		
Ln Flusso CO <sub>2</sub> Campo erba medica	60	-0.09	0.11	1.06	1.96E+04	1.83E+04	2.14E+04
<b>Tot CO<sub>2</sub></b>					<b>1.96E+04</b>	<b>1.83E+04</b>	<b>2.14E+04</b>

### Prato stabile

Il flusso totale di biossido di carbonio emesso dal prato stabile indagato (area circa 11.500 m<sup>2</sup>) corrisponde a 1.11E+04 moli/giorno con i limiti di confidenza al 95% rispettivamente di 1.05E+04 e 1.18E+04 moli/giorno (Tabella 2.5). In termini di flusso specifico le emissioni stimate equivalgono a **0.97 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>** con limiti di confidenza al 95% rispettivamente di 0.91 e 1.03 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.

### Campo erba medica

Il flusso totale di biossido di carbonio emesso dal campo coltivato ad erba medica (area circa 20.300 m<sup>2</sup>) corrisponde a 1.96E+04 moli/giorno con i limiti di confidenza al 95% rispettivamente di 1.83E+04 e 2.14E+04 moli/giorno; il flusso specifico corrisponde anch'esso a **0.97 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>**, con limiti di confidenza al 95% rispettivamente di 0.90 e 1.05 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>. La Tabella 3.7 riassume sinteticamente il flusso di CO<sub>2</sub> emesso dalle parcelle indagate.

Tabella 3.7 Azienda Arduini. Flusso di CO<sub>2</sub> emesso dalle tipologie di sito indagate.

Tipologia di sito	Superficie m <sup>2</sup>	N.di misure	Flusso di CO <sub>2</sub> in moli/giorno	Flusso specifico di CO <sub>2</sub> in moli·m <sup>-2</sup> ·giorno <sup>-1</sup>
Prato stabile	11.500	30	1.11E+04	0.97
Erba medica	20.300	60	1.96E+04	0.97

### 3.4 Carte di isoflusso

Come in precedenza, per la realizzazione delle carte di isoflusso è stato costruito il semivariogramma sperimentale utilizzando i dati di flusso di CO<sub>2</sub> misurati su prato stabile e su campo coltivato a erba medica. In Figura 3.12 è mostrato il semivariogramma sperimentale del logaritmo naturale del flusso di CO<sub>2</sub> sul prato stabile, costruito con un numero di Lag=9 e una Lag Size=21, il quale rappresenta l'andamento della varianza all'aumentare della distanza tra le coppie di punti. Nel presente caso è stato scelto uno modello matematico caratterizzato da una componente sferica costituita da un Major Range di 56 m, un Partial Sill di 0.02 ed un Nugget di 0.024.

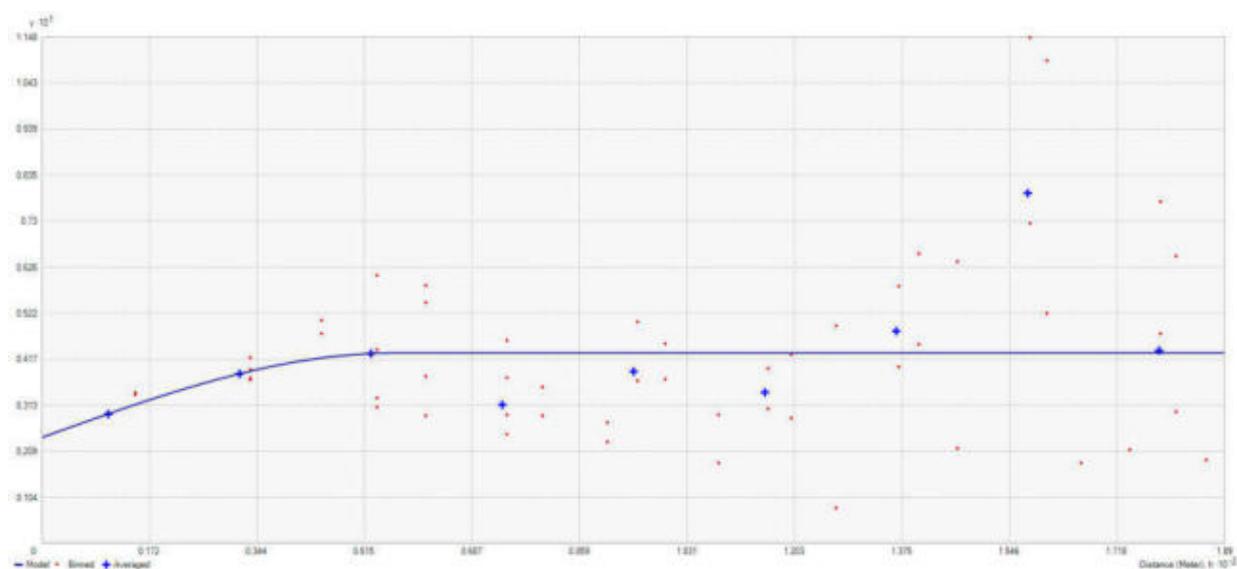


Figura 3.12 Azienda Arduini prato stabile. Semivariogramma sperimentale del flusso totale di CO<sub>2</sub> (crocette blu) e modello matematico scelto (linea continua).

Il modello scelto è stato poi convalidato mediante la tecnica della *Cross-Validation*, in modo individuare quali siano i dati non riproducibili in modo affidabile, ovvero i valori che differiscono di oltre  $2.5\sigma$  rispetto ai valori misurati. In Figura 3.13 e Figura 3.14 sono riportati i dati della Cross Validation in forma grafica.

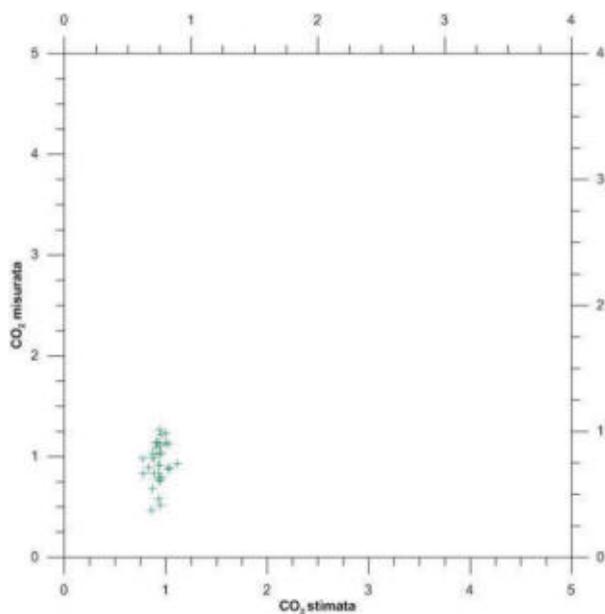


Figura 3.13 Azienda Arduini prato stabile. Cross Validation: scatterplot della CO<sub>2</sub> stimata vs misurata.

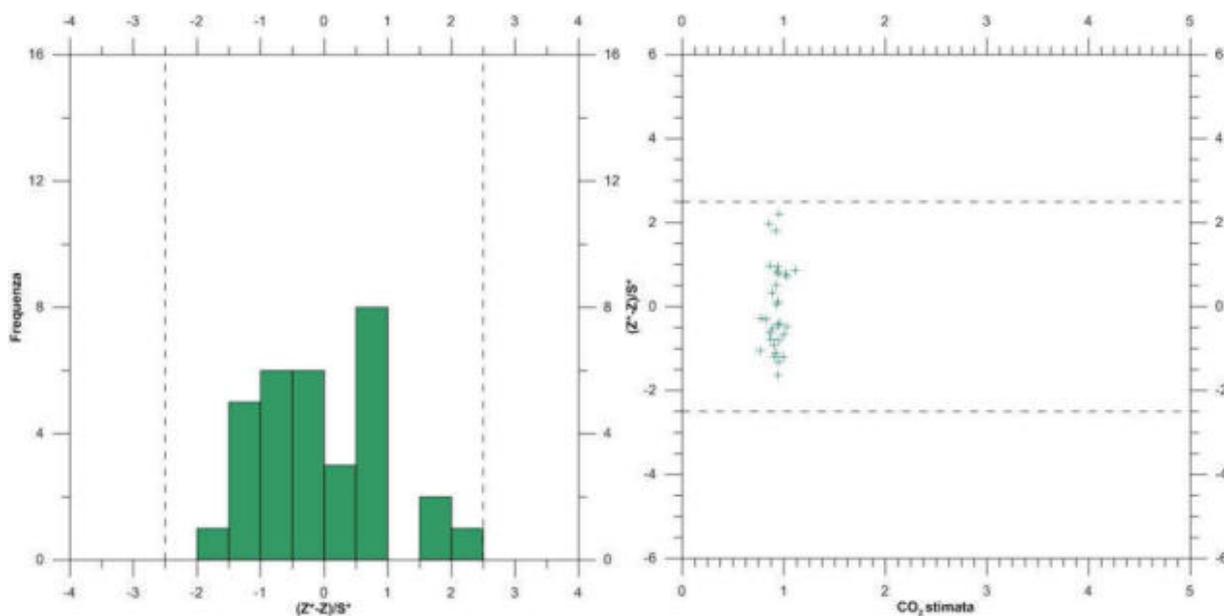


Figura 3.14 Azienda Arduini prato stabile. Cross Validation: Istogramma relativo all'errore standard (a sinistra) e CO<sub>2</sub> stimata dal modello vs errore standard (a destra).

La figura (Figura 3.15) mostra invece il semivariogramma sperimentale del flusso di CO<sub>2</sub> sul campo coltivato a erba medica, costruito con un numero di Lag=10 e Lag Size=19.8. In questo caso è stato scelto un modello matematico caratterizzato da una componente esponenziale con Range=140, Partial Sill=0.064 e Nugget=0.037.

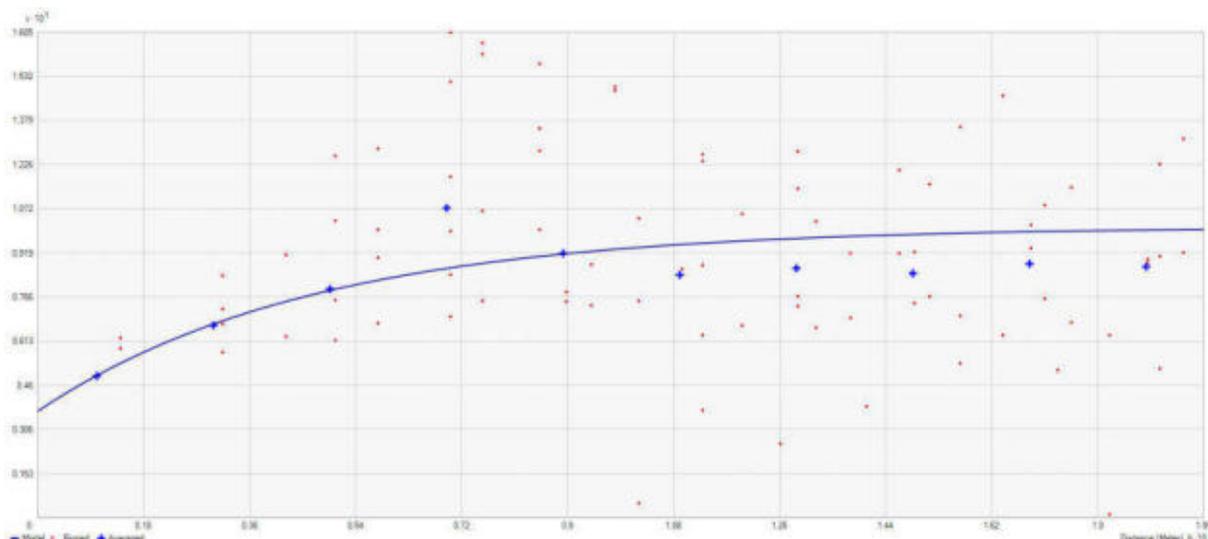


Figura 3.15 Azienda Arduini erba medica. Semivariogramma sperimentale del flusso totale di CO<sub>2</sub> (crocette blu) e modello matematico scelto (linea continua).

Come precedentemente realizzato per il prato stabile, anche per il campo coltivato ad erba medica il modello scelto è stato poi convalidato mediante la tecnica della Cross-Validation, come riportato in Figura 3.16 e Figura 3.17.

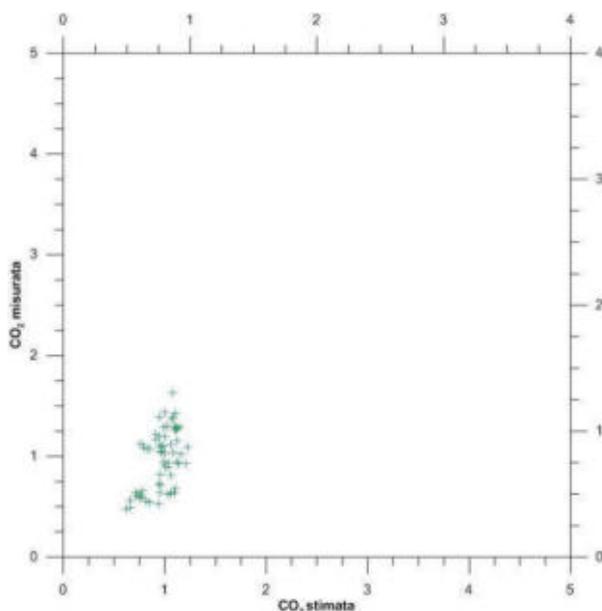


Figura 3.16 Azienda Arduini erba medica. Cross Validation: scatterplot della CO<sub>2</sub> stimata vs misurata.

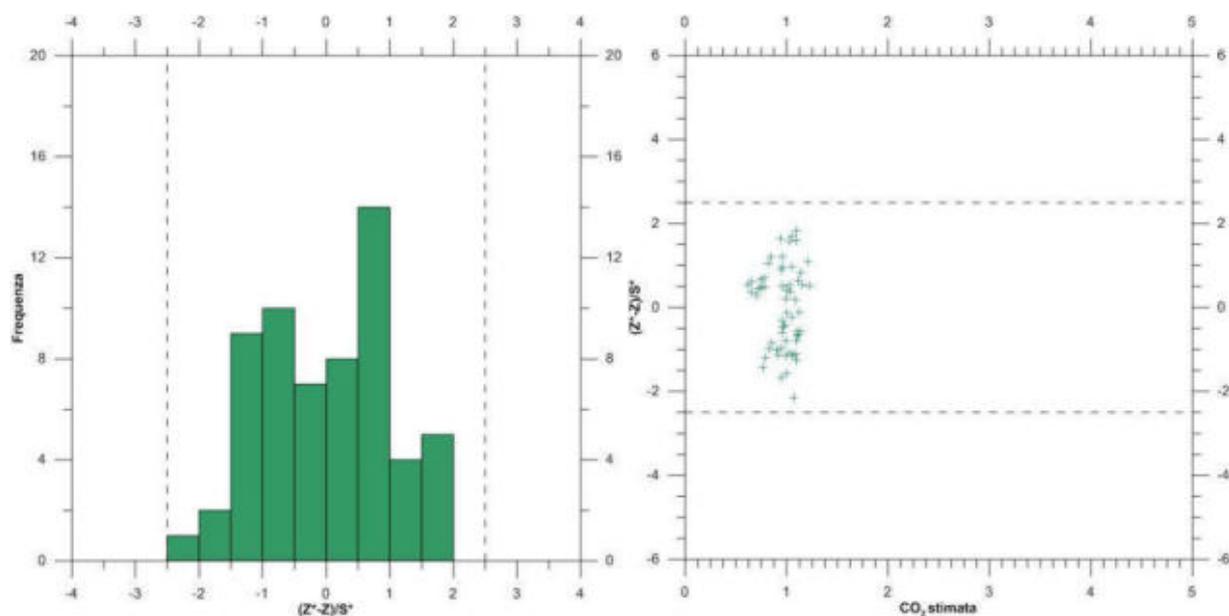


Figura 3.17 Azienda Arduini erba medica. Cross Validation: Istogramma relativo all'errore standard (a sinistra) e CO<sub>2</sub> stimata dal modello vs errore standard (a destra).

Dai risultati ottenuti dalla Cross Validation si evidenzia come nessun punto, sia per il sito caratterizzato da prato stabile che per il campo coltivato a erba medica, presenta un errore standard assoluto di oltre  $2.5\sigma$ .

Mediante il metodo dell'Ordinary Kriging applicato ai dati di flusso di CO<sub>2</sub> totale, avvalendosi dei parametri ottenuti dal semivariogramma per l'interpolazione, è stata costruita la mappa di isoflusso mostrata in Figura 3.18.

In Figura 3.19 è rappresentata inoltre la mappa dell'errore effettuato sulla stima calcolato come deviazione standard. Come sottolineato in precedenza, nelle immediate vicinanze dei punti di misura l'errore tende ad attenuarsi, mentre allontanandosi ad incrementare.

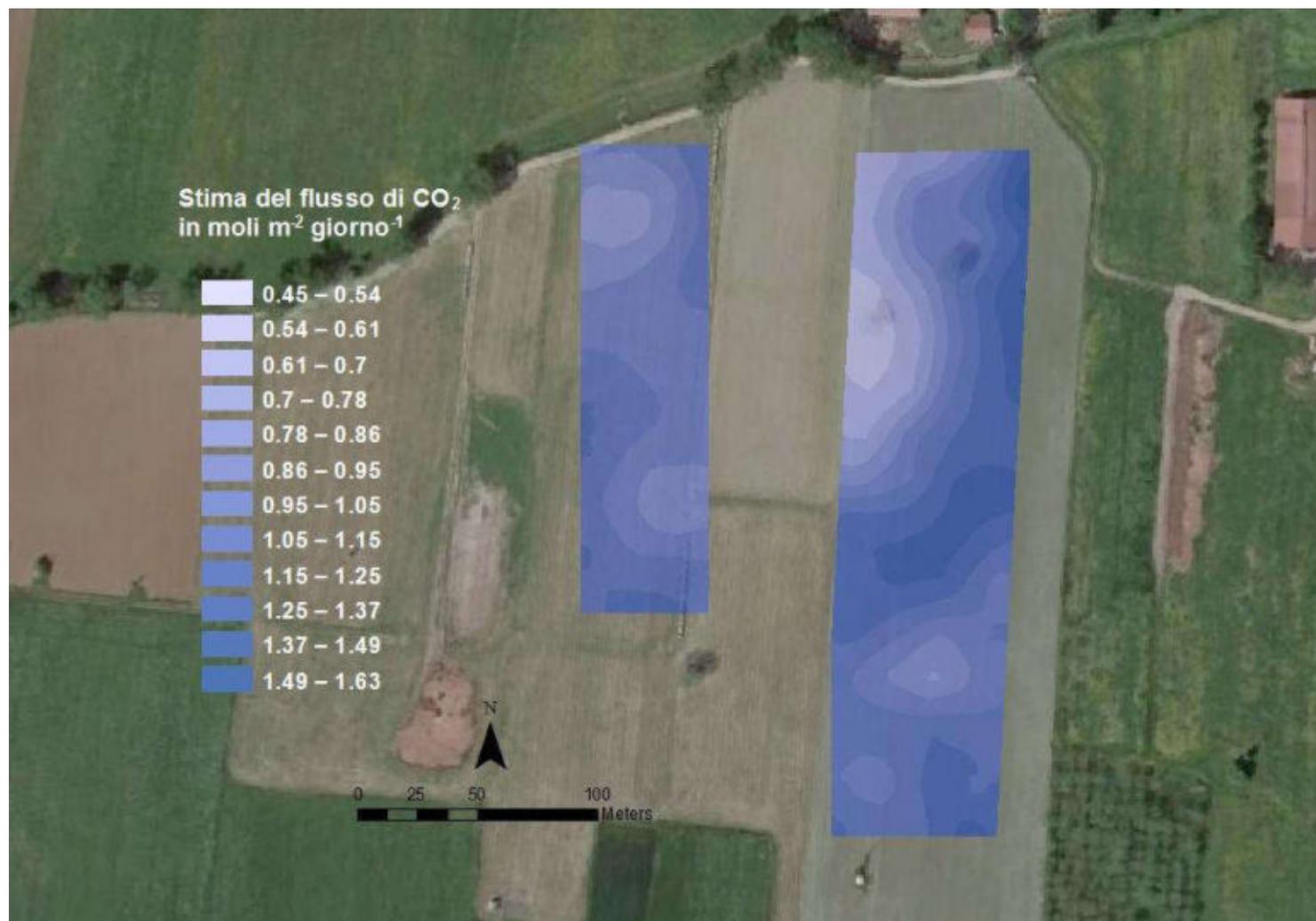


Figura 3.18 Azienda Arduini. Mappa di isoflusso della CO<sub>2</sub> totale diffusa dalle parcelle indagate.

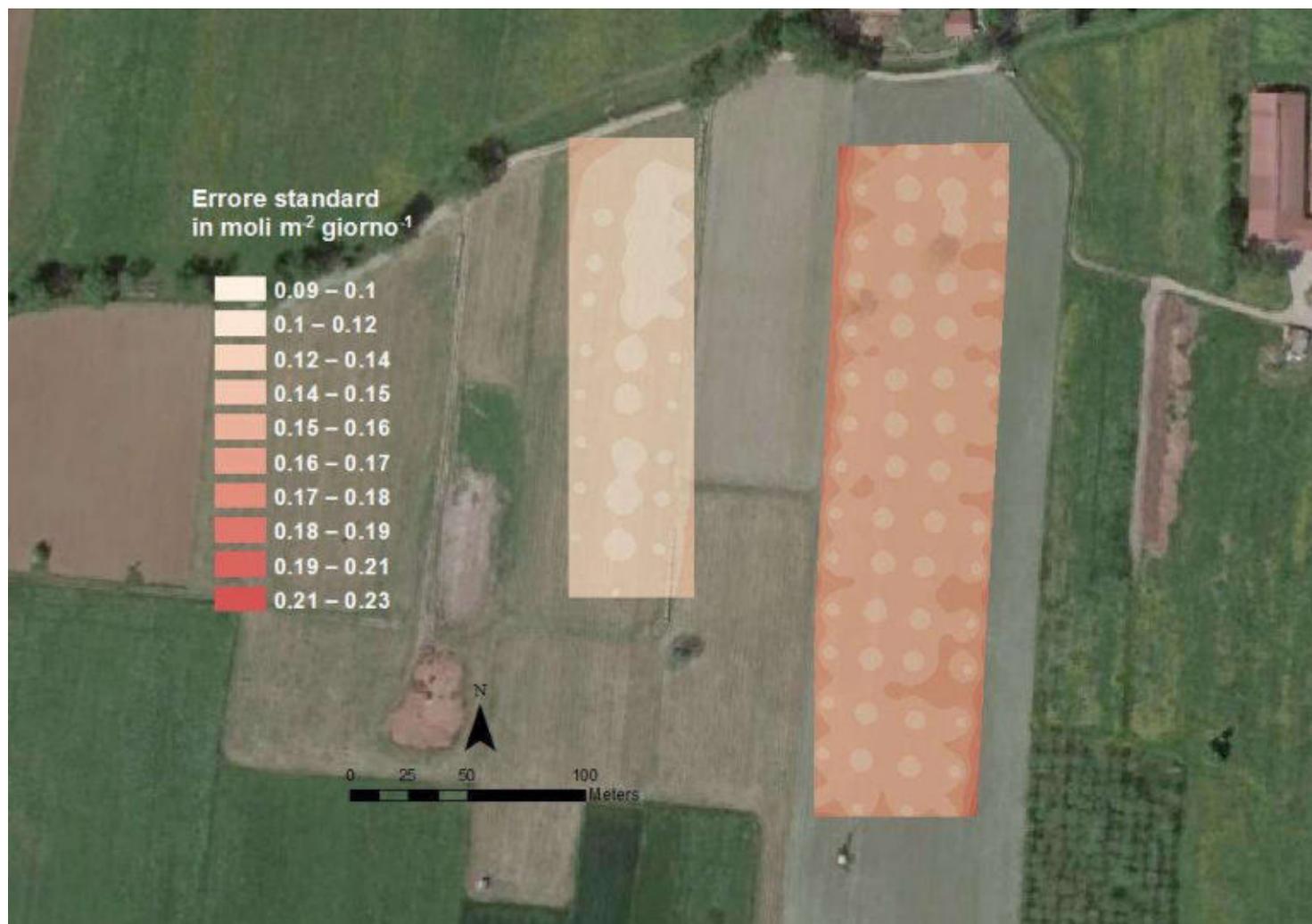


Figura 3.19 Azienda Arduini. Mappa della deviazione standard sulla stima.

## 4 Azienda agricola Scalabrini

L'Antica fattoria caseificio Scalabrini di Ugo & Bruno S.S (Figura 4.1) è ubicata in località Bibbiano (RE). Durante la campagna di monitoraggio, svolta in data 5 settembre 2019, sono state effettuate un totale di 108 misure di flusso di CO<sub>2</sub> (60 misure di flusso su prato stabile e 48 misure su campo coltivato ad erba medica) (Figura 4.2).



Figura 4.1 Localizzazione Azienda agricola Scalabrini



Figura 4.2 Localizzazione dei punti di misura dei flussi presso l'azienda agricola Scalabrini. In verde è delimitato il perimetro del prato stabile, mentre in azzurro il campo coltivato a erba medica.

#### 4.1 Misure di flusso di CO<sub>2</sub>

In Figura 4.3 sono riportati in dettaglio i punti di misura eseguiti presso l'Azienda agricola Scalabrini, con un'area indagata di circa 23.600 m<sup>2</sup> per il prato stabile ed un'area di circa 18.800 m<sup>2</sup> per il campo coltivato ad erba medica.

In Figura 4.4 è riportata inoltre una vista del campo coltivato a erba medica e del prato stabile monitorati durante la campagna.



Figura 4.3 Azienda Scalabrini. Localizzazione dei punti di misura dei flussi di CO<sub>2</sub>. In verde sono riportate le misure eseguite sul prato stabile, mentre in azzurro le misure eseguite sul campo coltivato ad erba medica.



**Figura 4.4** In primo piano il campo coltivato ad erba medica monitorato presso l'Azienda agricola Scalabrini.  
Sullo sfondo il prato stabile anch'esso monitorato nel corso della campagna.

In Tabella 4.1 sono riportati i principali parametri statistici relativi alle misure di flusso di CO<sub>2</sub> effettuate. Come per gli altri siti indagati i dati grezzi vengono riportati in Allegato 2. Anche in questo caso nessuno dei valori registrati risulta essere inferiore al limite di rilevabilità dello strumento, equivalente per la CO<sub>2</sub> a 0.002 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>. Per il sito caratterizzato da prato stabile si osserva una media del flusso di CO<sub>2</sub> di 0.810 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>, mentre per il campo coltivato ad erba medica la media è di 0.431 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>. Anche per quanto riguarda i massimi si registrano valori più alti sulla parcella caratterizzata da prato stabile (1.456 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>) rispetto al campo coltivato a erba medica (1.115 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>). Per quanto riguarda la deviazione standard, tale parametro risulta pari a 0.229 e 0.211 rispettivamente per il prato stabile e per il campo coltivato a erba medica.

In termini di asimmetria, per il prato stabile si evidenzia un'asimmetria a sinistra (0.411), quindi una distribuzione verso valori più negativi, mentre per il campo coltivato ad erba medica si osserva un'asimmetria a destra (0.717), con una distribuzione verso valori più positivi.

Tabella 4.1 Azienda Scalabrini. Principali parametri statistici relativi alle misure di flusso di CO<sub>2</sub> espressi in mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.

Parametro	Tipologia sito	N. Validi	N.< d.l.	Media	Mediana	Min	Max	Varianza	Dev. Std.	Asimmetria
CO <sub>2</sub>	Prato stabile	60	0	0.810	0.791	0.274	1.456	0.523	0.229	0.411
CO <sub>2</sub>	Erba Medica	48	0	0.431	0.407	0.103	1.115	0.044	0.211	0.717

Di seguito sono inoltre mostrate la Tabella 4.2 e

Tabella 4.3, le quali permettono di valutare come i valori di CO<sub>2</sub> si distribuiscano all'interno di classi di intervalli regolari compresi tra il minimo ed il massimo valore misurato. Per quanto riguarda i flussi di CO<sub>2</sub> nel prato stabile si sottolinea come 45 misure, ovvero il 75% delle misure totali, ricadano nell'intervallo compreso tra 0.5 e 1.0 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>. Quattro misure risultano caratterizzate da flussi inferiori e comprese nel range tra 0.25 e 0.50 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>, mentre 11 risultano più elevate e comprese tra 1.00 e 1.50 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.

Per quanto concerne invece il campo coltivato ad erba medica 34 misure, ovvero circa il 71% delle misure totali, è compreso tra 0.25 e 0.75 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>. Undici misure sono caratterizzate da valori inferiori compresi tra il *detection limit* e 0.25 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>, mentre una sola misura risulta più elevata e compresa nel range tra 1.00 e 1.25 mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.

Tabella 4.2 Azienda Scalabrini prato stabile. Tabella di frequenza relativa ai flussi di CO<sub>2</sub> espressi mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.

CO <sub>2</sub> [mol·m <sup>-2</sup> ·giorno <sup>-1</sup> ]	Conteggi	Conteggi cumulati	% dei validi	% Cumulativa
x<=d.l.	0	0	0	0
d.l.<x<=0.25	0	0	0	0
0.25<x<=0.50	4	4	6.67	6.67
0.50<x<=0.75	20	24	33.33	40.00
0.75<x<=1.00	25	49	41.67	81.67
1.00<x<=1.25	8	57	13.33	95.00
1.25<x<=1.50	3	60	5.00	100.00

Tabella 4.3 Azienda Scalabrini erba medica. Tabella di frequenza relativa ai flussi di CO<sub>2</sub> espressi in mol·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.

CO <sub>2</sub> [mol·m <sup>-2</sup> ·giorno <sup>-1</sup> ]	Conteggi	Conteggi cumulati	% dei validi	% Cumulativa
x<=d.l.	0	0	0	0
d.l.<x<=0.25	11	6	22.92	22.92
0.25<x<=0.50	19	40	39.58	62.50
0.50<x<=0.75	15	47	31.25	93.75
0.75<x<=1.00	2	47	4.17	97.92
1.00<x<=1.25	1	47	2.08	100.00

In Figura 4.5 e Figura 4.6 sono riportati gli istogrammi relativi ai valori di flusso e del logaritmo del flusso di CO<sub>2</sub>.

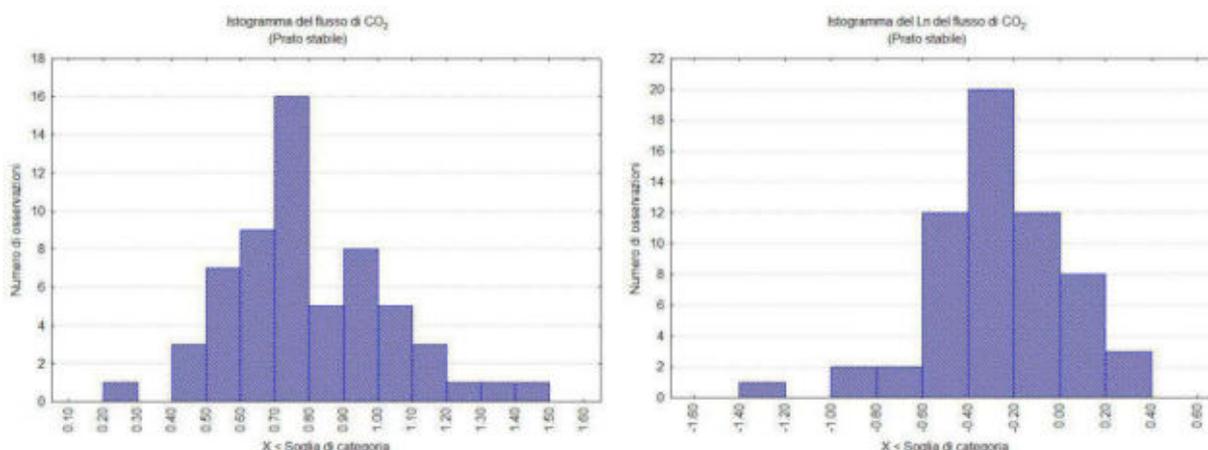


Figura 4.5 Azienda Scalabrini prato stabile. Istogrammi relativi ai flussi di CO<sub>2</sub> (a sinistra) e al Ln del flusso di CO<sub>2</sub> (a destra).

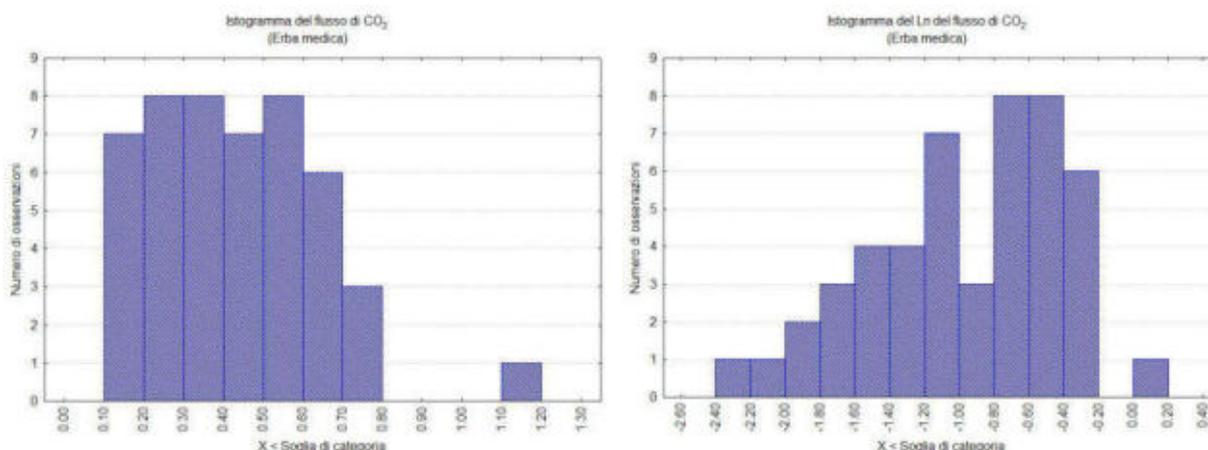


Figura 4.6 Azienda Scalabrini erba medica. Istogrammi relativi ai flussi di CO<sub>2</sub> (a sinistra) e al Ln del flusso di CO<sub>2</sub> (a destra).

## 4.2 Valori di temperatura e umidità del suolo

Anche in questo sito, durante il monitoraggio delle emissioni diffuse di CO<sub>2</sub> presso l'Azienda agricola Scalabrini il giorno 5 settembre 2019, sono state eseguite tre misure di temperatura, contenuto volumetrico di acqua e conducibilità elettrica del suolo su entrambe le tipologie di sito indagate, prato stabile e campo coltivato ad erba medica. La Tabella 4.4 seguente ne indica data, ora e parametri misurati nel corso del monitoraggio effettuato.

Per il prato stabile la conducibilità elettrica media è di 54.00  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mentre per il campo coltivato ad erba medica è pari a 3.00  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Il contenuto volumetrico d'acqua risulta rispettivamente pari al 25.70% per il prato stabile, mentre per il campo coltivato ad erba medica lo strumento non ha fornito un dato attendibile.

Tabella 4.4 Azienda Scalabrini. Parametri monitorati durante lo svolgimento della campagna.

Tipologia sito	Ora	Temperatura suolo °C	Conducibilità elettrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Soil VWC %
Prato Stabile	15:40	23.4	55.00	25.80
	17:27	23.7	55.00	25.70

Tipologia sito	Ora	Temperatura suolo °C	Conducibilità elettrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Soil VWC %
	18:30	23.6	52.00	25.60
Erba medica	15:44	28.9	2.00	n.d.
	17:21	26.4	4.00	n.d.
	18:33	26.4	3.00	n.d.

### 4.3 Stima del flusso di CO<sub>2</sub> emesso

In Figura 4.7 e Figura 4.8 sono mostrate le curve relative al flusso di CO<sub>2</sub> in entrambe le tipologie di sito (prato stabile e campo coltivato a erba medica), le quali individuano la presenza di un'unica famiglia statistica per l'anidride carbonica.

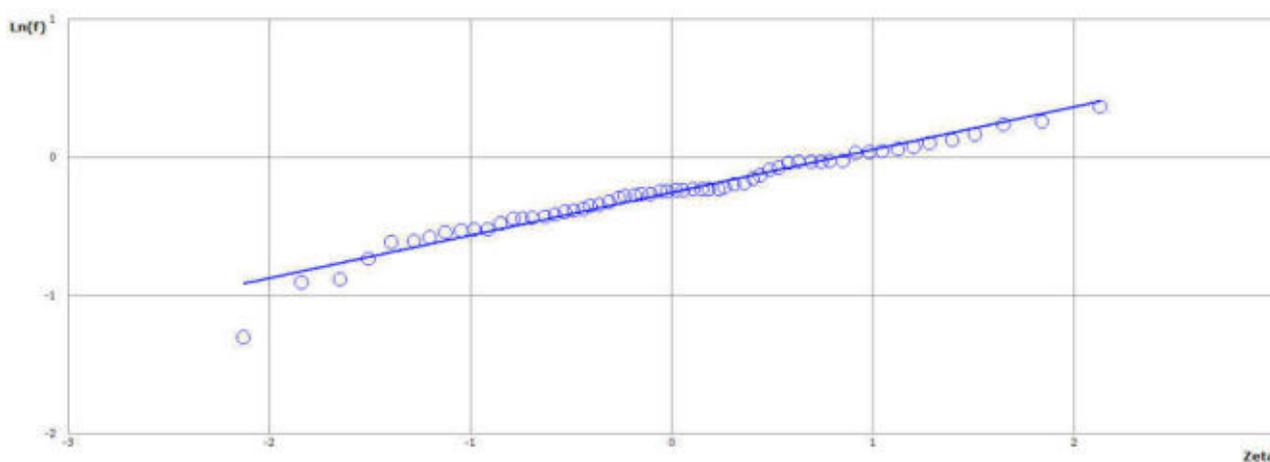


Figura 4.7 Azienda Scalabrini prato stabile. Curva di probabilità cumulata del ln del flusso di CO<sub>2</sub>.

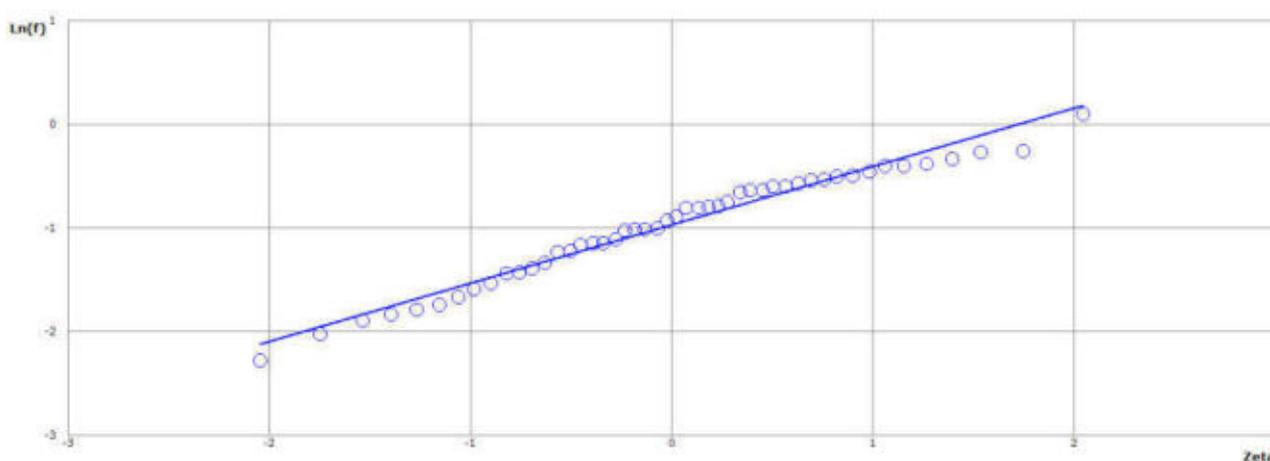


Figura 4.8 Azienda Scalabrini erba medica. Curva di probabilità cumulata del ln del flusso di CO<sub>2</sub>.

Successivamente, al fine di identificare la presenza di eventuali *outliers*, ovvero valori non rappresentativi del set di dati, sono stati costruiti su valori logaritmici i box-plot relativi alla famiglia

della CO<sub>2</sub> per entrambi i siti di studio (Figura 4.9). Per entrambe le parcelle non sono stati individuati punti come possibili valori outliers.

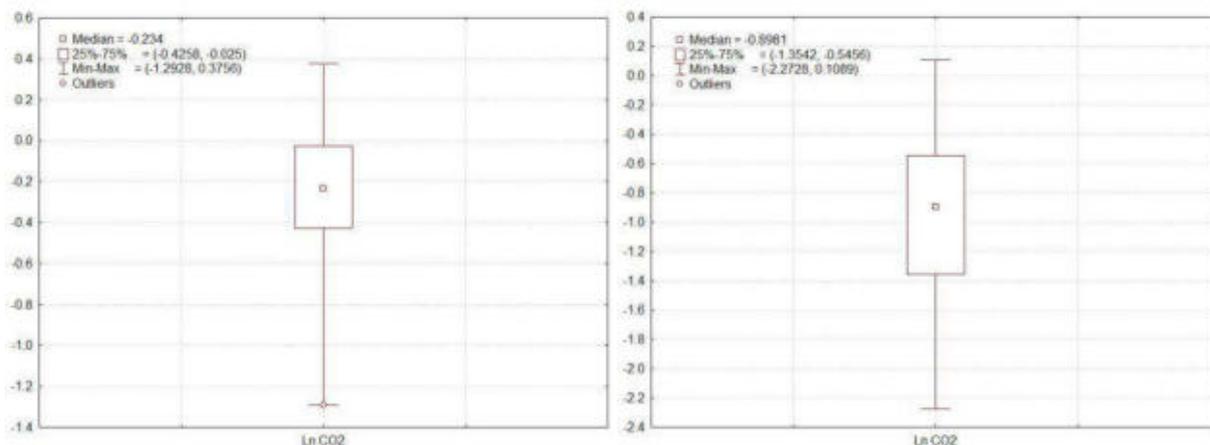


Figura 4.9 Azienda Scalabrini. Box-plot del Ln del flusso CO<sub>2</sub> su prato stabile (a sinistra) e su campo coltivato a erba medica (a destra).

Sulla base delle famiglie riconosciute, seguendo la procedura della statistica presentata da Sinclair (Sinclair 1974; 1991) ed utilizzando i coefficienti di Sichel (1966), sono stati individuati i parametri statistici e determinate le emissioni in atmosfera di CO<sub>2</sub> corrispondenti con i relativi intervalli di confidenza al 95% di entrambe le parcelle indagate, come riportato nella Tabella 4.5 e Tabella 4.6.

Tabella 4.5 Azienda Scalabrini prato stabile. Caratteristiche statistiche della famiglia individuata.

Misure	Media	Varianza	Sichel-V	Flusso (moli/giorno)	Limiti al 95% di confidenza (moli/giorno)		
<b>Ln Flusso CO<sub>2</sub></b>							
Prato Stabile	60	-0.25	0.09	1.92E+04	1.80E+04	2.07E+04	
<b>Tot CO<sub>2</sub></b>				<b>1.92E+04</b>	<b>1.80E+04</b>	<b>2.07E+04</b>	

Tabella 4.6 Azienda Scalabrini erba medica. Caratteristiche statistiche della famiglia individuata.

Misure	Media	Varianza	Sichel-V	Flusso (moli/giorno)	Limiti al 95% di confidenza (moli/giorno)		
<b>Ln Flusso CO<sub>2</sub></b>							
Campo erba medica	48	-0.97	0.29	8.13E+03	7.17E+03	9.57E+03	
<b>Tot CO<sub>2</sub></b>				<b>8.13E+03</b>	<b>7.17E+03</b>	<b>9.57E+03</b>	

### Prato stabile

Il flusso totale di biossido di carbonio emesso dal prato stabile indagato (area circa 23.600 m<sup>2</sup>) corrisponde a 1.92E+04 moli/giorno con i limiti di confidenza al 95% rispettivamente di 1.80E+04 e 2.07E+04 moli/giorno. In termini di flusso specifico le emissioni stimate equivalgono a **0.81 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>** con limiti di confidenza al 95% rispettivamente di 0.76 e 0.88 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.

### Campo erba medica

Il flusso totale di biossido di carbonio emesso invece dal campo coltivato ad erba medica (area circa 18.600 m<sup>2</sup>) corrisponde a 8.13E+03 moli/giorno con i limiti di confidenza al 95%

rispettivamente di  $7.17E+03$  e  $9.57E+03$  moli/giorno. Per quanto riguarda il flusso specifico le emissioni stimate equivalgono a **0.44 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>**, con limiti di confidenza al 95% rispettivamente di 0.39 e 0.51 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.

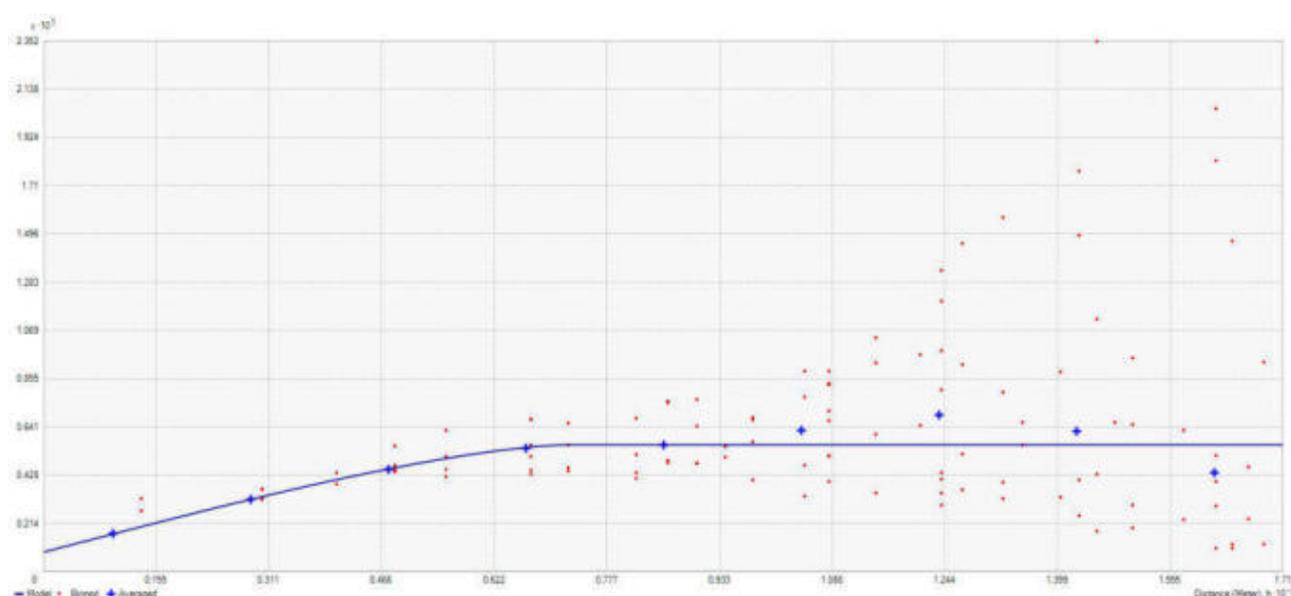
La Tabella 3.7 riassume sinteticamente il flusso di CO<sub>2</sub> emesso dalle parcelle indagate; in termini di flusso specifico i dati mostrano una emissione più elevata per il prato stabile ( $0.81$  moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>) rispetto campo coltivato a erba medica ( $0.44$  moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>).

**Tabella 4.7 Azienda Scalabrini. Flusso di CO<sub>2</sub> emesso dai siti indagati.**

Tipologia di sito	Superficie m <sup>2</sup>	N. di misure	Flusso di CO <sub>2</sub> in moli/giorno	Flusso specifico di CO <sub>2</sub> in moli·m <sup>-2</sup> ·giorno <sup>-1</sup>
<b>Prato stabile</b>	23.600	60	1.92E+04	0.81
<b>Erba medica</b>	18.800	48	8.13E+03	0.44

#### 4.4 Carte di isoflusso

Come in precedenza, per la realizzazione delle carte di isoflusso è stato costruito il semivariogramma sperimentale utilizzando i dati di flusso di CO<sub>2</sub> misurati su prato stabile e su campo coltivato a erba medica. In Figura 4.10 è mostrato il semivariogramma sperimentale del flusso di CO<sub>2</sub> sul prato stabile, costruito con un numero di Lag=9 e una Lag Size=19. Nel presente caso è stato scelto uno modello matematico caratterizzato da una *componente circolare* costituita da un *Major Range* di 72 m, un *Partial Sill* di 0.048 ed un *Nugget* di 0.0086.



**Figura 4.10 Azienda Scalabrini prato stabile. Semivariogramma sperimentale del flusso totale di CO<sub>2</sub> (crocette blu) e modello matematico scelto (linea continua).**

Il modello scelto è stato poi convalidato, come in precedenza, mediante la tecnica della *Cross-Validation*, la quale permette di visualizzare quali siano i dati non riproducibili in modo affidabile,

ovvero i valori che differiscono di oltre  $2.5\sigma$  rispetto ai valori misurati. In Figura 3.13 e Figura 3.14 sono riportati i dati della Cross Validation in forma grafica.

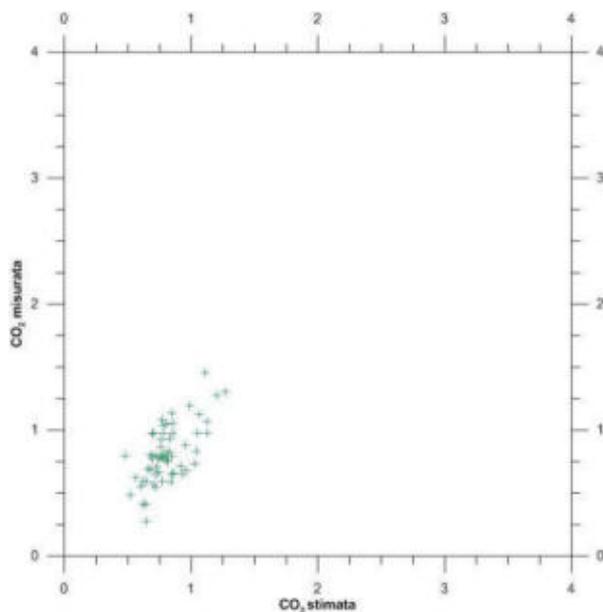


Figura 4.11 Azienda Scalabrini prato stabile. Cross Validation: scatterplot della CO<sub>2</sub> stimata vs misurata.

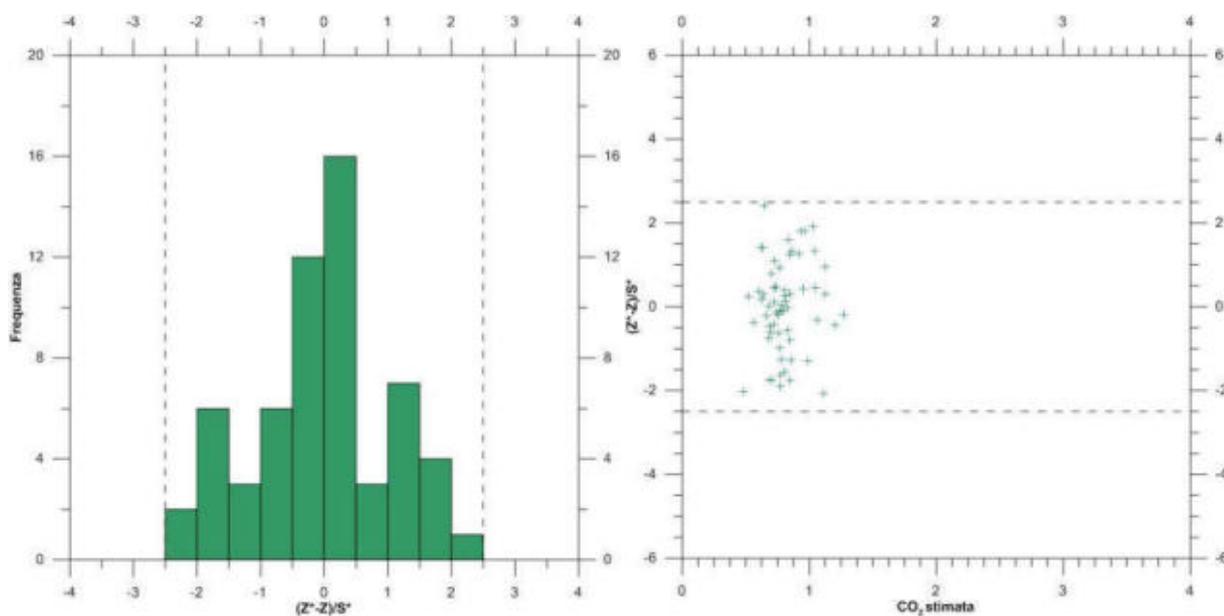


Figura 4.12 Azienda Scalabrini prato stabile. Cross Validation: Istogramma relativo all'errore standard (a sinistra) e CO<sub>2</sub> stimata dal modello vs errore standard (a destra).

La Figura 4.13 mostra invece il semivariogramma sperimentale del flusso di CO<sub>2</sub> sul campo coltivato a erba medica, costruito con un numero di Lag=10 e Lag Size=13.45. In questo caso è stato scelto un modello matematico caratterizzato da una componente sferica con Range=73, Partial Sill=0.024 e Nugget=0.041.

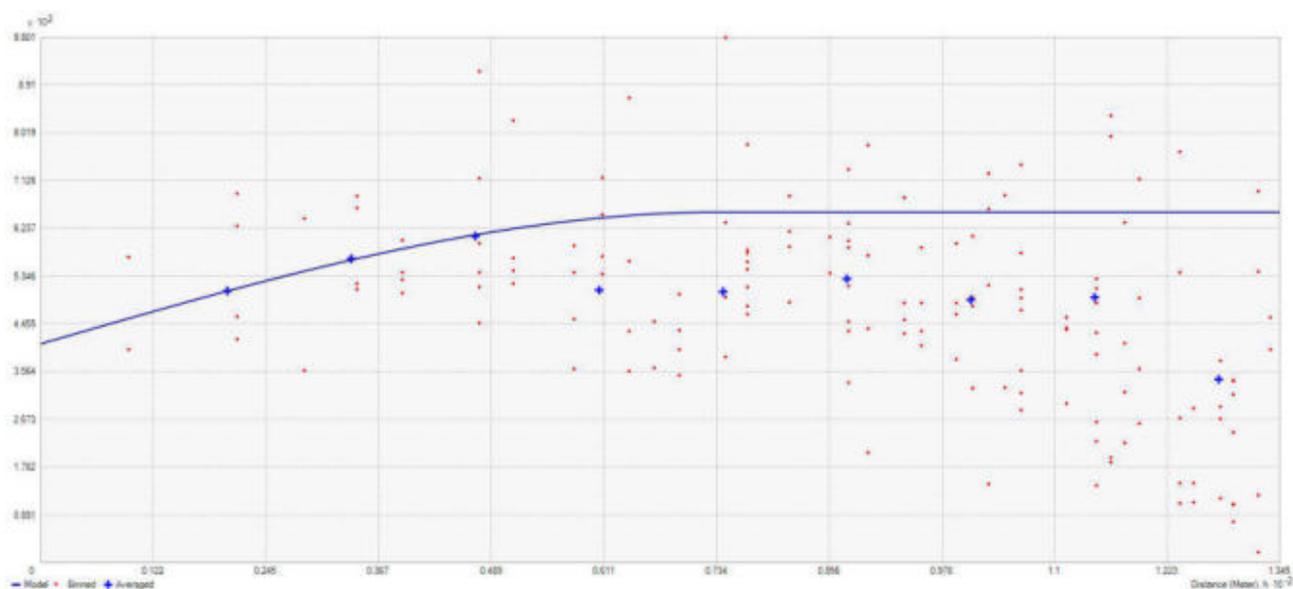


Figura 4.13 Azienda Scalabrini erba medica. Semivariogramma sperimentale del flusso totale di CO<sub>2</sub> (crocette blu) e modello matematico scelto (linea continua).

Come precedentemente realizzato per il prato stabile, anche per il campo coltivato ad erba medica il modello scelto è stato poi convalidato mediante la tecnica della Cross-Validation, riportandone in Figura 4.14 e Figura 4.15 i risultati.

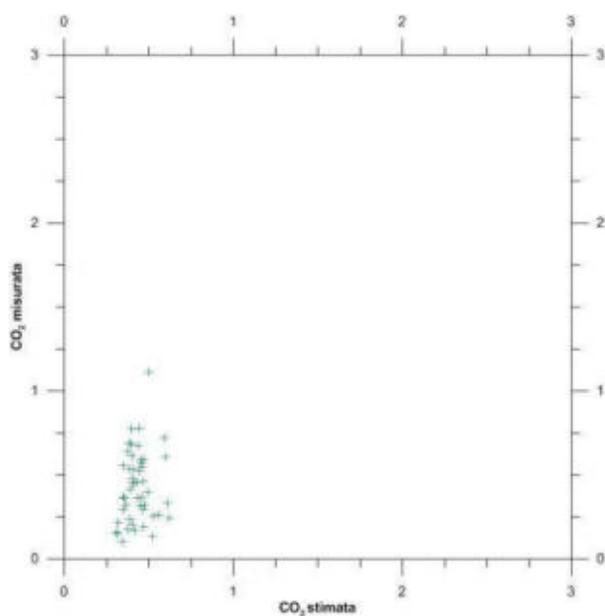


Figura 4.14 Azienda Scalabrini erba medica. Cross Validation: scatterplot della CO<sub>2</sub> stimata vs misurata.

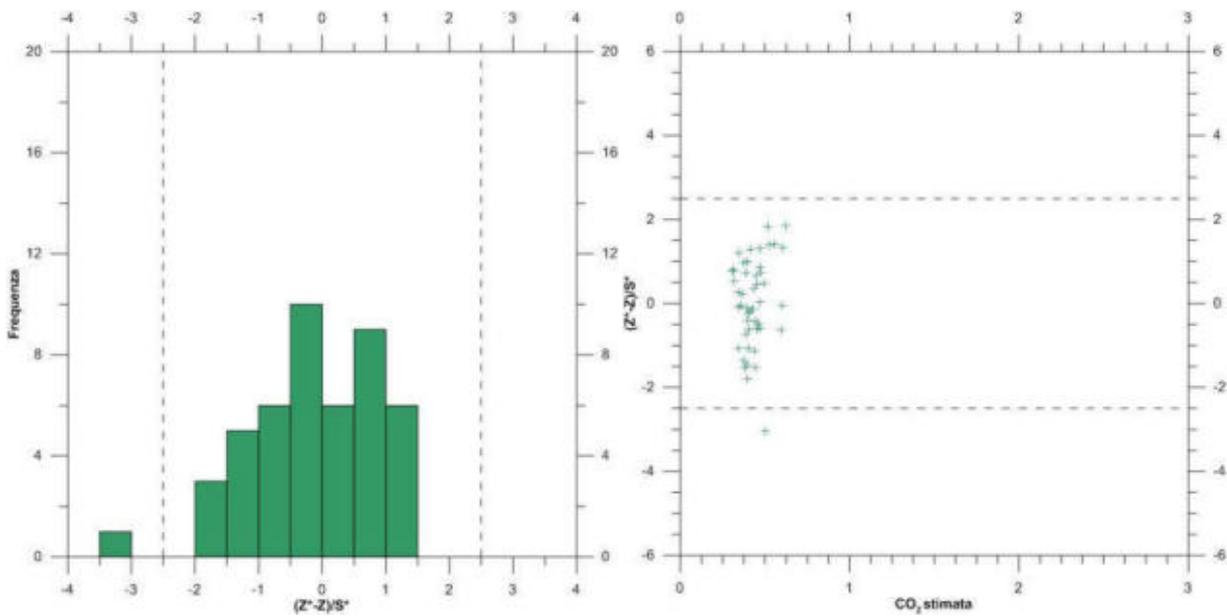


Figura 4.15 Azienda Scalabrini erba medica. Cross Validation: Istogramma relativo all'errore standard (a sinistra) e CO<sub>2</sub> stimata dal modello vs errore standard (a destra).

Dai risultati ottenuti dalla Cross Validation sia per la parcella di prato stabile che per il campo coltivato ad erba medica si evidenzia come per un solo punto di misura (#45) l'errore standard assoluto risulti superiore a  $2.5\sigma$ . La localizzazione di tale punto è riportata in Figura 4.16.

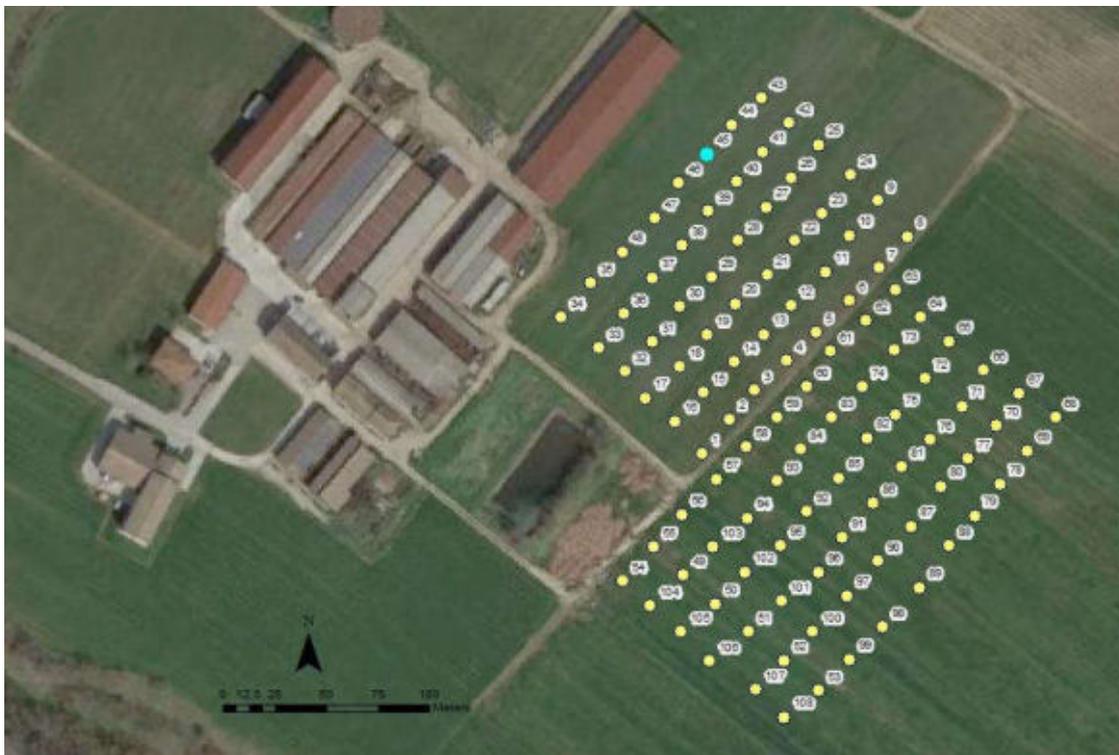


Figura 4.16 Azienda Scalabrini. Mappa della localizzazione delle misure di flusso. Il punto #45 in azzurro rappresenta la misura che il modello matematico utilizzato riproduce con un errore assoluto  $>2.5\sigma$ .

Mediante il metodo dell'Ordinary Kriging applicato ai dati di flusso di CO<sub>2</sub> totale, avvalendosi dei parametri ottenuti dal semivariogramma per l'interpolazione, è stata costruita la mappa di isoflusso mostrata in Figura 4.17.

In Figura 4.18 è rappresentata inoltre la mappa dell'errore effettuato sulla stima calcolato come deviazione standard. Come da aspettarsi, in prossimità dei punti di misura l'errore tende ad attenuarsi, mentre allontanandosi tende ad incrementare.

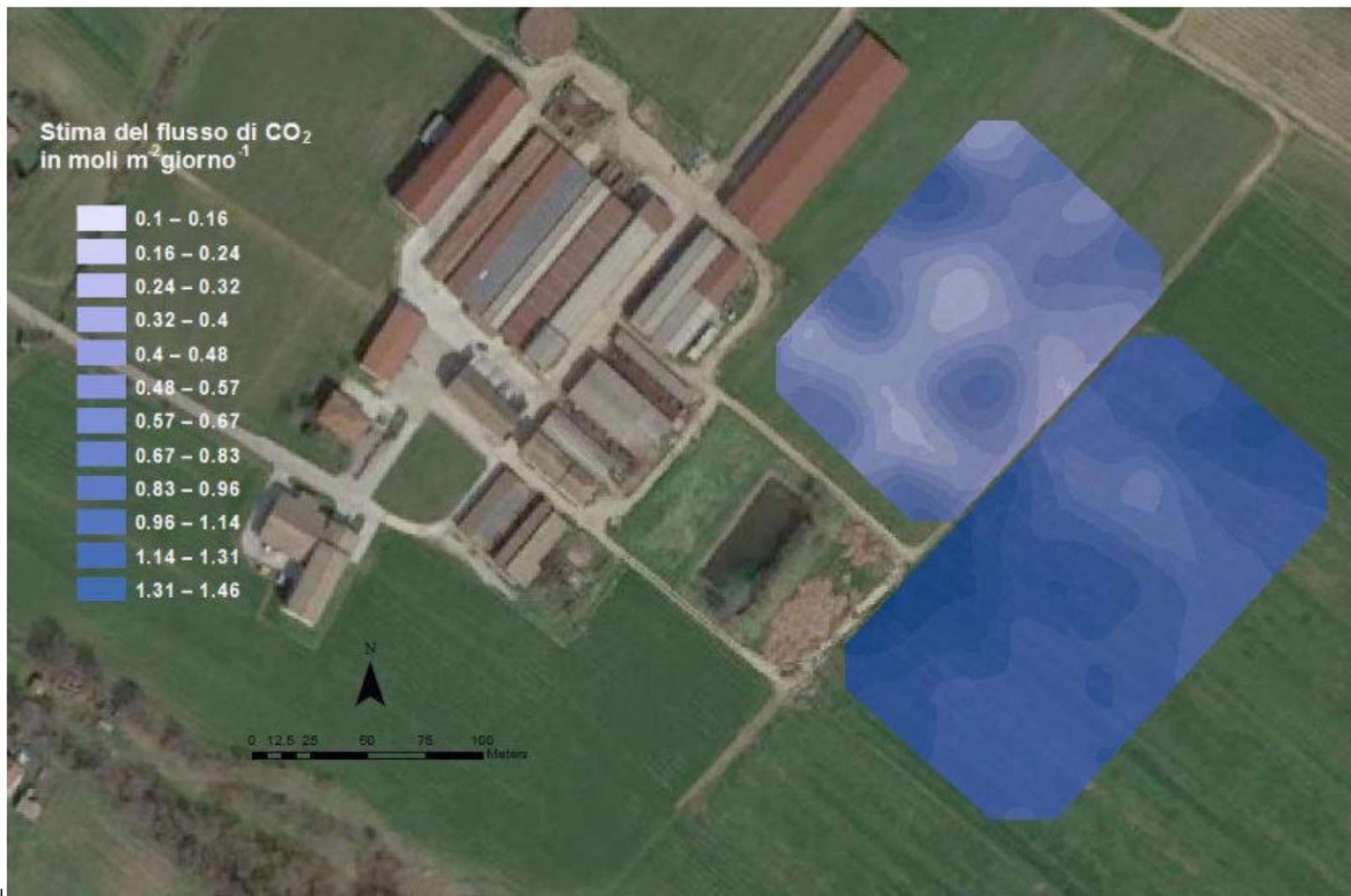


Figura 4.17 Azienda Scalabrini. Mappa di isoflusso della CO<sub>2</sub> totale diffusa dalle parcelle indagate.



Figura 4.18 Azienda Scalabrini. Mappa della deviazione standard sulla stima.

## 5 Conclusioni

Nelle giornate del 4 e 5 settembre 2019 è stata eseguita una campagna di monitoraggio dei flussi di CO<sub>2</sub> dal suolo presso tre aziende agricole ubicate in località Bibbiano (Reggio Emilia): Azienda agricola Carcarena di Burini Carlo, Società agricola La Valle di Arduini Enrico, Massimo e Marcello S.S. e Antica fattoria caseificio Scalabrini di Ugo e Bruno S.S.

Le misure sono state eseguite da due tecnici equipaggiati con flussimetro West Systems, utilizzando la tecnica della camera d'accumulo statica non stazionaria. Tale monitoraggio si è preposto lo scopo di quantificare e caratterizzare le emissioni diffuse di biossido di carbonio dal suolo. Nel corso delle due giornate di monitoraggio sono state realizzate in totale 300 misure di flusso (100 misure presso l'Azienda agricola Burini, 92 misure presso l'Azienda agricola Arduini e 108 misure presso l'Azienda agricola Scalabrini). Per ogni azienda sono state monitorate due tipologie di colture differenti, un prato stabile non coltivato, lasciato a vegetazione spontanea, ed un campo coltivato a erba medica.

La Tabella 5.1 riassume sinteticamente il numero di misure eseguite nelle singole parcelle, l'area, l'emissione totale ed il flusso specifico. Dai dati ottenuti si osserva come per l'Azienda agricola Burini il flusso specifico sia pari a 0.69 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup> (1.27 gr·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>) per quanto riguarda il prato stabile e di 0.38 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup> (0.70 gr·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>) per il campo coltivato a erba medica. L'emissione di biossido di carbonio risulta quindi più elevata presso il prato stabile.

Presso l'Azienda agricola Arduini il flusso specifico di CO<sub>2</sub> risulta essere il medesimo sia per il prato stabile che per il campo coltivato a erba medica, pari quindi a 0.97 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup> (1.78 gr·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>).

Infine, presso l'Azienda agricola Scalabrini, in termini di flusso specifico l'emissione di biossido di carbonio risulta superiore presso il prato stabile con 0.81 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup> (1.49 gr·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>) rispetto al campo coltivato a erba medica con 0.44 moli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup> (0.81 gr·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>).

**Tabella 5.1 Tabella riassuntiva dei valori di flusso di CO<sub>2</sub> monitorati presso le tre aziende agricole.**

Azienda	Tipologia di terreno	N. di punti	Area m <sup>2</sup>	Emissione totale moli/giorno	Flusso specifico moli·m <sup>-2</sup> ·giorno <sup>-1</sup>
<b>Burini</b>	Prato stabile	54	19.500	1.35E+04	0.69
	Erba medica	46	15.300	5.85E+03	0.38
<b>Arduini</b>	Prato stabile	32	11.500	1.11E+04	0.97
	Erba medica	60	20.300	1.96+04	0.97
<b>Scalabrini</b>	Prato stabile	60	23.600	1.92E+04	0.81
	Erba medica	48	18.600	8.13E+03	0.44

Le tabelle seguenti riportano in dettaglio i flussi, espressi come dati puntuali eseguiti, nelle aziende monitorate per le varie tipologie di terreno indagate.

## Appendice 1: Metodo utilizzato per la determinazione dei flussi di CO<sub>2</sub>

A partire dagli anni '70 la camera di accumulo è stata utilizzata per misurare il tasso di respirazione dei suoli (Witkamp 1969; Kucera and Kirkman 1971; Kanemasu et al., 1974; Parkinson, 1981) e dagli anni '90 è stata impiegata anche per le misure di flussi di CO<sub>2</sub> da aree geotermiche e vulcaniche (Chiodini et al., 1996; Chiodini et al., 1998; Frondini et al., 2004; Werner e Cardellini, 2006). Successivamente la collaborazione tra West Systems, IGG-CNR e l'Università di Perugia ha permesso di apportare le integrazioni necessarie a rendere il Flussimetro uno strumento portatile e semplice da utilizzare (Virgili, 2008). Il principale vantaggio rispetto alle altre metodologie è dovuto al fatto che le misure di flusso dal suolo realizzate con la camera di accumulo sono indipendenti dal regime di flusso (avvevativo o diffusivo) e dalle caratteristiche del suolo (porosità, coefficiente diffusivo, ecc) (Tonani and Miele, 1991). Questa peculiarità, unita alle caratteristiche di maneggevolezza, semplice utilizzo e tempi brevi di misura, ha permesso di estendere la sua applicazione anche alla valutazione delle emissioni diffuse dalle coperture di discariche di RSU (Cossu et al., 1997; Cioni et al., 2002; 2003; Capaccioni et al., 2005; Raco et al., 2010). Attualmente il Flussimetro West Systems, consente la misura del reale flusso di CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, COV (e H<sub>2</sub>S) emesso in atmosfera da siti contaminati e da coperture di discariche controllate (Giovenali et al., 2013).

Il flussimetro prodotto dalla West Systems a partire dagli anni 1990 secondo il metodo della camera di accumulo è oggi basato su tecniche di assorbimento infrarosso estremamente selettive per la quantificazione di biossido di carbonio e metano. In particolare, il biossido di carbonio, stabilizzato in temperatura e compensato in pressione, permette la misura di flussi a partire da 2 millimoli·m<sup>-2</sup>·giorno<sup>-1</sup>.

Come introdotto precedentemente, il laboratorio di prova West Systems LAB N° 1779 L è accreditato dal 30 Luglio 2019 relativamente alla prova "Flussi molari diffusi all'interfaccia suolo aria di diossido di carbonio e metano", di cui garantisce referibilità metrologica accreditata. Il metodo utilizzato è il metodo interno MI 01 rev00 2019 "Metodo di determinazione di flussi molari diffusi all'interfaccia suolo aria". Tale referibilità metrologica è garantita dalla taratura della strumentazione con miscele certificate LAT, regolatori di flusso, termometri e barometri di riferimento, come specificato nel MI 01 rev00.



LAB N° 1779 L

**Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC  
Signatory of EA, IAF, and ILAC Mutual Recognition Agreements**

## Appendice 2: Metodologie statistiche e geostatistiche utilizzate

I dati vengono raccolti in campagna misurando lungo una griglia di passo variabile, in funzione del dettaglio che si vuol raggiungere e delle dimensioni dell'area; Il set di dati raccolto viene trattato con tecniche di geostatistica al fine di realizzare mappe di isoflusso e stime delle emissioni totali dall'area per ogni specie gassosa.

Le mappe di isoflusso sono realizzate utilizzando il metodo del kriging, tale elaborazione è estremamente utile per realizzare mappe di isoflusso, ma non può essere utilizzata per effettuare la stima della emissione totale dall'area indagata per due motivi principali (Journel and Huijbregts, 1978):

- generalmente non è possibile assumere la stazionarietà o una singola media di forma conosciuta sull'intera area di studio, ma solo per un limitato intorno (local quasi-stationarity);

anche nel caso in cui fosse verificata la stazionarietà sull'intera area di studio di solito ci sono troppi dati per costruire e quindi risolvere la matrice di calcolo del kriging. Inoltre la costruzione di questa matrice implicherebbe che il semivariogramma sia conosciuto su una distanza  $h$  pari alle dimensioni dell'area di studio, mentre è noto che l'affidabilità del semi-semivariogramma sperimentale è limitata ad una distanza pari a metà delle dimensioni dell'area investigata.

### Stima delle emissioni totali dall'area

Per stimare il flusso totale del gas diffuso dal suolo viene quindi utilizzata la procedura descritta da Sinclair (1974; 1991) e l'estimatore di Sichel (1966), tale metodologia statistica prevede il riconoscimento delle diverse popolazioni presenti nel set di misure attraverso la costruzione delle curve di probabilità cumulata. Per una distribuzione normale unimodale, la curva di probabilità cumulata è una retta, se la distribuzione è polimodale si hanno tanti punti di flesso quante sono le popolazioni presenti. Una volta riportate nella curva di probabilità cumulata le diverse famiglie, si stimano i valori della media e della deviazione standard delle diverse popolazioni riconosciute. Poiché abbiamo a che fare con distribuzioni lognormali, si ha la necessità di trovare la media dei valori non logaritmici, a tale scopo si utilizzano le tabelle di Sichel e l'estimatore  $t$  (Sichel, 1966). Infine, sempre attraverso le tabelle di Sichel, si stima l'intervallo di confidenza al 95%.

### Mappe di isoflusso

La possibilità di disporre di una metodologia che permetta di visualizzare l'andamento di un qualsiasi parametro chimico-fisico su tutta un'area di studio è di notevole sostegno nell'interpretazione e nella correlazione di tutto l'insieme dei dati. In effetti, avere a disposizione una mappa con delle isolinee dei flussi di  $CO_2$ , permette di mostrare, in maniera chiara, la presenza di zone ad elevata permeabilità verticale.

Quando si traccia una linea di isoflusso, di fatto si effettua un'interpolazione di punti sperimentali. Se ciò viene svolto manualmente esiste una parte di interpretazione che è funzione della densità dei dati e del grado di regolarità delle variabili considerate; per questo, le linee tracciate dipendono soggettivamente dall'esperienza acquisita dall'operatore. Se si dispone di pochi dati, si può comunque cercare di dare un'interpretazione quando lavoriamo con strutture ben conosciute. Se invece vogliamo adottare una metodologia oggettivamente riproducibile che tracci le linee di livello, dobbiamo tenere conto delle caratteristiche strutturali del parametro che è

stato misurato (Chilés e Chauvet, 1973). Un metodo cartografico infatti, non può creare informazioni, ma deve utilizzare al meglio ed in modo valutabile quelle esistenti.

I metodi comunemente usati nell'analisi geostatistica non analizzano come il valore del parametro sia realmente influenzato dalla sua posizione spaziale e dalla sua relazione con i punti vicini, ma, dando per scontato che la grandezza considerata sia una variabile continua delle coordinate spaziali, utilizzano algoritmi di interpolazione di tipo diverso. Tutti questi metodi sono accomunati dalla mancanza di un criterio oggettivo per valutare la "qualità" della mappa, per cui essi non possono quantificare la precisione della stima. Infatti, non basta tracciare una carta, è importante anche sapere quale confidenza accordarle.

Il metodo che supera questa difficoltà è il kriging, elaborato da George Matheron agli inizi degli anni sessanta (Matheron, 1962; 1965; 1969; 1970) su un'idea di Krige (1951), ampiamente sviluppato dai ricercatori del centro di geostatistica dell'Ecole des Mines di Fontainebleau (Chauvet, 1982; Chauvet, 1991; Chauvet, 1993; Chauvet e Galli, 1982, Armstrong, 1984a; Armstrong 1984b; Wackernagel, 1995), e presentato da molti autori (Clark, 1979; David, 1977; Davis, 1986). Tale metodologia geostatistica permette, non solo di stimare il valore del parametro studiato in un punto dove non è possibile la sua misura, ma anche di dare l'errore di tale stima. Introducendo il concetto di variabile regionalizzata (cioè una funzione  $f(x)$  definita nello spazio e dotata di continuità spaziale), questa metodologia permette altresì di studiare, da un punto di vista prettamente matematico, le correlazioni spaziali di una distribuzione di punti.

In estrema sintesi, il metodo del kriging richiede la costruzione del semivariogramma sperimentale, la valutazione del modello matematico che meglio interpreta i dati del semivariogramma e prevede la definizione del miglior intorno da considerare per il processo d'interpolazione.

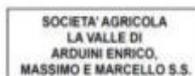
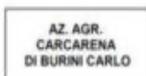
## Bibliografia

- Capaccioni B., Didero M., Lucci P., Pirillo M., Scartoni P., Tatano F. (2005) Camera di accumulo portatile per il monitoraggio di emissioni di biogas da discarica: risultati sperimentali ed elaborazioni preliminari a scala provinciale, *RS Rifiuti Solidi*, Vol. XIX, n. 2, 96-110.
- Clark I. (1979). *Practical Geostatistics*. Department of Mineral Resources Engineering, Royal School of Mines, Imperial College of Science and Technology, London, 129p.
- Chiodini G., Frondini F., Raco B. (1996). Diffuse emission of CO<sub>2</sub> from the Fossa crater, Vulcano Island (Italy). *Bull. Volcanol.*, 58, 41-50.
- Chiodini G., Cioni R., Guidi M., Marini L., Raco B. (1998). Soil CO<sub>2</sub> flux measurements in volcanic and geothermal areas. *Applied Geochemistry*, 13, 543-552.
- Cioni R., Guidi M., Raco B., Guercio M., Corsi R. (2002) CO<sub>2</sub> flux from soil: a methodology to estimate the diffuse biogas, *Proc. of the 7th Int. Symp. on Environmental Issue and Waste Management in Energy and Mineral Production, SWEMP* pp163-174.
- Cioni R., Guidi M., Raco B., Giamberini S., and Daddi P. (2003) Measurement of biogas emissions from air-soil interface in the MSW landfill of Legoli (Pisa, Italy), *Proc. of the Ninth Int. Waste Management and Landfill Symposium. SARDINIA 2003*
- Cossu R., Muntoni A., Chiarantini L., Massacci G., Serra P., Scolletta A., Sterzi G. (1997). Biogas emissions measurements using static and dynamic flux chambers and infrared method, *Proceedings Sardinia 97, sixth International Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari 13-17 October, CISA*
- Frondini F., Chiodini G., Caliro S., Cardellini C., Granieri D., Ventura G. (2004). Diffuse CO<sub>2</sub> degassing at Vesuvio, Italy, *Bullettin of Volcanology*, 642-651, Vol.66.
- Gallego E., Roca F.J., Perales J.F., Sanchez G., Esplugas P. (2012). Characterization and determination of the odorous charge in the indoor air of waste treatment facility through the evaluation of volatile organic compounds (VOCs) using TD-GC-MS. *Waste Management*. 32, 2469-2481.
- Giovenali E., Coppo L., Virgili G., Continanza D., Minardi I., Raco B. (2013). The Flux-meter: implementation of a portable integrated instrumentation for the measurement of CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> diffuse flux from landfill soil cover. *Proceedings Sardinia 2013, Fourteenth International Waste Management and Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari, October 2013*.
- Hinkle M. (1994). Environmental conditions affecting concentrations of He, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> and N<sub>2</sub> in soil gases. *Applied Geochemistry*, 9, 53 – 63.
- Hinkle M., Ryder J.L., (1987). Meteorological variables and concentrations of helium, carbon dioxide, and oxygen in soil gases collected regularly at a single site for more than a year. *U.S. Geol. Surv.. Open-File report*. 87-449.
- Hinkle M., Ryder J.L., (1988). Effect of meteorological changes on concentration of helium, carbon dioxide and oxygen, in soil gases. *Soc. Mining Eng., SME Ann. Mtg. Phenix, Arizona Preprint number 88-9*.
- Kanemasu E.T. Power W.L., Sij J.W. (1974). Field chamber measurements of CO<sub>2</sub> flux from soil surface. *Soil Science*, 118,4, 233-237
- King C.Y., Minissale A. (1994). Seasonal variability of soil gas radon concentration in central California. *Radiat. Meas.*, 23, 683-692.
- Kising A.P., Socolow R.H. (1994). Human impact on the nitrogen cycle. *Physics Today*, 47-11, 24-31.

- 
- Kucera C., Kirkham D. R., (1971). Soil respiration studies in tall grass Prairie in Missouri. *Ecology*, 52, 912 – 915.
- Parkinson K.J. (1981). An improved method for measuring soil respiration in the field. *J. Appl. Ecology*, 18, 221-228.
- Pinoul J.L., Baubron J.C. (1996). Signal processing of soil gas radon, atmospheric pressure, moisture, and soil temperature data: a new approach for radon concentration modeling. *J. Geophys. Res.*, 101, 3157-3171.
- Raco B., Battaglini R., Lelli M., (2010) Gas emission into the atmosphere from controlled landfills: an example from Legoli landfill (Tuscany, Italy). *Environ. Sci. Pollut. Res.* (2010) 17:1197–1206. DOI 10.1007/s11356-010-0294-2
- Tonani F., Miele G. (1991). Methods for measuring flow of carbon dioxide through soils in volcanic setting. Napoli '91. International Conference on Active Volcanoes and Risk Mitigation. Napoli, 27 August-1 September. (abstract).
- Thorstenson D.C., Polloch D.W., (1989). Gas transport in unsaturated porous media: adequacy of Fick's law. *Reviews of Geophysics*, 27, n. 1, 61 – 78.
- Trégourès A. et al., (1999). Comparison of seven methods for measuring methane flux at a municipal solid waste landfill site. *Waste Management Research*, 17, 453 – 458.
- Virgili G., Continanza D., Coppo L. (2008) Il FLUX-meter: implementazione di una strumentazione integrata portatile per la misura dei flussi di CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> diffusi dal suolo, *Giornale di Geologia Applicata*, 9 (1), 73-84.
- Werner C., Cardellini C. (2006). Comparison of carbon dioxide emissions with fluid upflow, chemistry, and geologic structures at the Rotorua geothermal system, New Zealand. *Geothermics* vol.35 221-238.
- Witkamp M., (1969). Cycles of temperature and carbon dioxide evolution from litter and soil. *Ecology*, 50, 922 – 924.
- www.westsystems.com. West Systems Carbon dioxide flux meter handbook, release 3.0 (2001).



**PRATI\_CO**



# **AZIONE 3 MODELLI PER VALUTARE IL SEQUESTRO DI CARBONIO NEL SUOLO E L'IMPRONTA CARBONICA**

**RENDICONTAZIONE SALDO  
21 Novembre 2019**

A cura di:



Centro Ricerche Produzioni Animali – C.R.P.A. S.p.A.  
Viale Timavo, 43/2 – Reggio Emilia 42121 – Italy  
Tel. +39.0522.436999 – Fax +39.0522.435142  
Settore Ambiente

## **ELENCO PRODOTTI RENDICONTAZIONE INTERMEDIA DAL 1 APRILE 2016 AL 30 AGOSTO 2017**

Obiettivo dell'azione 3 fase A è quantificare la entità e la potenzialità del sequestro del carbonio per le colture che stanno alla base della produzione dei foraggi per l'area di produzione del Parmigiano Reggiano: prato stabile ed erba medica. A tal fine sono stati selezionati alcuni modelli di calcolo per la stima della dinamica del carbonio nel suolo e delle emissioni di gas serra fra quelli più utilizzati e testati a livello internazionale (Roth-C, DNDC, IPCC). Al momento sono stati raccolti i dati necessari per l'input dei modelli (dati meteo, caratteristiche dei suoli, operazioni colturali) per le 5 aziende del progetto e sono state effettuate alcune prime simulazioni, con riferimento al caso di una singola azienda, per valutare le differenze nelle stime dei modelli. Sulla base dei risultati e dei confronti con i dati misurati in campo verrà individuato il modello da utilizzare per la simulazione relativa a tutte le aziende.

Obiettivo dell'azione 3 fase B è quantificare con un approccio LCA l'impronta carbonica delle aziende agricole coinvolte nel progetto, considerando sia la componente agricola che quella zootecnica. A tal fine sono stati raccolti i dati aziendali relativi al 2016 ed è stata effettuata una prima elaborazione della carbon footprint delle 5 aziende, che andrà perfezionata con il completamento della raccolta dati (mancano alcuni dati relativi ai consumi energetici).

Per quanto riguarda la caratterizzazione dei foraggi delle aziende è stata effettuata l'analisi della composizione floristica utilizzando il metodo Daget – Poissonet, applicato in due momenti: nella primavera (al primo taglio) e nell'estate in 3 rappresentative area a prato stabile per ciascuna azienda. Sugli stessi soprassuoli erbosi, sono stati prelevati dei campioni dei quali è stata valutata la composizione percentuale delle graminacee, leguminose ed altre specie; i campioni (30) sono successivamente stati caratterizzati mediante tecnica NIRS. È stato inoltre effettuato un monitoraggio sulle caratteristiche analitico-compositive dei foraggi (freschi e secchi) utilizzati dalle delle 5 aziende per alimentare le bovine.

I.TER al fine di valutare e stimare il contenuto di carbonio contenuto dal suolo ordinato e avviato l'elaborazione progressiva dei dati man mano che venivano raccolti in campo e ha impostato la descrizione dei suoli presenti nei siti monitorati presso le aziende partner. Queste elaborazioni unite alle informazioni raccolte da bibliografia nella fase di Azione 2 costituiscono la base per impostare il calcolo del carbonio immagazzinato nel suolo per 2 tipologie di colture (prato stabile, erba medica) per gli 8 siti sperimentali individuati.

## ELENCO PRODOTTI RENDICONTAZIONE SALDO DAL 1 SETTEMBRE 2017 AL 27 SETTEMBRE 2019

Per l'Azione 3A si sono completate le simulazioni della dinamica del carbonio mediante due modelli: DNDC, che consente di simulare la dinamica del C nel suolo in funzione di numerosi parametri che coinvolgono non solo le caratteristiche pedologiche dei suoli (dati forniti da I.TER), il clima, gli apporti di sostanza organica, ma anche le lavorazioni, la irrigazione, le rese delle colture, e Roth-C, che è basato su un minore numero di dati di input ma che è risultato il modello in grado di simulare la dinamica del C nel suolo su periodi temporali prolungati.

Le simulazioni sulla dinamica del carbonio nei suoli dei prati stabili hanno portato a risultati che, pur differenziandosi a seconda dei modelli di stima utilizzati, convergono nella conclusione: il prato stabile è in grado di accrescere nel tempo la sostanza organica del suolo, sequestrando carbonio. La entità di tale sequestro è condizionata soprattutto dagli apporti di sostanza organica, sia degli effluenti di allevamento, che dei residui colturali. Secondo le stime dei modelli si possono avere valori variabili da 0.7 a 10 t/ha di carbonio per anno. Tali valori corrispondono a una riduzione che può andare, a seconda delle aziende e dei modelli di stima utilizzati, da 4 al 30% della impronta carbonica del latte. Nel caso dell'erba medica si ha una sostanziale stabilità, dovuta al minore apporto di sostanza organica degli effluenti, che vengono distribuiti solo a fine ciclo colturale, ogni 3-4 anni.

Per valutare l'effetto di una potenziale conversione da prato stabile ad erba medica si è anche effettuata una simulazione in cui, dopo un periodo di 20 anni il prato venga rotto e sostituito dalla rotazione con 4 anni di medica seguita da un anno di frumento da granella e un anno di frumento foraggero. Mentre la gestione del prato comporta un incremento del carbonio organico, la conversione a medica costituisce una inversione di tendenza. Il carbonio tende a calare per stabilizzarsi su un livello inferiore. L'apporto di sostanza organica con letame e liquame alla rottura del medicaio è appena in grado di compensare la progressiva perdita di carbonio che si verifica nel corso del ciclo quadriennale, mantenendo sostanzialmente stabile nel tempo lo stock di carbonio nel suolo.

(vedi Allegato "Relazione Sequestro\_C\_PratiCO.pdf)

Per l'Azione 3B si sono completati i calcoli della impronta carbonica (IC) delle aziende, individuando le fasi più impattanti.

È risultato un valore della IC del latte medio pari a 1.27 kgCO<sub>2</sub>eq/kg FPCM con un range da 1.10 a 1.39 kgCO<sub>2</sub>eq/kg FPCM. I risultati più bassi si sono ottenuti nelle aziende che hanno mostrato maggiore produttività delle bovine.

La voce che ha un peso nettamente preponderante sulle emissioni complessive è costituita dalle emissioni enteriche, che mediamente sommano il 43% del totale. La seconda quota per importanza sono le emissioni associate alla produzione degli alimenti acquistati, che mediamente incidono per il 25%. In terza posizione per importanza stanno le emissioni di metano dagli effluenti (11%). Minori responsabilità, con valori attorno a 5-6% per ciascuna, sono associate alle emissioni di protossido di azoto dalle fertilizzazioni azotate, di N<sub>2</sub>O dalla gestione delle deiezioni e di CO<sub>2</sub> per la produzione dei mezzi tecnici.

**I.TER ha collaborato con CRPA fornendo i dati del Carbonio e le caratteristiche fisico chimiche dei suoli rilevati in campo per l'implementazione dei modelli di calcolo**

Si è completata la raccolta dei campioni di foraggio per la caratterizzazione analitica e la analisi di composizione floristica. In ciascuna delle 5 aziende agricole partner del progetto sono stati individuati 3 prati stabili nei quali, in corrispondenza di 3 differenti epoche di sfalcio (primo taglio, taglio estivo e taglio autunnale) è stata effettuata l'analisi della composizione

floristica utilizzando il metodo Daget – Poissonet; per ogni rilievo è stato prelevato un campione di erba fresca del quale è stata effettuata la differenziazione floristica di specie (graminacee, leguminose ed altre specie), lo stesso campione è stato seccato in stufa ed analizzato al NIRS per le più importanti caratteristiche compositive

### **3A VALUTAZIONE DEL SEQUESTRO DI CARBONIO NEL SUOLO DELLE AZIENDE DELL'AREA DEL PARMIGIANO-REGGIANO**

Modelli per la stima della dinamica del carbonio nel suolo

La azione ha previsto la quantificazione della entità del sequestro del carbonio per le colture che stanno alla base della produzione dei foraggi per le aziende del GO: prato stabile ed erba medica.

Le stime sono state effettuate con riferimento alle condizioni climatiche e pedologiche delle aziende partecipanti al GO e tenendo conto delle pratiche agricole da esse attuate.

Il calcolo del sequestro del carbonio nel suolo integra quello della impronta carbonica delle aziende, per valutare quanto esso sia in grado di mitigare il bilancio delle emissioni di GHG associate alla produzione del latte.

La dinamica della sostanza organica nel suolo è un processo lento e complesso che difficilmente può essere evidenziato da misurazioni di breve durata. Per valutare scenari di variazione su scale temporali prolungate è necessario fare ricorso a modelli di calcolo in grado di simulare la dinamica di accumulo/depauperamento del carbonio organico del suolo per differenti tipi di suolo, differenti pratiche colturali (lavorazioni, rotazioni, apporto di residui colturali, fertilizzazioni azotate) e differenti condizioni climatiche.

Per la stima del potenziale sequestro del carbonio sono stati selezionati alcuni modelli di calcolo per la stima della dinamica del carbonio nel suolo e delle emissioni di gas serra fra quelli più utilizzati e testati a livello internazionale (Roth-C, DNDC). Si tratta di strumenti di calcolo caratterizzati da differente complessità per quanto riguarda i dati di input e per quanto riguarda il dettaglio dei processi simulati.

Con i modelli selezionati sono state effettuate le stime del carbonio sequestrato dalle rotazioni colturali con erba medica e dal prato stabile per le cinque aziende coinvolte nel GO.

#### **Modello Roth-C**

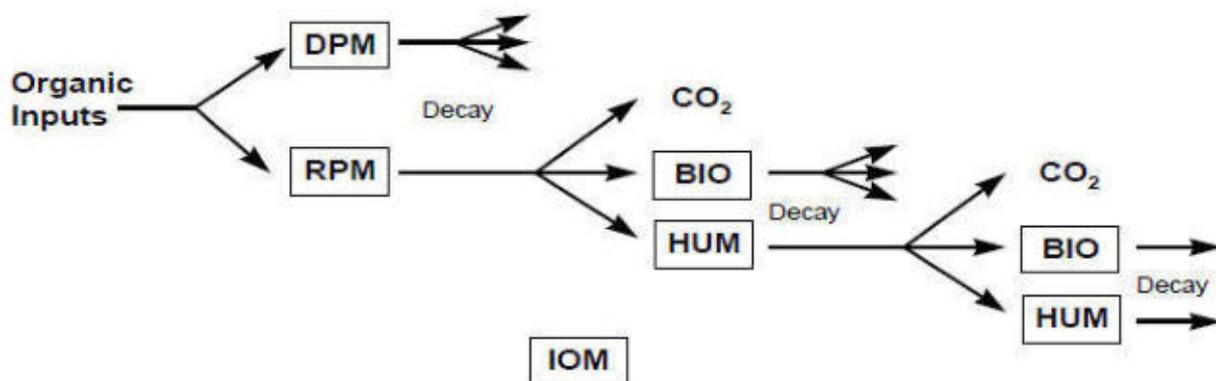
Il modello RothC simula la dinamica a lungo termine delle emissioni di carbonio organico nel suolo (SOC) e delle emissioni di CO<sub>2</sub> nel suolo, per diversi tipi di vegetazione tra cui seminativi, prati e foreste. Il modello lavora su step mensili e richiede un numero limitato di dati di input: dati meteo mensili (temperatura, precipitazione ed evotraspirazione potenziale), contenuto di argilla del suolo, informazioni sulla copertura del suolo (se il suolo è nudo o sotto la copertura vegetale, poiché la decomposizione è più veloce in suoli spogli), quantità e qualità dei residui di piante restituiti al suolo e eventuali input di letame (FYM) e liquame (Coleman e Jenkinson, 2014).

La dinamica del carbonio organico viene simulata utilizzando quattro compartimenti attivi (pool), ovvero materiale vegetale decomponibile (DPM), materiale vegetale resistente (RPM), biomassa microbica (BIO) e materia organica umificata (HUM), e un compartimento di materia organica inerte (IOM) resistente alla decomposizione che non partecipa al turnover del C (Coleman e Jenkinson, 2014). IOM (t C ha<sup>-1</sup>) è calcolato da SOC usando l'equazione proposta da Falloon et al. (1998):

$$\text{IOM} = 0,049 \times \text{SOC}^{1,139}$$

Il modello suddivide la quantità in entrata di residui vegetali in materiale vegetale decomponibile (DPM) e materiale vegetale resistente (RPM), a seconda del rapporto DPM / RPM (qualità dei residui). DPM e RPM si decompongono per formare CO<sub>2</sub>, BIO e HUM in proporzioni basate sul contenuto di argilla. Il BIO + HUM viene quindi suddiviso in 46% BIO e 54% HUM e sia BIO che HUM si decompongono per formare più CO<sub>2</sub>, BIO e HUM (Figura 1). Nel presente progetto è stato utilizzato il modello RothC versione 26.3 (Coleman e Jenkinson, 2014).

Figura 1 – Struttura logica del modello Roth-C



RPM : Resistant Plant Material  
 DPM : Decomposable Plant Material  
 BIO : Microbial Biomass

HUM : Humified OM  
 IOM : Inert Organic Matter

I dati di input per eseguire simulazioni con RothC sono inclusi in due file. I file delle pratiche colturali (Land Management) contengono gli input mensili dei residui vegetali e degli effluenti in t C ha<sup>-1</sup> e le informazioni sulla copertura del suolo (ovvero se il terreno è nudo o coperto).

Edit existing land management file

Save Cancel

Description **Arduini\_prato\_IPCC**

	Plant Residues (t C / ha) {range}	FYM (t C / ha) {range}	Soil cover {range}
January	0	0	Covered ▾
February	0	0	Covered ▾
March	0	1.19	Covered ▾
April	0	0	Covered ▾
May	3.1	0.48	Covered ▾
June	1	0	Covered ▾
July	1	0	Covered ▾
August	0	0	Covered ▾
September	1	0.71	Covered ▾
October	0	1.56	Covered ▾
November	0	0	Covered ▾
December	0	0	Covered ▾

Il file meteorologico include i valori mensili di temperatura (°C), precipitazioni (mm) ed evotraspirazione potenziale (mm), oltre al contenuto di argilla (%) e alla profondità del suolo campionato (cm).

Edit existing weather data

Save Cancel

Description **Bibbiano\_2016**

	Temperature (°C) {range}	Rainfall (mm) {range}	Evaporation (mm) {range}
January	3.4	15.3	22
February	6.4	90	24.7
March	8.6	45.1	56.6
April	13.6	25.7	95
May	16.6	53.1	128.8
June	21.5	19.4	158.7
July	25.4	0.6	185.4
August	23.6	6.8	153.5
September	20.8	9.2	107.2
October	12.6	47.5	45.2
November	7.9	40.1	22.8
December	2.9	11.5	17
Clay % {range}	32	Depth (cm) {range}	30

I dati meteo sono stati ricavati dal sito di Arpae (<https://simc.arpae.it/dext3r/>), riferiti ai siti di Bibbiano (aziende Arduini, Burini, Chierici e Scalabrini) e S. Ilario (azienda Pelosi) per gli

anni 2016, 2017 e 2018. I dati di evotraspirazione potenziale sono stati forniti direttamente da Arpa (comunicazione personale).

RothC-26.3 è progettato per funzionare in due modi: "in avanti" (forward) in cui vengono utilizzati input di carbonio noti per calcolare i cambiamenti nella sostanza organica del suolo e "inverso", quando gli input di carbonio vengono calcolati allo stato di equilibrio a 10.000 anni sulla base di un tenore noto di sostanza organica nel suolo.

In pratica il modello è stato inizialmente fatto girare all'equilibrio in modalità inversa, in base al contenuto totale di carbonio del suolo (i primi 30 cm), al contenuto di argilla, alle condizioni climatiche medie e alla presenza di copertura vegetale nell'uso del suolo durante tutto l'anno. Durante questo processo di inizializzazione in modalità inversa il modello calcola automaticamente la sostanza organica inerte (IOM) dal contenuto di SOC noto utilizzato come input e calcola in modo iterativo gli input di carbonio dei residui colturali (inclusi nel file di gestione del suolo) fino a quando lo stock di SOC simulato non corrisponde allo stock SOC misurato. Successivamente, il modello viene fatto girare in modalità forward per valutare la dinamica del carbonio nel suolo negli anni di progetto o per simulazioni su periodi più lunghi. Il rapporto DPM / RPM è stato impostato sul valore predefinito default, ovvero 1,44 (Coleman e Jenkinson, 2014).

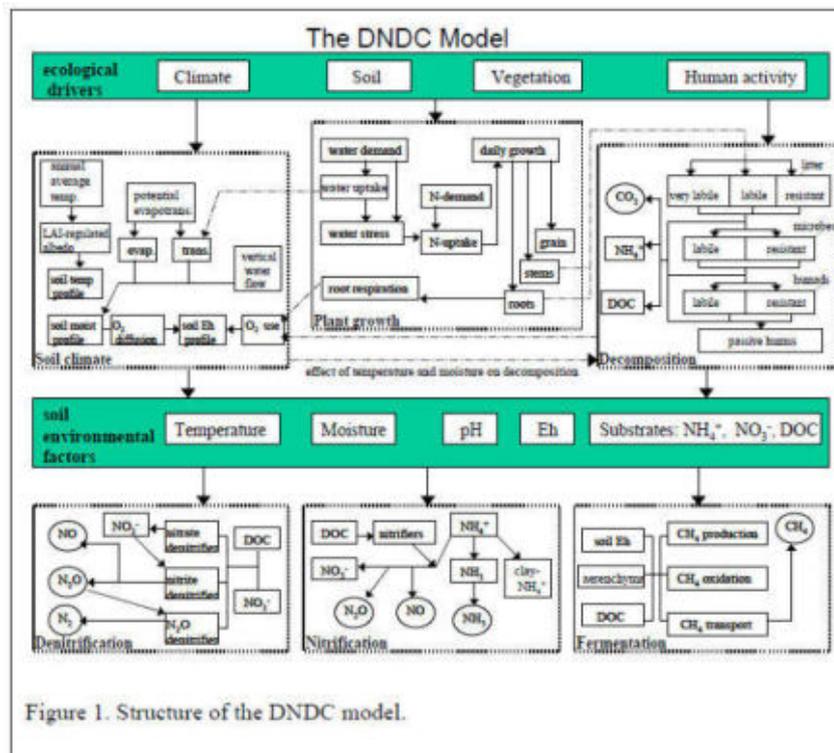
### **Modello DNDC**

DNDC (DeNitrification-DeComposition) è un modello di simulazione della biogeochimica del carbonio e dell'azoto negli agroecosistemi (Figura 2). Il modello può essere utilizzato per prevedere la crescita delle colture, i regimi di temperatura e di umidità del suolo, la dinamica del carbonio del suolo, la percolazione dell'azoto e le emissioni di gas, incluso il protossido di azoto ( $N_2O$ ), l'ossido di azoto (NO), l'azoto molecolare ( $N_2$ ), l'ammoniaca ( $NH_3$ ), il metano ( $CH_4$ ) e il biossido di carbonio ( $CO_2$ ).

Il modello DNDC è stato originariamente sviluppato come strumento per predire le emissioni di protossido di azoto dai sistemi colturali in USA. Da allora il modello è stato ampliato da molti gruppi di ricerca per includere altri ecosistemi, come le risaie, i pascoli, le foreste e le zone umide, e il modello tiene conto dell'uso del suolo e dei cambiamenti di uso del suolo. Come modello "process-based", DNDC è in grado di prevedere i flussi dal suolo di tutti e tre i gas a effetto serra: protossido di azoto ( $N_2O$ ), anidride carbonica ( $CO_2$ ) e metano ( $CH_4$ ), così come altri importanti indicatori ambientali ed economici quali la produzione delle colture, la volatilizzazione dell'ammoniaca ( $NH_3$ ) e la lisciviazione dei nitrati ( $NO_3$ ), oltre che della dinamica di C nel suolo. Il modello DNDC è stato ampiamente utilizzato a livello internazionale, e in progetti europei relativi alla biogeochimica dell'azoto (es. Nofretete e NitroEurope).

DNDC tratta il suolo come una serie di strati discreti orizzontali (fino a una profondità di 50 cm). All'interno di ciascun strato tutte le proprietà del suolo sono assunte uniformi. Alcune delle proprietà fisiche del suolo quali la densità, la porosità e altri parametri idraulici sono assunti costanti attraverso tutti gli strati; tuttavia molte delle proprietà del suolo (ad esempio l'umidità, la temperatura, il pH, i pool di carbonio e di azoto) possono variare fra gli strati. I calcoli vengono effettuati per ciascuno strato di suolo e per ciascun intervallo di tempo. DNDC utilizza di default parametri basati su valori medi per i suoli US, modificabili qualora siano disponibili dati locali. Il modello lavora su scala temporale giornaliera, per cui richiede dati di input più dettagliati rispetto a Roth-C.

Figura 2 – Struttura logica del modello DNDC



Nelle diverse sezioni dei dati di input vengono richiesti dati relativi al Clima, dati relativi alle caratteristiche del Suolo, dati relativi alle Pratiche colturali:

- dati relativi al **Clima**: vengono richiesti dati giornalieri con almeno temperatura media e precipitazioni,
- dati relativi al **Suolo** (vedi maschera di input sottostante):

Alcuni parametri sono indispensabili, per altri viene comunque fornito un default. I parametri per i quali nelle elaborazioni del progetto è stato fornito il dato specifico aziendale, perché disponibile sia sulla base dei dati aziendali che di quelli rilevati da Iter, sono stati:

- uso del suolo, selezionabile fra: upland crop field, rice paddy field, moist grassland/pasture, dry grassland/Pasture, wetland, and tree plantation,
- tessitura
- % argilla
- densità apparente, in  $t/m^3$
- pH,
- SOC nello strato più superficiale del suolo (10 cm), in kgC/kg di suolo

Dati relativi alle **Pratiche culturali**. Fra queste possono essere forniti dati di dettaglio per le seguenti sezioni:

Nella sezione **Crop** vengono chiesti dati relativamente a:

- tipo di coltura (selezionabile fra 62 tipi previsti da DNDC),
- resa produttiva (ripartita fra grain, leaf, stem e root; viene proposto un default una volta fornito il dato per grain)
- data di semina e di raccolta

Nella sezione **Tillage** vengono richiesti dati sulla tipologia di lavorazioni e sulla data di effettuazione

Nella sezione **Fertilization** vengono richiesti dati sulle fertilizzazioni minerali (non utilizzato perché le aziende del GO non la praticano).

Nella sezione **Manure Amendment** vengono richiesti dati relativamente agli apporti di effluenti organici, indicando: n° di applicazioni, tipo, data di distribuzione, dose (kgC/ha), rapporto C/N, metodo di distribuzione. Per il rapporto C/N viene proposto un valore default, che è stato modificato utilizzando la media dei dati relativi ai liquami e letami bovini presenti nella ricchissima banca dati di CRPA delle analisi effettuate sugli effluenti di allevamento, ovvero: C/N per liquame bovino = 9, C/N per letame bovino = 17.

Application	Month	Day	Type	Manure-C	C/N	Manure-N
1st	3	1	4	1190.000	9.000	132.222
2nd	5	13	4	480.000	9.000	53.333
3rd	9	30	4	710.000	9.000	78.889
4th	10	15	1	1560.000	17.000	91.765

Nella sezione **Irrigation** vengono richiesti dati sulla irrigazione con metodi di distribuzione con irrigatore o a manichetta (non utilizzata in quanto la irrigazione per scorrimento utilizzata sui prati stabili è stata assimilata al Flooding).

Nella sezione **Flooding** vengono richiesti dati relativamente alla irrigazione per sommersione/scorrimento, con dettaglio del numero di irrigazioni e della data di inizio e fine. La sezione **Plastic** si riferisce alle colture protette (non utilizzata).

Nella sezione **Grazing or cutting**, per il cutting vengono richiesti dati relativamente al n° di tagli, alle date di effettuazione, alla parte che viene sfalciata (grain, leaf, stem, root) e alla frazione % sfalciata (default = 80%).

Plastic | Grazing or cutting

Biomass cutting

Number of cuttings =

Cutting # =  <- Last Next ->

Month =  day =

Cut part  Grain  Leaf  Stem  Root

Cut fraction (0-1)

### Parametri aziendali

Per entrambi i modelli testati i dati di input più rilevanti sono quelli relativi alle caratteristiche del suolo, alle rese produttive e agli apporti di carbonio organico, sia attraverso gli effluenti di allevamento che attraverso i residui colturali, questi ultimi condizionati a loro volta dalle rese produttive.

### Le caratteristiche del suolo sono state ricavate dai risultati elaborati da I.TER.

Per le simulazioni modellistiche si è deciso di utilizzare il valore analitico ottenuto con l'analizzatore elementare. Nel caso delle aziende per le quali erano disponibili risultati analitici di diversi appezzamenti (prati di diversa età) si è scelto di effettuare le simulazioni sulla tipologia di prato "intermedio" come età, ossia il prato di 50 anni.

Per il modello Roth-C è richiesto il dato riferito allo strato 0-30 cm (Tabella 1), mentre per il modello DNDC viene richiesto il dato riferito allo strato 0-15 (Tabella 2).

*Tabella 1 – Caratteristiche del suolo per le aziende del GO, utilizzate nelle simulazioni della dinamica di C nel suolo (modello Roth-C)*

Azienda	Codifica	Argilla %	Tessitura	Densità apparente (kg/m <sup>3</sup> )	Sostanza Organica AE (%)	Carbonio organico AE (%)	Carbonio organico WB (%)	Carbonio organico AE (tC/ha)	Apporto C per equilibrio (tC/ha/a)
Arduini	ARD_prato	33	Silty Clay Loam	1.47	3.3	1.9	1.9	84.2	4.2
	ARD_medica	31	Silty Clay Loam	1.47	2.6	1.5	1.4	66.3	3.4
Burini	BUR_prato_15	32	Clay Loam	1.42	5.6	3.2	3.3	138.1	6.9
	BUR_prato_50	32	Clay Loam	1.42	5.3	3.1	3.1	130.7	6.5
	BUR_prato_100	32	Clay Loam	1.42	4.3	2.5	2.4	104.8	5.3
	BUR_medica	32	Clay Loam	1.42	1.9	1.1	1.3	46.8	2.4
Chierici	CHI_prato	38	Silty Clay Loam	1.47	3.8	2.2	2.2	95.7	4.8

Pelosi	PEL_prato	33	Silty Clay Loam	1.47	5.2	3.0	2.3	131.4	6.5
Scalabri ni	SCA_prato_25	28	Silt Loam	1.53	4.2	2.4	2.5	111.6	5.7
	SCA_prato_50	28	Silt Loam	1.50	3.9	2.3	2.2	102.2	5.2
	SCA_medica	28	Clay Loam	1.42	1.9	1.1	1.0	46.8	2.4

AE= analisi con Analizzatore elementare, WB = analisi con metodo Walkey Black  
I valori analitici si riferiscono alla media di 2 profondità di campionamento strato 0-15 e strato 15-30 cm

Nella ultima colonna della tabella viene mostrato l'apporto annuale di Carbonio organico che, secondo il modello Roth-C, fa raggiungere la condizione di equilibrio per mantenere stabile il tenore di C misurato nel relativo appezzamento aziendale.

*Tabella 2 – Caratteristiche del suolo per le aziende del GO, utilizzate nelle simulazioni della dinamica di C nel suolo (modello DNDC)*

Azienda	Codifica	Argilla %	Tessitura	Densità apparente (kg/m <sup>3</sup> )	Sostanza Organica AE (%)	Carbonio organico AE (%)	Carbonio organico WB (%)	Carbonio organico AE (tC/ha)
Arduini	ARD_prato	30	Silty Clay Loam	1.466	4.1	2.4	2.3	104.6
	ARD_medica	31	Silty Clay Loam	1.466	2.6	1.5	1.5	66.3
Burini	BUR_prato_15	29	Clay Loam	1.417	6.3	3.7	3.9	155.3
	BUR_prato_50	32	Clay Loam	1.417	6	3.5	3.5	147.9
	BUR_prato_100	30	Clay Loam	1.417	5.3	3.1	3.0	130.7
	BUR_medica	31	Clay Loam	1.417	2	1.2	1.3	49.3
Chierici	CHI_prato	37.5	Silty Clay Loam	1.466	5	2.9	2.9	127.6
Pelosi	PEL_prato	33	Silty Clay Loam	1.466	6.1	3.5	2.6	155.6
Scalabri ni	SCA_prato_25	24	Silt Loam	1.527	6.6	3.8	3.7	175.4
	SCA_prato_50_1	29	Silty Clay Loam	1.466	5	2.9	2.5	127.6
	SCA_prato_50_3	25	Silt Loam	1.527	4.1	2.4	2.9	108.9
	SCAmedia_prato_50	27	Silt Loam	1.4965	4.55	2.6	2.7	118.5
	SCA_medica	28	Clay Loam	1.417	1.9	1.1	1.1	46.8

### Apporti di residui colturali

Gli apporti di residui colturali sono calcolati in funzione della resa produttiva. Dal momento che questo parametro, nel modello Roth-C, ha grande influenza sul risultato della dinamica di C nel suolo si è deciso di effettuare la stima di questi apporti con due metodologie differenti.

In un caso si sono utilizzate le formule riportate nelle Guidelines IPCC 2006 (Table 11.2 of the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories), che hanno stabilito dei parametri di utilizzo globale per la redazione degli inventari nazionali delle emissioni di gas serra, parametrizzando i residui colturali sopra terra (Above Ground Residue, AGR) e sottoterra (Below Ground Residue, BGR) alla resa produttiva (Above Ground Product, AGP)

e per diverse colture. Per le colture di interesse per il progetto (prato, medica e frumento) tali equazioni sono:

- $AGR\ prato = 0.3 * AGP$  (in sostanza secca)
- $BGR\ prato = 0.8 * (AGR+AGP)$
- $AGR\ medica = 0.29 * AGP$  (in sostanza secca)
- $BGR\ prato = 0.4 * (AGR+AGP)$
- $AGR\ frumento = 1.61 * AGP$  (granella, in sostanza secca) + 0.4
- $BGR\ frumento = 0.23 * (AGR+AGP)$

Le equazioni IPCC in sostanza stimano che, nel caso di prato e medica, rispettivamente il 30 e il 29% del prodotto raccolto rimanga in campo come residuo colturale sopra terra e che l'apparato radicale contribuisca al ritorno di sostanza organica nel suolo per l'80% della produzione epigea nel caso del prato e per il 40% per la medica.

Si tratta di valori piuttosto elevati, che probabilmente nel caso del prato (*grassland*) si riferiscono prevalentemente a pascoli piuttosto che a prati sfalciati e comunque, dovendo valere a livello mondiale, si possono riferire a sistemi colturali meno efficienti nella raccolta del prodotto rispetto a quelli di una agricoltura specializzata quale è quella delle aziende del GO. Per tale motivo si è deciso di effettuare simulazioni anche con apporti di residui colturali che derivano dall'esperienza di CRPA nei cantieri di fienagione seguiti in diversi progetti.

In questa seconda simulazione si sono quindi utilizzati i parametri di default del modello DNDC per quanto riguarda la ripartizione fra biomassa ipogea ed epigea  $BGR/(AGR+AGP)$  e si sono stimate le perdite per fienagione pari al 10% nel caso del prato e al 12% nel caso della medica. Tale parametrizzazione viene nel seguito indicata come "residui CRPA". Nel caso del frumento si sono ritenuti validi i parametri IPCC.

*Tabella 3 – Parametri per la quantificazione dei residui colturali lasciati sopra terra (AGR) e sottoterra (BGR) rispetto alla resa produttiva (AGP). Parametrizzazione sulla base di un expert judgement CRPA e dei valori default del modello DNDC*

Coltura	AGR (% ss prodotto)	BGR/(AGR+AGP)
Prato	10%	0.39
Medica	12%	0.74

La resa produttiva della medica è stata differenziata nei 4 anni di vita del medicaio, ossia

- 1° anno: 10/15% del totale prodotto
- 2° e 3° anno: 30/35%
- 4° anno: 20/25%.

Questo significa che, fatta 100 la resa del 2° e 3° anno, quella del 1° anno risulta = 40% e quella del 4° = 70%.

Gli input annui di carbonio in tC/ha sono calcolati come  $0,45 * ss$  dei residui (ossia carbonio organico = 45% della sostanza secca dei residui vegetali) per tutti i diversi tipi di raccolto (Farina et al., 2018).

Le rese produttive per le 5 aziende del GO medie di due annate e per le colture: prato stabile, erba medica e frumento (in rotazione con la medica) vengono riassunte in Tabella 4.

Tabella 4 – Rese produttive e residui colturali secondo le due metodologie di stima utilizzate

<b>Resa colture (t ss/ha)</b>	<b>Arduini</b>	<b>Burini</b>	<b>Chierici</b>	<b>Pelosi</b>	<b>Scalabrini</b>
Prato	10.4	7.4	17.2	15.5	24.1
Medica 1° anno	5.8	3.4			4.5
Medica 2° e 3° anno	13.5	8.0			10.5
Medica 4° anno	9.6	5.7			7.5
Frumento granella	5.0	5.0			6.0
Frumento foraggero	9.0	7.0			8.0

Nel caso del modello DNDC il dato di input richiesto è la resa in sostanza secca per ettaro e la percentuale di residuo epigeo lasciato in campo. Il modello propone una ripartizione del carbonio default fra granella, foglie, steli e radici a seconda della coltura selezionata.

In Tabella 5 vengono mostrati i dati inseriti per le diverse aziende e le diverse colture considerate.

Tabella 5 – Apporti di C per le diverse colture secondo la ripartizione DNDC

<b>Prato</b>	<b>Arduini</b>	<b>Burini</b>	<b>Chierici</b>	<b>Pelosi</b>	<b>Scalabrini</b>
resa (t ss/ha/a)	10.4	7.4	17.2	15.5	24.1
resa (t C/ha/a)	4.7	3.3	7.7	7.0	10.8
<i>ripartizione C secondo DNDC (tC/ha/a)</i>					
<i>grain</i>	0.130	0.093	0.215	0.194	0.301
<i>leaf</i>	2.280	1.619	3.756	3.386	5.264
<i>stem</i>	2.280	1.619	3.756	3.386	5.264
<i>root</i>	1.824	1.295	3.005	2.709	4.211
<b>Medica 1° anno</b>	<b>Arduini</b>	<b>Burini</b>	<b>Chierici</b>	<b>Pelosi</b>	<b>Scalabrini</b>
resa (t ss/ha/a)	5.805	3.44	1.29		4.515
resa (t C/ha/a)	2.612	1.548	0.581		2.032
<i>ripartizione C secondo DNDC (tC/ha/a)</i>					
<i>grain</i>	0.045	0.027	0.010		0.035
<i>leaf</i>	1.284	0.761	0.285		0.998
<i>stem</i>	1.284	0.761	0.285		0.998
<i>root</i>	1.907	1.130	0.424		1.483
<b>Medica 2° e 3° anno</b>	<b>Arduini</b>	<b>Burini</b>	<b>Chierici</b>	<b>Pelosi</b>	<b>Scalabrini</b>
resa (t ss/ha/a)	13.5	8	3		10.5
resa (t C/ha/a)	6.075	3.600	1.350		4.725
<i>ripartizione C secondo DNDC (tC/ha/a)</i>					
<i>grain</i>	0.105	0.062	0.023		0.082
<i>leaf</i>	2.985	1.769	0.663		2.322
<i>stem</i>	2.985	1.769	0.663		2.322
<i>root</i>	4.435	2.628	0.986		3.450
<b>Medica 4° anno</b>	<b>Arduini</b>	<b>Burini</b>	<b>Chierici</b>	<b>Pelosi</b>	<b>Scalabrini</b>
resa (t ss/ha)	9.585	5.68	2.13		7.455
resa (t C/ha)	4.313	2.556	0.959		3.355
<i>ripartizione C secondo DNDC (tC/ha/a)</i>					
<i>grain</i>	0.075	0.044	0.017		0.058

<i>leaf</i>	2.119	1.256	0.471		1.648
<i>stem</i>	2.119	1.256	0.471		1.648
<i>root</i>	3.149	1.866	0.700		2.449
<b>Medica media</b>	<b>Arduini</b>	<b>Burini</b>	<b>Chierici</b>	<b>Pelosi</b>	<b>Scalabrini</b>
resa (t ss/ha/a)	10.5975	6.28	2.355		8.2425
resa (t C/ha/a)	4.769	2.826	1.060		3.709
<i>ripartizione C secondo DNDC (tC/ha/a)</i>					
<i>grain</i>	0.083	0.049	0.018		0.064
<i>leaf</i>	2.343	1.389	0.521		1.822
<i>stem</i>	2.343	1.389	0.521		1.822
<i>root</i>	3.482	2.063	0.774		2.708
<b>Frumento (a luglio)</b>	<b>Arduini</b>	<b>Burini</b>	<b>Chierici</b>	<b>Pelosi</b>	<b>Scalabrini</b>
resa (t ss/ha/a)	5	5			6
resa (t C/ha/a)	2.250	2.250			2.700
<i>ripartizione C secondo DNDC (tC/ha/a)</i>					
<i>grain</i>	2.25	2.25			2.70
<i>leaf</i>	1.15	1.15			1.38
<i>stem</i>	1.15	1.15			1.38
<i>root</i>	0.93	0.93			1.12
<b>Frumento foraggero (maggio)</b>	<b>Arduini</b>	<b>Burini</b>	<b>Chierici</b>	<b>Pelosi</b>	<b>Scalabrini</b>
resa (t ss/ha/a)	9	7			8
resa (t C/ha/a)	4.050	3.150			3.600
<i>ripartizione C secondo DNDC (tC/ha/a)</i>					
<i>grain</i>	2.001	1.556			1.778
<i>leaf</i>	1.025	0.797			0.911
<i>stem</i>	1.025	0.797			0.911
<i>root</i>	0.830	0.645			0.737

Gli apporti di sostanza organica con gli effluenti di allevamento sono stati stimati sulla base delle indicazioni delle aziende Prati\_CO, trasformando le dosi dichiarate di letame e di liquame distribuite sulle colture in corrispondenti dosi di azoto, sulla base di un tenore medio azotato degli effluenti bovini, ricavato dalla banca dati CRPA, e del relativo rapporto C/N.

Gli apporti di sostanza organica con gli effluenti e con i residui colturali calcolati secondo le due metodologie di stima (IPCC e CRPA) vengono riassunti in Tabella 6.

**Tabella 6 - Apporti di sostanza organica con gli effluenti e con i residui colturali calcolati secondo le due metodologie di stima (IPCC e CRPA)**

Azienda	Codifica	Apporto C da effluenti (tC/ha/a)	Apporto C dai residui (IPCC) (tC/ha/a)	Apporto C totale (IPCC) (tC/ha/a)	Apporto C dai residui (CRPA) (tC/ha/a)	Apporto C totale (CRPA) (tC/ha/a)
Arduini	ARD_prato	3.94	6.3	10.2	2.5	6.4
	ARD_medica	2.06	3.1	5.2	1.6	3.6
Burini	BUR_prato	3.40	4.5	7.9	1.8	5.2
	BUR_medica	2.25	2.0	4.2	1.1	3.3

Chierici	CHI_prato	4.05	10.4	14.4	4.1	8.1
Pelosi	PEL_prato	2.76	9.3	12.1	3.7	6.4
Scalabrini	SCA_prato	5.30	14.5	19.8	5.7	11.0
	SCA_medica	2.95	2.6	5.5	1.4	4.3

NOTA: nel caso della medica gli apporti di C sono quantificati come media annuale su una rotazione di 6 anni, con 4 anni di medica e 2 anni di frumento

## Risultati

I risultati delle simulazioni sulla base dei due modelli vengono riassunti in *Tabella 7*. La simulazione è stata effettuata sia su un periodo di 6 anni, corrispondente a quello della rotazione medica-frumento, sia su un periodo più prolungato di 20 anni, che è quello che, secondo la metodologia IPCC, porta al raggiungimento di una condizione di equilibrio nello stock di C del suolo, nel caso non intervengano cambiamenti nelle pratiche agricole.

*Tabella 7 – Variazione annua dello stock di Carbonio Organico per le aziende PratiCO secondo il modello Roth-C per i due avvicendamenti colturali considerati: prato stabile e erba medica+frumento*

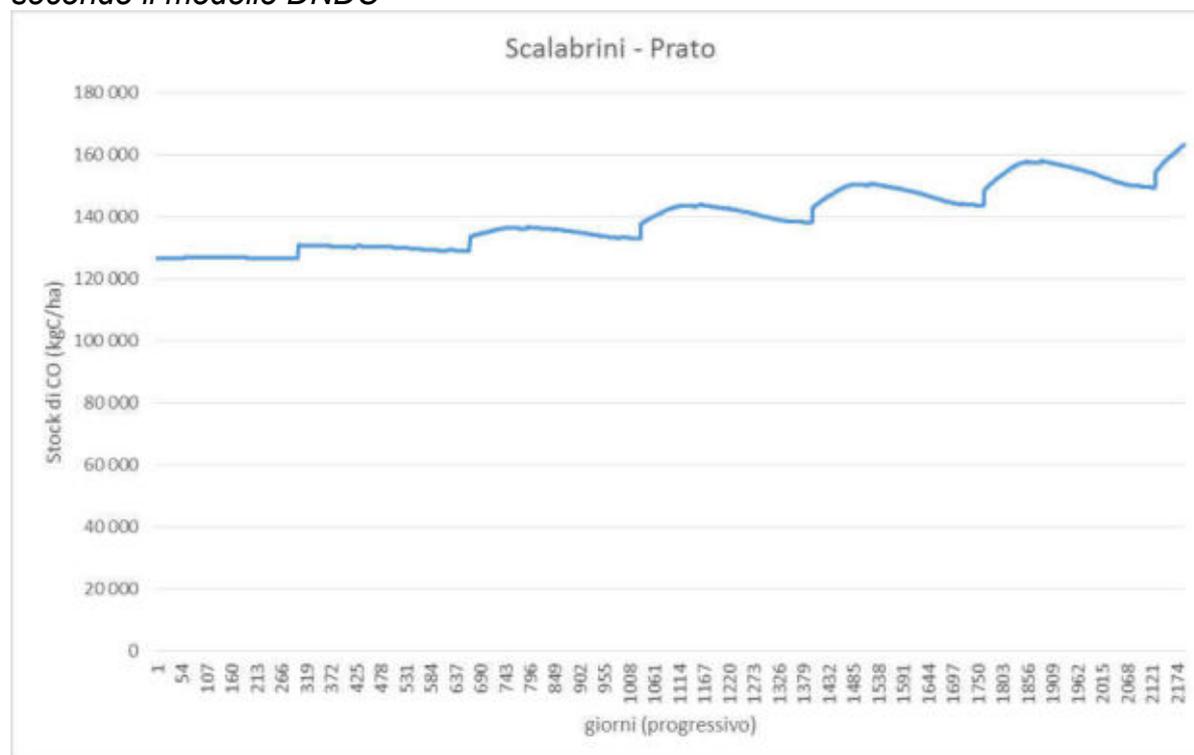
Coltura	Modello	Dinamica Carbonio Organico	Arduini	Burini	Chierici	Pelosi	Scalabrini
<b>Prato stabile</b>	Roth-C, residui CRPA	Variazione CO al 1° anno (tC/ha/a)	2.51	0.89	3.39	1.74	5.39
		Variazione annua media CO in 6 anni (tC/ha/a)	1.33	-0.02	1.87	0.47	3.12
		Variazione annua media CO in 20 anni (tC/ha/a)	0.88	0.02	1.23	0.34	2.02
	Roth-C, residui IPCC	Variazione CO al 1° anno (tC/ha/a)	4.75	2.41	7.18	4.98	10.64
		Variazione annua media CO in 6 anni (tC/ha/a)	2.89	1.03	4.48	2.71	6.77
		Variazione annua media CO in 20 anni (tC/ha/a)	1.88	0.69	2.91	1.79	4.38
<b>Erba medica - Frumento</b>	Roth-C, residui CRPA	Variazione CO al 1° anno (tC/ha/a)	-1.13	-0.83			-0.80
		Variazione annua media CO in 6 anni (tC/ha/a)	0.31	0.58			1.07
		Variazione annua media CO in 20 anni (tC/ha/a)	0.07	0.23			0.48
	Roth-C, residui IPCC	Variazione CO al 1° anno (tC/ha/a)	-0.23	-0.43			-0.23
		Variazione annua media CO in 6 anni (tC/ha/a)	0.85	0.90			1.49
		Variazione annua media CO in 20 anni (tC/ha/a)	0.48	0.47			0.80

NOTA: nel caso della medica le variazioni annuali di CO sono quantificate come media annuale su una rotazione di 6 anni, con 4 anni di medica e 2 anni di frumento

Nel caso del modello DNDC sono state effettuate simulazioni della dinamica del carbonio solo nel caso del prato stabile. Il modello DNDC, a differenza del Roth-C, considera uno strato di suolo più profondo per valutarne la dinamica: 50 cm invece che 30 cm e stima il contenuto di C di questo strato sulla base del tenore di C dello strato più superficiale (10 cm) e di un tasso di calo a gradini su strati considerati omogenei. Ne deriva che il contenuto

di carbonio organico per ettaro può essere quantificato in modo diverso fra i due modelli, pur partendo dalle stesse determinazioni analitiche della sostanza organica del suolo. Facendo girare il modello, poi, non è stato possibile ottenere risultati su periodi temporali lunghi. Limitando la simulazione a 6 anni si è osservato che i risultati sono presumibilmente influenzati da una modalità anomala di elaborazione del modello, che sembra non tenere conto, dopo il 1° anno, delle operazioni di raccolta del foraggio con i successivi sfalci. Non è stato tuttavia possibile, nell'ambito del presente progetto, approfondire questa anomalia. Tale "malfunzionamento" pare testimoniato dal risultato della simulazione che mostra (Figura 3) un progressivo aumento dei cicli annuali di accumulo di carbonio nel suolo, difficilmente spiegabili considerato che le pratiche colturali non subiscono variazioni.

Figura 3 – Scalabrini: prato stabile - Risultati della simulazione della dinamica di C nel suolo secondo il modello DNDC



Si è quindi deciso di non considerare validi i risultati della simulazione se non per il 1° anno. In

Tabella **8** vengono mostrati tali risultati al 1° anno della simulazione, che si collocano a un livello di sequestro di CO per lo più intermedio fra la elaborazione Roth-C\_residui\_IPCC e Roth-C\_residui\_CRPA.

Tabella 8 – Variazione dello stock di carbonio nel suolo secondo il modello DNDC

PRATO	Unità	Arduini	Burini	Chierici	Pelosi	Scalabri ni
Carbonio organico nel suolo DNDC (0-50 cm)	(tC/ha)	104.8	146.9	126.7	154.6	126.7
Carbonio organico nel suolo DNDC (0-30 cm)	(tC/ha)	76.3	106.9	92.2	112.5	92.2
Variazione CO al 1° anno DNDC	(tC/ha/a)	2.6	1.8	2.1	1.3	3.9

Le simulazioni sulla dinamica del carbonio nei suoli dei prati stabili hanno portato a risultati che, pur differenziandosi a seconda dei modelli di stima utilizzati, convergono nella conclusione: il prato stabile è in grado di accrescere nel tempo la sostanza organica del suolo, sequestrando carbonio. La entità di tale sequestro è condizionata soprattutto dagli apporti di sostanza organica, sia degli effluenti di allevamento, che dei residui colturali. Secondo le stime dei modelli si possono avere valori variabili da 0.7 a 10 t/ha di carbonio per anno. Tali valori corrispondono a una riduzione che può andare, a seconda delle aziende e dei modelli di stima utilizzati, da 4 al 30% della impronta carbonica del latte. Nel caso dell'erba medica si ha una sostanziale stabilità, dovuta al minore apporto di sostanza organica degli effluenti, che vengono distribuiti solo a fine ciclo colturale, ogni 3-4 anni. Le simulazioni effettuate per il periodo di 6 anni vengono mostrate in *Figura 4*, *Figura 5*, *Figura 6*, *Figura 7* e *Figura 8* per le diverse aziende del GO.

Figura 4 – Azienda Arduini - Andamento dello stock di carbonio nel suolo per prato stabile ed erba medica secondo il modello Roth-C utilizzando le due diverse modalità di stima dei residui colturali

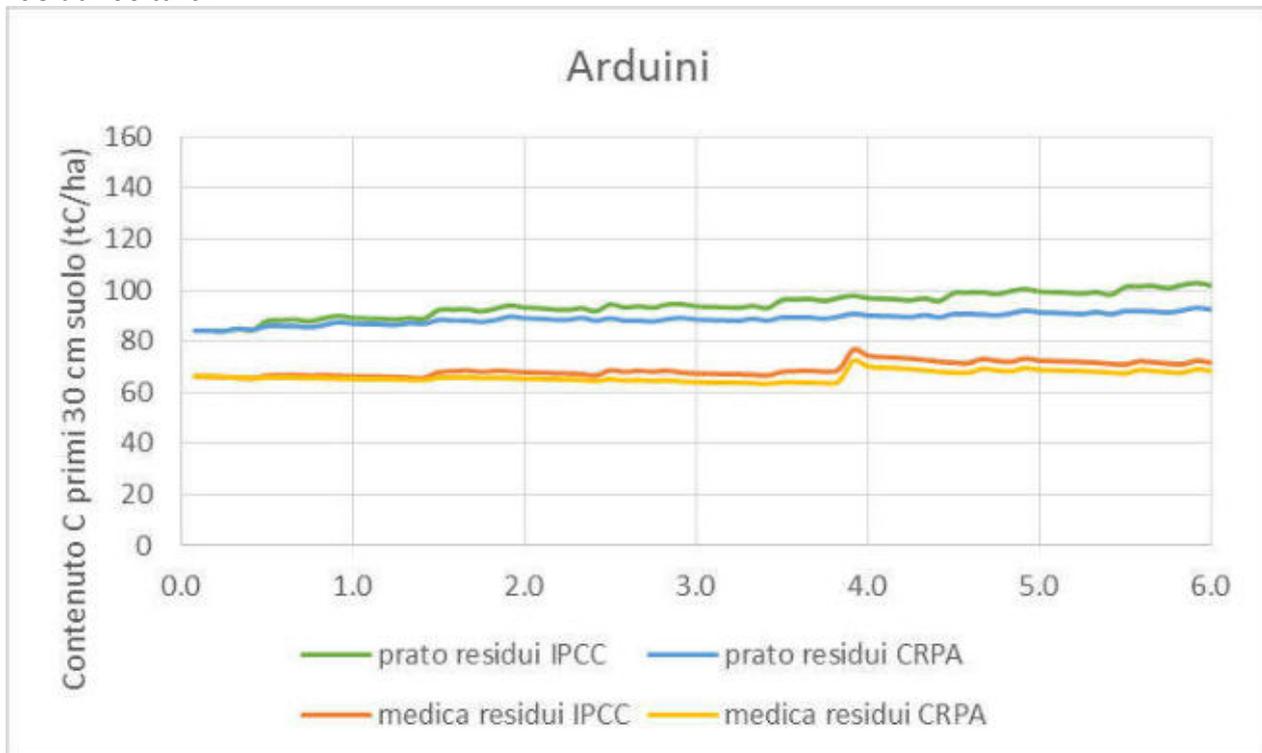


Figura 5 – Azienda Burini - Andamento dello stock di carbonio nel suolo per prato stabile ed erba medica secondo il modello Roth-C utilizzando le due diverse modalità di stima dei residui colturali

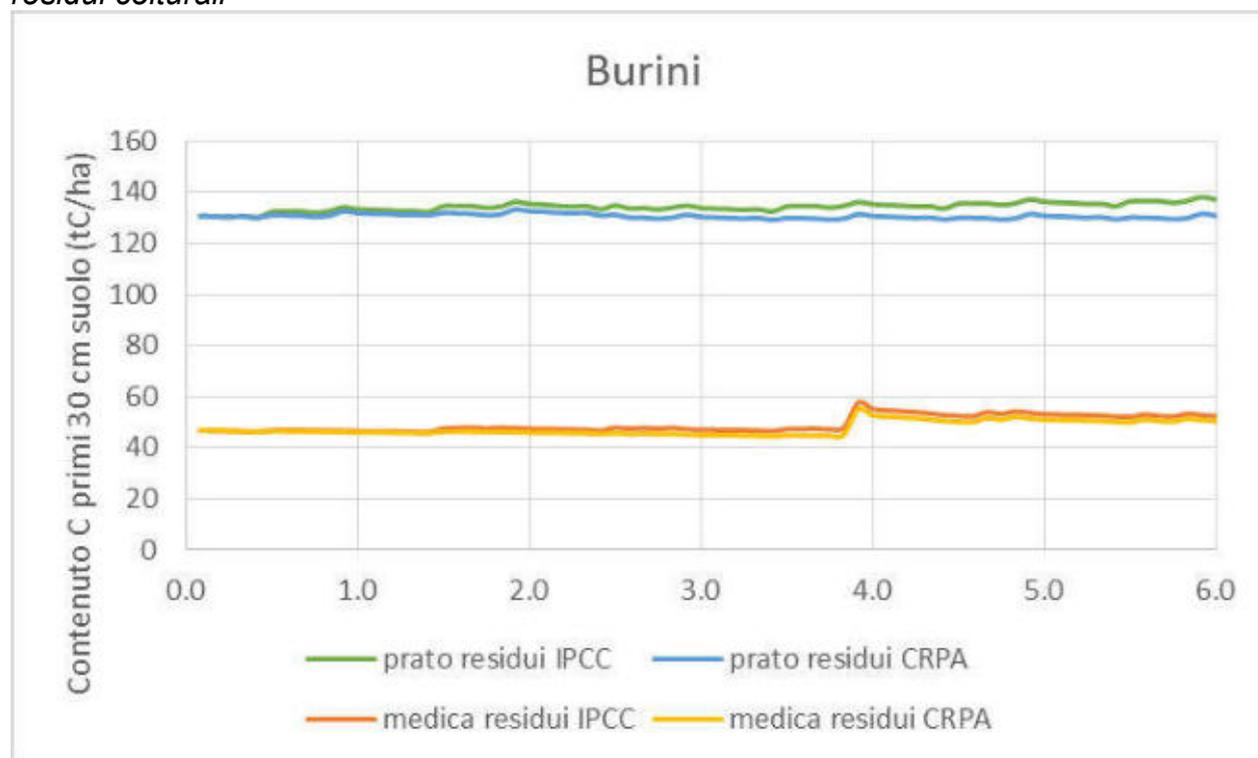


Figura 6 – Azienda Chierici - Andamento dello stock di carbonio nel suolo per prato stabile secondo il modello Roth-C utilizzando le due diverse modalità di stima dei residui colturali

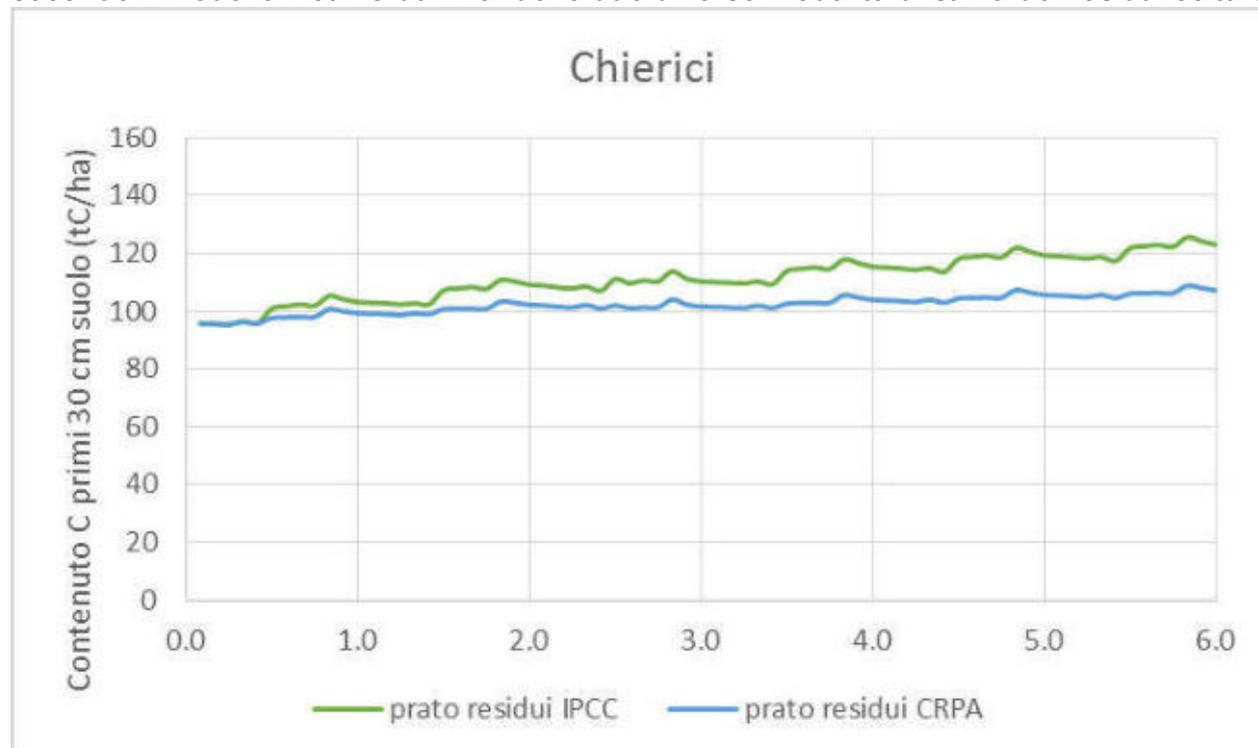


Figura 7 – Azienda Pelosi - Andamento dello stock di carbonio nel suolo per prato stabile secondo il modello Roth-C utilizzando le due diverse modalità di stima dei residui colturali

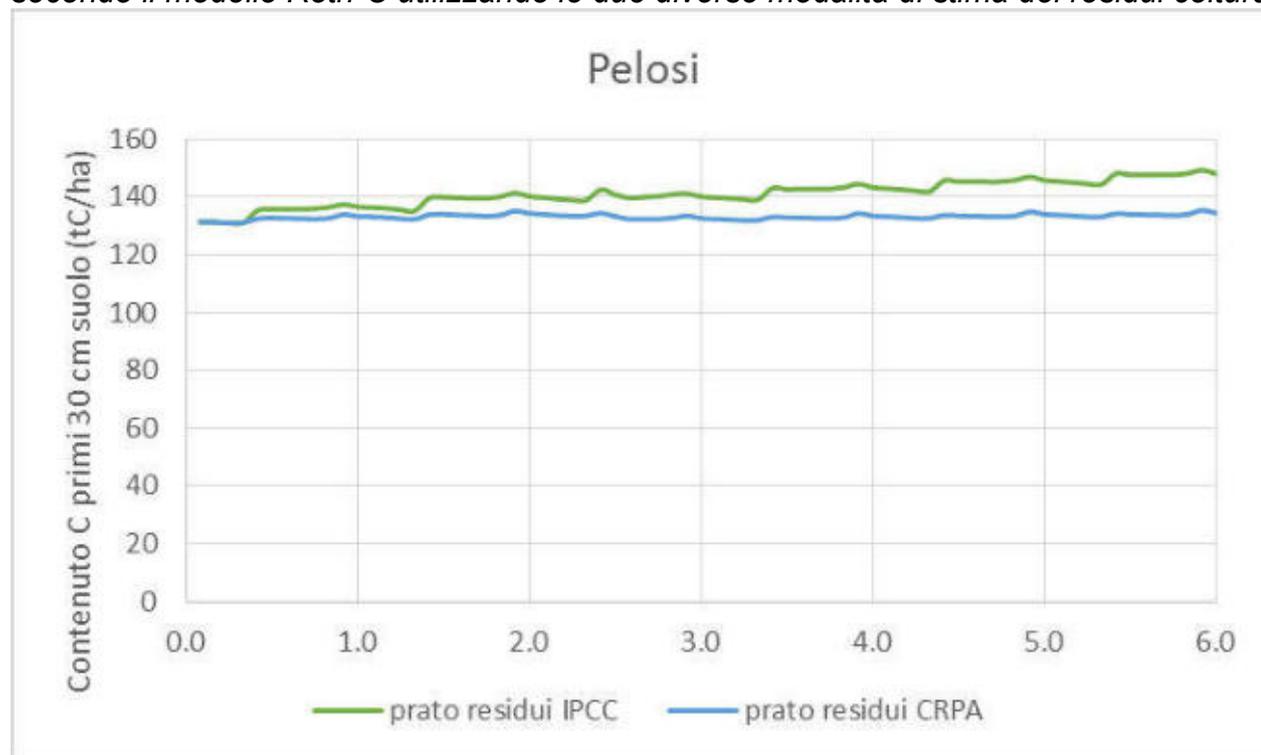
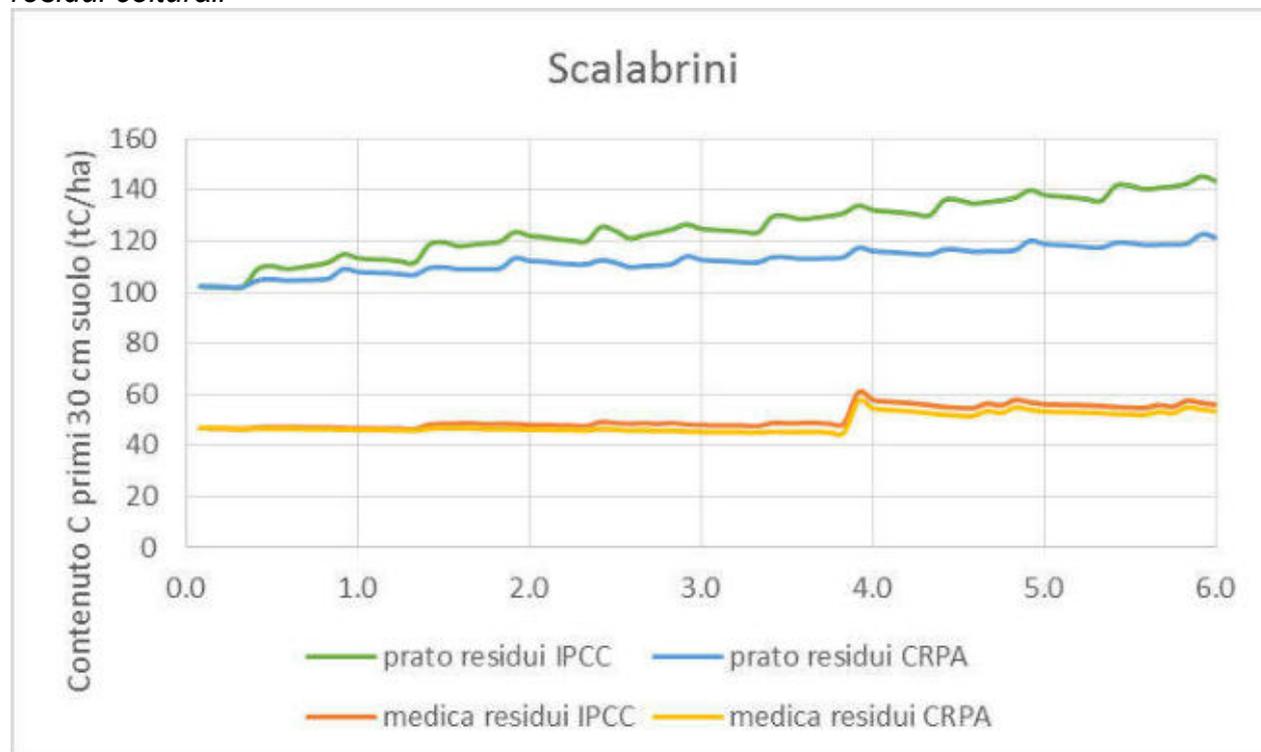
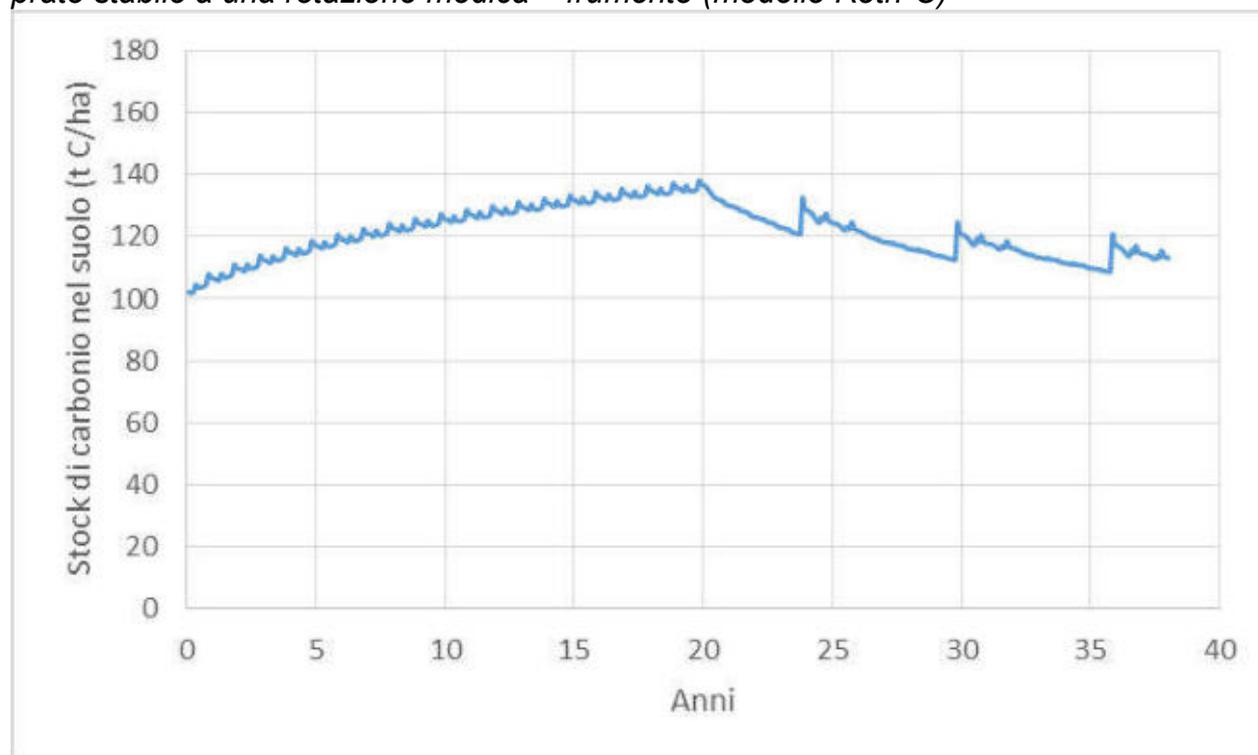


Figura 8 – Azienda Scalabrini - Andamento dello stock di carbonio nel suolo per prato stabile ed erba medica secondo il modello Roth-C utilizzando le due diverse modalità di stima dei residui colturali



Per valutare l'effetto di una potenziale conversione da prato stabile ad erba medica si è anche effettuata una simulazione in cui, dopo un periodo di 20 anni il prato venga rotto e venga sostituito dalla rotazione con 4 anni di medica seguita da un anno di frumento da granella e un anno di frumento foraggero. Il risultato della simulazione effettuata con il modello Roth-C viene mostrata in *Figura 9*.

*Figura 9 – Simulazione della dinamica del carbonio nel suolo nel caso della conversione da prato stabile a una rotazione medica + frumento (modello Roth-C)*



Mentre la gestione del prato comporta un incremento del carbonio organico, la conversione a medica costituisce una inversione di tendenza. Il carbonio tende a calare per stabilizzarsi su un livello inferiore. L'apporto di sostanza organica con letame e liquame alla rottura del medicaio è appena in grado di compensare la progressiva perdita di carbonio che si verifica nel corso del ciclo quadriennale, mantenendo sostanzialmente stabile nel tempo lo stock di carbonio nel suolo.

### **3B QUANTIFICAZIONE DELLA IMPRONTA CARBONICA PER AZIENDE DELL'AREA DEL PARMIGIANO-REGGIANO**

#### **Definizione dei confini del sistema LCA per il calcolo del Carbon Footprint**

Per gli studi sull'impronta carbonica è necessario definire i confini del sistema, cioè bisogna stabilire quale segmento del ciclo produttivo viene incluso nell'analisi.

Nel presente studio il sistema riguarda tutti i flussi di materiali, di energie e di trasporti relativi alla produzione di latte in cinque aziende di bovine da latte per la produzione di Parmigiano-Reggiano, site nei comuni di Bibbiano e S. Ilario, in provincia di Reggio Emilia.

Il sistema include le emissioni di gas serra (GHG) che avvengono nella azienda zootecnica, quali le emissioni enteriche delle bovine, le emissioni dalla fase di gestione delle deiezioni, le emissioni derivanti dall'uso delle fonti energetiche, e quelle che avvengono nella fase di coltivazione dei terreni aziendali, quali le emissioni di protossido di azoto dovute alle

fertilizzazioni azotate e le emissioni derivanti dall'uso dei combustibili per le macchine agricole.

Il sistema include, inoltre, le emissioni di GHG indotte dalla produzione dei mezzi tecnici utilizzati in azienda.

Il sistema analizzato non include la fase di trasformazione del prodotto a valle della azienda zootecnica (*from cradle to farm gate*) in considerazione del fatto che l'allevatore-agricoltore non ha possibilità di incidere su di essi.

### **Unità funzionale**

L'impronta carbonica è stata calcolata con riferimento all'unità che rappresenta la funzione produttiva delle aziende, ossia il kg di latte. Tale unità, per tenere conto della variabilità del contenuto di grasso e proteina del latte, viene standardizzata sulla base di definiti valori di contenuto di grasso e di proteina del latte (FPCM = Fat and Protein Corrected Milk), sulla base della formula:

$1 \text{ kg FPCM} = 1 \text{ kg latte} * (0.337 + 0.116 * \% \text{ Grasso} + 0.06 * \% \text{ Proteina})$

Riferendosi alla unità funzionale *1 kg latte FPCM* il sistema include la sola fase di coltivazione dei terreni su cui vengono prodotti gli alimenti destinati alla alimentazione del bestiame.

### **Allocazione**

La azienda bovina da latte produce, oltre al latte, la carne delle vacche a fine carriera e dei vitelli maschi venduti, oltre ad altre possibili vendite di bovini di altre categorie di peso. Occorre quindi ripartire gli impatti tra i diversi prodotti commercializzabili. Questa ripartizione, che viene detta allocazione, può essere effettuata secondo diversi criteri.

I criteri di allocazione possono essere stabiliti sulla base di relazioni fra parametri che individuino alcune delle proprietà caratteristiche (fisiche, biologiche) dei prodotti. Ad esempio, nel caso di prodotti alimentari, può essere utilizzata la quantità di proteine o il contenuto energetico. Una ulteriore possibilità, utilizzata quando non sia facilmente individuabile un indice comune fra i prodotti, è l'allocazione economica. Questo ultimo criterio ha il difetto di essere influenzato da aspetti congiunturali variabili nel tempo, ma ha il pregio di consentire il trattamento di prodotti che non hanno intrinseci parametri comuni di confronto.

Nel presente studio, per la allocazione fra latte e carne, è stato impiegato l'approccio proposto dell'International Dairy Federation (IDF, 2015), previsto anche dagli standard internazionali per il latte (PCR 2013:16, Version 2.02 del 29-05-2017 RAW MILK), volto ad armonizzare le metodologie nella valutazione della impronta del carbonio della produzione di latte. Viene qui considerato preferibile un criterio di allocazione fisica fra carne e latte (ossia basato sul peso dei prodotti), che permette di ripartire gli impatti fra le due produzioni. La percentuale di impatto da attribuire al latte viene calcolata utilizzando la equazione:

$$AF = 1 - 6,04 \times R$$

dove:

AF= fattore di allocazione per il latte, ovvero percentuale dell'impatto complessivo da attribuire al latte

$$R = M_{\text{carne}}/M_{\text{latte}},$$

dove  $M_{\text{carne}}$  = somma del peso vivo di tutti gli animali venduti (kg) e  $M_{\text{latte}}$  = latte venduto (kg), corretto al 4% di grasso e al 3.3% di proteina.

### **Raccolta dei dati tecnici**

I dati aziendali si riferiscono alle produzioni del 2016.

Per la raccolta dei dati aziendali (fase di inventario) sono stati utilizzati questionari appositamente predisposti, con l'obiettivo di identificare gli elementi specifici che incidono maggiormente sugli impatti ambientali del processo produttivo.

La struttura generale del questionario prevede i seguenti punti fondamentali:

- informazioni generali sull'azienda (denominazione, localizzazione, zona altimetrica);
- informazioni sulla produzione zootecnica: consistenza della mandria, indici produttivi, alimentazione, modalità di stabulazione e di gestione degli effluenti, grado di autosufficienza alimentare, consumi energetici, consumi idrici, materie in ingresso, produzione di rifiuti, etc.
- informazioni sulla fase di coltivazione: colture praticate, dati produttivi, input e output di energia e materiali relativi alla coltura in esame.

Il questionario è stato utilizzato per la raccolta dei dati primari relativi all'anno di monitoraggio.

Per i dati secondari è stata utilizzata la banca dati LCA Ecoinvent, v.3 (2013), e per l'elaborazione dei dati il codice di calcolo SimaPro (versione 8.0).

Dal momento che una azienda zootecnica è costituita da una componente essenzialmente zootecnica (la stalla) e da una agronomica (le colture) completamente interconnesse fra loro, per l'approccio metodologico da utilizzare nel calcolo della Carbon Footprint si sono prese a riferimento due linee guida, una relativa alla produzione di latte fresco e l'altra relativa alla produzione di colture foraggere:

- PCR 2013:16, Version 2.02 del 29-05-2017 (Product Category Rules, in accordo con le norme ISO 14025:2006) riferita alla categoria di prodotto "Raw milk",
- PCR 2013:05, Version 1.01 del 21-02-2014 (Product Category Rules, in accordo con le norme ISO 14025:2006) riferita alla categoria di prodotto "Arable Crops".

Sulla base delle indicazioni delle citate linee guida sono stati inclusi nei confini del sistema i seguenti input/output e osservate le seguenti metodologie operative:

- La produzione dei mezzi tecnici impiegati in stalla (mangimi e integratori alimentari, foraggi acquistati, lettiere, carburanti e lubrificanti, detergenti, sanificanti, farmaci) e degli animali acquistati.
- La produzione dei mezzi tecnici impiegati in campagna (sementi, fertilizzanti, diserbanti, fitofarmaci, carburanti e lubrificanti).
- I consumi di carburante relativi al trasporto in azienda dei mezzi tecnici dall'ultimo fornitore presso cui si serve abitualmente l'azienda agricola.
- La coltivazione dei foraggi e delle materie prime autoprodotti in azienda, includendo gli impatti dovuti alla produzione e applicazione dei fertilizzanti, alla utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e dei digestati, alla produzione e consumo di carburanti per le operazioni meccaniche eseguite in azienda relativamente a: lavorazioni del terreno, semina, distribuzione di fertilizzanti ed effluenti di allevamento, eventuali trattamenti diserbanti e fitosanitari, irrigazione, eventuali operazioni di fienagione, raccolta, trasporto del prodotto al centro aziendale,
- Le emissioni enteriche di CH<sub>4</sub>, stimate secondo la metodologia e i fattori di emissione IPCC 2006 (vedi allegato I)
- Le emissioni di CH<sub>4</sub> dalla gestione delle deiezioni, stimate secondo la metodologia e i fattori di emissione IPCC 2006 (vedi allegato I)
- Le emissioni dirette di N<sub>2</sub>O dalla gestione delle deiezioni, stimate secondo la metodologia e i fattori di emissione di IPCC 2006 (vedi allegato I). Per il valore di produzione di effluenti e di N escreto si sono adottati i fattori di escrezione riportati nel Regolamento regionale 15 dicembre 2017, N.3 della Regione Emilia-Romagna.
- Le emissioni indirette di N<sub>2</sub>O dalla gestione delle deiezioni vengono stimate utilizzando la metodologia IPCC 2006, che considera le emissioni indirette di N-N<sub>2</sub>O

pari a 1% delle perdite di N sotto forma di emissioni di N-NH<sub>3</sub>+N-NO, che si hanno nella fase di ricovero degli animali e di stoccaggio degli effluenti. Le emissioni di NH<sub>3</sub> delle fasi di ricovero+stoccaggio vengono stimate pari al 28% dell'azoto escreto, in accordo con quanto proposto come valore di default nella normativa nazionale relativa alla utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento. Per le emissioni di NO dalla gestione degli effluenti in fase ricovero+stoccaggio si utilizzano i fattori di emissione EMEP/EEA 2013 Tier 1.

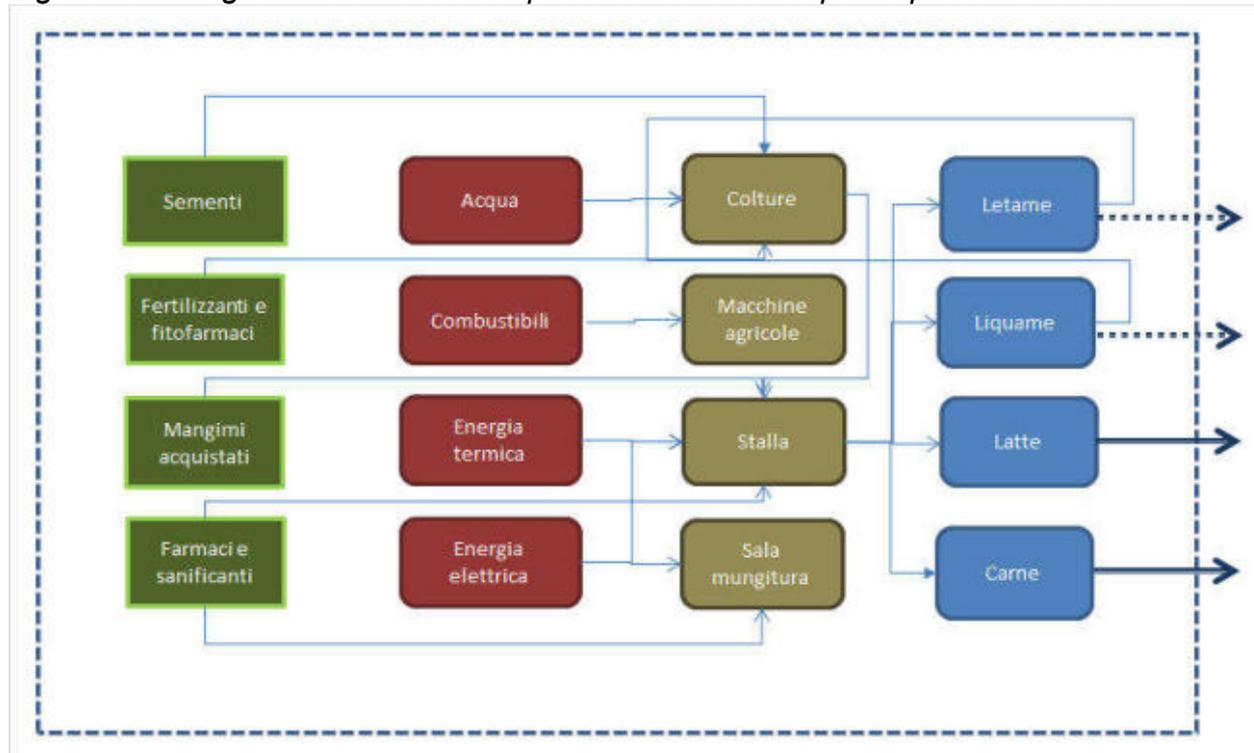
- I consumi di energia relativi alle operazioni di stalla,
- I consumi idrici relativi alle operazioni di stalla e alle operazioni agricole.
- Le emissioni dirette di N<sub>2</sub>O dalle fertilizzazioni sono state stimate con la metodologia IPCC 2006, che considera le emissioni dirette di N-N<sub>2</sub>O pari a 1% dell'azoto distribuito con i fertilizzanti organici e minerali e riportato al suolo dai residui colturali.
- Le emissioni indirette di N<sub>2</sub>O dalle fertilizzazioni sono state stimate utilizzando la metodologia IPCC 2006, che considera le emissioni indirette di N-N<sub>2</sub>O pari a 1% delle perdite di N sotto forma di emissioni di NH<sub>3</sub>+NO, dovute ai fertilizzanti azotati applicati (sia minerali che organici), e pari a 0.75% delle perdite di N sotto forma di rilasci azotati come percolazione + ruscellamento. Le emissioni di NH<sub>3</sub> dalla applicazione dei fertilizzanti vengono stimate in base ai fattori di emissione EMEP/EEA 2013 (3.D Crop production and agricultural soils). Per le emissioni di NO dalla applicazione dei fertilizzanti si utilizzano i fattori di emissione EMEP/EEA 2013 Tier 1. Le emissioni di N sotto forma di nitrati per percolazione + ruscellamento vengono stimate utilizzando il fattore di emissione IPCC 2006, pari al 30% di N applicato.
- Le emissioni di CO<sub>2</sub> dovute all'applicazione dell'urea vengono quantificate in accordo con la metodologia IPCC 2006.
- Se la paglia, gli stocchi o altri residui colturali vengono raccolti e venduti, l'allocazione tra prodotto principale e co-prodotto è stata eseguita con il metodo economico utilizzando i fattori di allocazione indicati in par. 7.3 di PCR 2013:05. Se la paglia o i residui colturali sono lasciati in campo tutti gli impatti sono stati allocati alla coltura.
- I rifiuti e il loro scenario di smaltimento (discarica o incenerimento, assumendo per i rifiuti destinati a riciclo solo il trasporto allo smaltitore senza assegnare impatto al processo di riciclo). Gli animali morti in stalla vengono assimilati a rifiuti, per i quali è necessario lo smaltimento,
- Gli effluenti di allevamento utilizzati su terreni extra-aziendali vengono considerati alla stregua di residui destinati al riciclo, assegnando ad essi il solo impatto dovuto al trasporto all'utilizzatore, ma non un impatto di smaltimento.

Non sono stati inclusi nei confini del sistema, in accordo con le PCR citate, i seguenti input/output:

- Il lavoro umano.
- La produzione dei trattori e delle altre macchine agricole, degli edifici e delle strutture di rimessaggio di cui si avvale l'azienda agricola.

Nella Figura 10 si riporta il diagramma di flusso dei processi che hanno formato il sistema considerato.

Figura 10 - Diagramma di flusso dei processi considerati per la produzione del latte



### Calcolo dell'impronta del carbonio mediante metodologia LCA

Le aziende del GO si trovano in provincia di Reggio Emilia, collocate in aree di pianura o di prima collina e sono caratterizzate da una dimensione aziendale media (da 75 a 110 capi produttivi), con l'eccezione di una azienda che, per l'area del Parmigiano-Reggiano, è da considerarsi grande (435 capi produttivi).

In

Tabella 9 vengono riassunte alcune caratteristiche descrittive sulla composizione della mandria delle aziende monitorate, in

Tabella 10 gli indici tecnici e produttivi, in

Tabella 11 le superfici aziendali, in Tabella 12 la entità della razione, in Tabella 13 la produzione di effluenti, in Tabella 14 gli assetti colturali e le relative rese.

Tabella 9 - Caratteristiche produttive delle aziende

Consistenza zootecnica 2016	Aziende PratiCO					
	Arduini	Burini	Chierici	Pelosi	Scalabri ni	Media
n° vacche produttive	100	108	73	110	435	165
- in lattazione	85	90	60	90	363	138
- in asciutta	15	18	13	20	72	28
n° altri capi	68	98	41	93	508	162
n° capi totali	168	206	114	203	943	327
quota di rimonta/capi totali	40%	48%	36%	46%	54%	45%

La quota di rimonta nelle aziende va dal 36 al 54% del totale dei capi. È questo un parametro che ha grande influenza sulla impronta del carbonio del latte, in quanto gli animali da rimonta contribuiscono alle emissioni, in particolare quelle enteriche, mentre non contribuiscono alla

produzione di latte. Una bassa quota di rimonta è uno dei fattori che riduce l'impronta carbonica del latte. Va rimarcato, comunque, che una bassa quota di rimonta dovrebbe essere connessa a una più lunga carriera produttiva delle bovine, ma, se rilevata su un singolo anno, può essere dovuta a situazioni contingenti, che possono non ripresentarsi negli anni successivi. Una elevata quota di rimonta è, in genere, associata ad allevamenti molto produttivi, che hanno un più rapido turnover delle bovine rispetto ad allevamenti meno intensivi.

*Tabella 10 – Indici tecnici e produttivi*

Indici produttivi 2016	Aziende PratiCO					
	Arduini	Burini	Chierici	Pelosi	Scalabrini	Media
latte prodotto (kg/vacca produttiva/anno)	9 782	7 779	6 842	8 900	8 132	8 287
latte standard prodotto (kg/vacca produttiva/anno)	9 288	7 453	6 687	8 570	7 722	7 944
% grasso nel latte	3.59	3.66	3.80	3.65	3.59	3.66
% proteina nel latte	3.30	3.30	3.32	3.38	3.30	3.32
carne venduta (kg/a)	29 700	26 600	12 400	20 750	77 700	33 430
carne venduta (kg/t latte standard)	32.0	33.0	25.4	22.0	23.1	27.1
% allocazione su latte (IDF)	81.5%	80.1%	85.3%	87.3%	86.6%	84%

La produzione di latte delle aziende è risultata mediamente buona, pari a quasi 8000 kg/a di latte standard per vacca produttiva, con un range da 6800 a 9800 kg/a.

*Tabella 11 – Superfici aziendali totali e superfici destinate all'alimentazione delle bovine*

Superfici aziendali 2016	Aziende PratiCO					
	Arduini	Burini	Chierici	Pelosi	Scalabrini	Media
superficie aziendale totale (ha)	58	56	45	41	299	100
sup. aziendale per alimentazione (ha)	57	69	43	39	245	91
quota della superficie per alimentazione (%)	98%	123%	96%	95%	82%	99%
superficie per alimentazione / t latte (ha/t latte)	57.9	81.8	86.2	39.8	69.3	67
vacche produttive/ha	1.72	1.94	1.62	2.68	1.46	1.66
UBA/ha	2.35	2.95	2.09	3.91	2.37	2.74

La superficie aziendale è abbastanza simile fra 4 delle 5 aziende, attorno ai 50 ha, significativamente superiore nel caso dell'azienda con il caseificio aziendale (300 ha).

La quota di superficie aziendale destinata alla alimentazione degli animali, calcolata sulla base della composizione e consumo della razione, è prossima 100%, addirittura superiore nel caso dell'azienda Burini. Questo può derivare dal fatto, che raccogliendo i dati aziendali relativi a una sola annata, i foraggi consumati nell'anno non coincidono necessariamente con quelli prodotti nella stessa annata in quanto nella prima parte dell'anno si consumano quelli prodotti nell'annata precedente.

Tabella 12 - Razioni

Razione 2016	Aziende PratiCO					
	Arduini	Burini	Chieric i	Pelos i	Scalabri ni	Medi a
SS ingerita vacche lattazione (kg/capo/d)	27.4	20.4	26.5	20.0	26.2	<b>24.1</b>
SS ingerita vacche asciutta (kg/capo/d)	11.0	10.6	15.5	10.6	10.6	<b>11.6</b>
SS ingerita vacche produttive (kg/capo/d)	24.9	18.7	24.5	18.3	23.6	<b>22.0</b>
SS ingerita rimonta (kg/capo/d)	7.5	9.1	9.3	5.1	6.8	<b>7.6</b>
SS ingerita vacche lattazione (kg ss/ kg latte)	1.1	1.0	1.4	0.9	1.2	<b>1.1</b>
quota della razione autoprodotta (sulla ss ingerita)	65%	63%	65%	61%	66%	<b>64%</b>
SS ingerita giornaliera vacche in lattazione (% PV)	4.2%	3.3%	4.0%	3.2%	4.2%	<b>3.8%</b>
SS dei concentrati sul totale per vacche in lattazione (%)	39%	48%	40%	47%	36%	<b>42%</b>
FE enterico vacche IPCC	171	148	144	160	152	<b>154.9</b>

La sostanza secca ingerita dalle bovine in produzione mostra un valore medio di 24,1 kg/d per vacca in lattazione, con una certa variabilità (20.0-27.4 kg ss/capo/d). Si tratta di valori in linea con la produzione media aziendale di latte.

Tabella 13 - Produzione effluenti

Effluenti 2016	Aziende PratiCO					
	Arduini	Burini	Chieric i	Pelos i	Scalabrin i	Medi a
Liquame prodotto (t/a)	821	1575	625	1981	4824	1 965
Letame prodotto (t/a)	1636	1341	1152	750	7318	2 440
% liquame su totale effluenti	33%	54%	35%	73%	40%	47%

Le modalità di stabulazione delle stalle analizzate portano a quantificare una produzione di liquame che in media è circa pari a quella di letame, ma con differenze fra le varie aziende.

Tabella 14 - Coltivazioni e rese

Azienda	Foraggio	superficie	resa in tal quale	tenore umidità	resa in ss	uso in alimentazione e dichiarato
		[ha]	[t tq/ha]	[%]	[t ss/ha]	[%]
<b>Arduini</b>	Prato stabile	40	13.3	12%	11.7	100%
	Erba medica	10	15.3	12%	13.5	100%
	Frumento foraggero	4	9.8	8%	9.1	100%
	Mais granturchino	2	40.0	70%	12.0	100%
	Panico affienato	2	7.2	10%	6.5	100%
<b>Burini</b>	Prato stabile	23	7.8	25%	5.8	100%
	Erba medica	28	11.7	30%	8.2	100%
	Frumento granella	4	5.8	12%	5.1	0%
<b>Chierici</b>	Prato stabile	22	17.8	16%	14.9	100%
	Erba verde	10	54.4	74%	14.1	100%
	Prato stabile 4° taglio	10	3.6	16%	3.0	100%
	Erba medica	4	3.4	16%	2.9	100%
<b>Pelosi</b>	Prato stabile	39	17.6	15%	15.0	100%
	Loietto	2	9.6	15%	8.2	100%
<b>Scalabrini</b>	Erba verde	9	84.6	74%	22.0	100%
	Erba medica	191	12.4	15%	10.5	100%
	Frumento foraggero	15	9.2	17%	7.7	100%
	Frumento granella	41	6.9	13%	6.0	0%
	Panico affienato	18	9.6	17%	8.0	100%
	Fieno di prato	26	25.0	12%	22.0	100%

Nelle aziende analizzate prevalgono prato stabile ed erba medica, colture destinate alla alimentazione delle bovine. Sono presenti anche altri foraggi o cereali affienati, quali frumento foraggero e panico.

## Risultati

La categorizzazione dei risultati per fasi emissive rilevanti nelle aziende bovine da latte è schematizzata in Tabella 15.

Tabella 15 - Descrizione delle fonti di impatto considerate nel calcolo della impronta del carbonio del latte vaccino

Emissioni enteriche di CH <sub>4</sub>	Emissioni di CH <sub>4</sub> dalla fermentazione ruminale dei bovini presenti in allevamento
Emissioni di CH <sub>4</sub> da gestione effluenti	Emissioni di CH <sub>4</sub> dai sistemi di gestione degli effluenti in azienda, suddivisi fra liquame e letame
Emissioni di N <sub>2</sub> O da gestione effluenti	Emissioni di N <sub>2</sub> O dai sistemi di gestione degli effluenti in azienda, suddivisi fra liquame e letame
Emissioni di N <sub>2</sub> O da fertilizzazione azotata	Emissioni di N <sub>2</sub> O a seguito della fertilizzazione azotata delle colture, sia con fertilizzanti sintetici che con fertilizzanti organici (effluenti di allevamento)

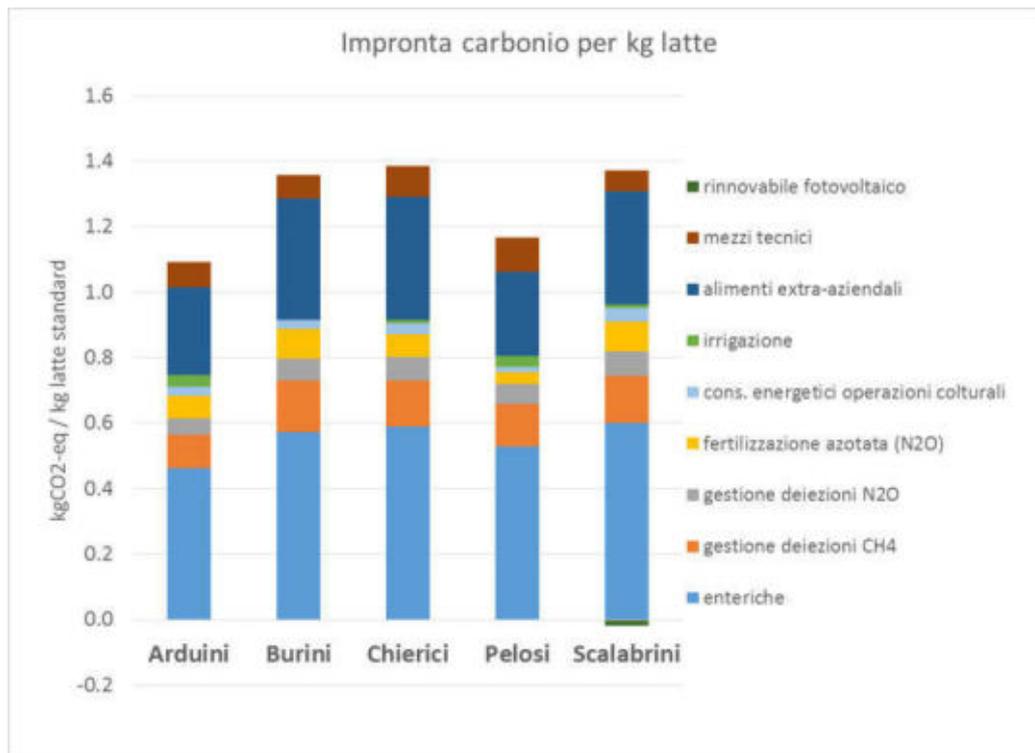
Consumi energetici operazioni colturali	Emissioni di CO2 per l'utilizzo dei combustibili delle macchine agricole per le operazioni colturali (lavorazioni terreno, semina, fertilizzazioni, diserbi, trattamenti fitosanitari, irrigazione, sfalci, raccolta prodotto, raccolta co-prodotto, eventuale essiccazione aziendale del prodotto, eventuale insilamento del prodotto)
Produzione alimenti extra-aziendali	Emissioni di CO2 per la produzione e il trasporto all'azienda degli alimenti e dei mangimi acquistati (da banca dati)
Produzione e trasporto mezzi tecnici	Emissioni di CO2eq per la produzione e il trasporto all'azienda dei mezzi tecnici: sementi, fertilizzanti, prodotti fitosanitari e diserbanti, combustibili, lettiere, energia elettrica, acqua, farmaci, detergenti e sanificanti, etc.

I risultati della elaborazione della impronta carbonica del latte prodotto dalle aziende sono presentati in Tabella 16 e illustrati in Figura 11.

*Tabella 16 - Impronta del carbonio del latte per le aziende studiate*

<b>Emissioni GHG [kgCO2eq/kg FPCM]</b>	<b>Arduini</b>	<b>Burini</b>	<b>Chierici</b>	<b>Pelosi</b>	<b>Scalabrini</b>	<b>Media</b>
enteriche	0.463	0.572	0.590	0.527	0.600	0.550
gestione deiezioni CH4	0.101	0.158	0.140	0.132	0.145	0.135
gestione deiezioni N2O	0.049	0.067	0.072	0.060	0.072	0.064
fertilizzazione azotata (N2O)	0.071	0.090	0.069	0.036	0.091	0.072
cons. energetici operazioni colturali	0.026	0.029	0.032	0.017	0.043	0.029
irrigazione	0.037	0.000	0.012	0.032	0.010	0.018
alimenti extra-aziendali	0.269	0.370	0.376	0.258	0.347	0.324
mezzi tecnici	0.076	0.073	0.095	0.104	0.063	0.082
rinnovabile fotovoltaico	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.019	-0.004
<b>Impronta C del latte</b>	<b>1.095</b>	<b>1.358</b>	<b>1.386</b>	<b>1.166</b>	<b>1.371</b>	<b>1.275</b>

*Figura 11 – Impronta del carbonio del latte per le aziende studiate*



È risultato un valore della IC del latte medio pari a 1.27 kgCO<sub>2</sub>eq/kg FPCM con un range da 1.10 a 1.39 kgCO<sub>2</sub>eq/kg FPCM. I risultati più bassi si sono ottenuti nelle aziende che hanno fatto registrare maggiore produttività delle bovine da latte.

I risultati ottenuti sono in linea con quelli di letteratura che riportano valori compresi fra 0.9 e 1.4 kgCO<sub>2</sub>eq/kg latte (non standardizzato). Si veda, a tale proposito, un lavoro di review bibliografica condotto da de Vries e de Boer (2010) sulle LCA (cradle to farm gate) riferite alla produzione di diversi alimenti di origine zootecnica. I risultati per il latte sono sintetizzati in

Tabella 17.

Tabella 17 - Risultati di studi LCA sulla produzione di 1 kg di latte (cradle to farm gate)

Studio	sistema studiato	Paese	Unità funzionale	GWP	Potenziale acidificazione		Potenziale eutrofizzazione		Territorio	Energia
				kg CO <sub>2</sub> eq	kg	unità	kg	unità		
Basset-Mens et al. (2009)	azienda media	NZ	kg latte	0.93	0.0081	SO <sub>2</sub> -eq	0.0029	PO <sub>4</sub> 3- eq	1.20	1.50
Cederberg and Mattsson (2000)	azienda singola specializat	S	kg ECM	0.99	0.0180	SO <sub>2</sub> -eq	0.0580	NO <sub>3</sub> - eq	1.93	2.80
Cederberg and Flysjo (2004)	produzione > 7500 ECM/ha	S	kg ECM	0.87	0.0100	SO <sub>2</sub> -eq	0.0038	PO <sub>4</sub> 3- eq	1.50	2.60
Cederberg and Flysjo (2004)	produzione < 7500 ECM/ha	S	kg ECM	1.00	0.0110	SO <sub>2</sub> -eq	0.0042	PO <sub>4</sub> 3- eq	1.90	2.70
Haas et al. (2001)	intensivo	G	kg latte	1.30	0.0190	SO <sub>2</sub> -eq	0.0075	PO <sub>4</sub> 3- eq		2.70
Haas et al. (2001)	estensivo	G	kg latte	1.00	0.0170	SO <sub>2</sub> -eq	0.0045	PO <sub>4</sub> 3- eq		1.30
Casey and Holden (2005)	azienda media irlandese	I	kg ECM	1.30						
Hospido et al (2003)	2 aziende tipiche Galiziane	ES	1 l latte confezionato	1.10	0.0085	SO <sub>2</sub> -eq	0.0053	PO <sub>4</sub> 3- eq		6.20
Thomassen et al. (2008b)	10 aziende commerciali con	NL	kg FPMC	1.40	0.0095	SO <sub>2</sub> -eq	0.1100	NO <sub>3</sub> - eq	1.30	5.00
Thomassen et al. (2009)	119 aziende da latte	NL	kg FPMC	1.40	0.0110	SO <sub>2</sub> -eq	0.1200	NO <sub>3</sub> - eq	1.30	5.30
Williams et al. (2006)	non biologico	UK	1 l latte	1.06	0.0162	SO <sub>2</sub> -eq	0.0063	PO <sub>4</sub> 3- eq	1.19	2.52
Williams et al. (2006)	più mangime come mais	UK	1 l latte	0.98	0.0164	SO <sub>2</sub> -eq	0.0061	PO <sub>4</sub> 3- eq	1.18	2.36
Williams et al. (2006)	60% più produttive	UK	1 l latte	1.02	0.0159	SO <sub>2</sub> -eq	0.0060	PO <sub>4</sub> 3- eq	1.14	2.42
Williams et al. (2006)	20% parti in autunno	UK	1 l latte	1.03	0.0159	SO <sub>2</sub> -eq	0.0065	PO <sub>4</sub> 3- eq	1.21	2.34

ECM = Energy corrected milk  
FPCM = Fat-protein corrected milk

La voce che ha un peso nettamente preponderante sulle emissioni complessive è costituita dalle emissioni enteriche, che mediamente sommano il 43% del totale. La seconda quota per importanza sono le emissioni associate alla produzione degli alimenti acquistati che mediamente incidono per il 25%. In terza posizione per importanza stanno le emissioni di

metano dagli effluenti (11%). Minori responsabilità, con valori attorno a 5-6% per ciascuna, sono associate alle emissioni di protossido di azoto dalle fertilizzazioni azotate, di N<sub>2</sub>O dalla gestione delle deiezioni e di CO<sub>2</sub> per la produzione dei mezzi tecnici.

Sulle emissioni enteriche ha una influenza decisiva la digeribilità della razione, che, nelle stime effettuate, è stata considerata pari al valore fisso del 65%, che è il valore di default suggerito da IPCC 2006 ed è quello utilizzato nell'inventario nazionale delle emissioni.

Un altro elemento che ha grande influenza, non solo sulle emissioni enteriche, ma anche sull'impatto complessivo, è la quota di rimonta presente in azienda. Gli animali da rimonta, infatti, sono animali che non contribuiscono ancora alla produzione di latte, ma che invece contribuiscono alle emissioni di GHG. Un allungamento della carriera produttiva delle bovine consentirebbe una riduzione del tasso di sostituzione degli animali con conseguenze positive sulla impronta carbonica.

Dalla analisi condotta emerge anche la grande responsabilità sull'impatto complessivo attribuibile agli alimenti extra-aziendali. Un aumento della quota di alimenti prodotti localmente può essere una misura in grado di mitigare in modo significativo l'impronta carbonica.

### **Qualità e composizione floristica dei fieni**

Nel corso del triennio di attività del progetto (2017/2019) ai fini di valutare un monitoraggio rappresentativo dei fieni presenti in azienda, è stato effettuato il campionamento e le successive analisi di 167 campioni di fieno di prato stabile (121) ed erba medica (46) presenti in stalla e conseguentemente utilizzati nella formulazione delle razioni delle bovine. Al solo fine di rispondere alle esigenze delle aziende partner, sulla base delle differenti matrici presenti foraggiere presenti in stalla, nel corso del triennio sono stati campionati ulteriori 19 fieni differenti (4 sorgo foraggero, 6 erbai miscuglio, 2 panico, 7 frumento foraggero) da quelli previsti nell'ambito del GOI; i risultati non sono tabellati. La stratificazione del campionamento è stata eseguita sulla base dei fieni disponibili in azienda, in due aziende (Chierici e Pelosi) alcuni campioni di fieno di erba medica provenivano da acquisti extra-aziendali.

*Tabella 18 - Schema di monitoraggio dei fieni aziendali*

<b>Azienda</b>	<b>Prato stabile</b>	<b>Erba medica</b>	<b>Campioni Numero</b>
Arduini	21	10	31
Burini	23	9	32
Chierici	21	6	27
Pelosi	35	3	38
Scalabrini	21	18	39
<i>Totale</i>	<i>121</i>	<i>46</i>	<i>167</i>

I risultati dei campionamenti effettuati mostrano una importante variabilità delle caratteristiche compositive dei fieni analizzati. Queste differenze si evidenziano sia tra aziende che tra le differenti matrici (prato stabile/erba medica).

Per quello che riguarda i campionamenti dei fieni derivanti dai prati stabili il valore medio delle ceneri si attesta su livelli accettabili (10,09 %) e sempre in linea con quanto prescritto dal regolamento di alimentazione delle vacche del Consorzio del Parmigiano reggiano; il valore più basso è stato registrato nell'azienda Burini (9,31 %) ed il valore più alto nell'azienda Scalabrini (10,73 %); il dato è tuttavia condizionato anche dalla composizione floristica non caratterizzata in questo specifico monitoraggio. Il dato delle proteine medio è

pari a 12,81 % ss (massimo 13,27 %, minimo 12,07 %), pertanto relativamente confrontabile. La media della fibra neutro detersa (aNDFom % ss) si attesta su 49,59 (massimo 52,34 %, minimo 48,71 %). La media frazione indigeribile della fibra uNDF 240h % ss è pari a 13,55 (massimo 14,82 %, minimo 11,95 %) e la media della frazione digeribile è invece 35,05 % ss (massimo 38,83 %, minimo 34,39 %); tutti parametri condizionati dalle essenze presente nei soprassuoli erbacei nonché dallo stato di maturazione delle essenze stesse al momento dello sfalcio. Il valore medio dell'Energia Netta Latte (parametro che indica il valore nutritivo dei foraggi) è risultata pari a 1286 Kcal/kg ss (massimo 1341 Kcal/kg ss, minimo 1261 Kcal/kg ss), questi risultati evidenziano comunque fieni di elevata qualità ed idonei per l'alimentazione di vacche ad elevata produzione di latte.

Per quello che riguarda i campionamenti dei fieni derivanti dall'erba medica il valore medio delle ceneri si attesta su livelli accettabili (10,07 %) e sempre in linea con quanto prescritto dal regolamento di alimentazione delle vacche del Consorzio del Parmigiano reggiano; il valore più basso è stato registrato nell'azienda Burini (9,52 %) ed il valore più alto nell'azienda Pelosi (11,57 %) campione di provenienza extra-aziendale; il dato è condizionato dalla presenza di campioni derivanti da medicai più o meno giovani (i nuovi medicai tendono ad innalzare il valore delle ceneri per la presenza di terra nel campione); anche l'efficienza dei cantieri di fienagione può condizionare il valore compositivo. Il dato delle proteine medio è pari a 15,69 % ss (massimo 18,46 %, minimo 14,62 %), la differenza di 4 punti percentuali, comunque importante, risulta condizionata dal differente numero di fieni prelevati in azienda (da 3 a 18 campioni).

La media della fibra neutro detersa (aNDFom % ss) si attesta su 47,85 (massimo 50,77 %, minimo 42,02 %). La media frazione indigeribile della fibra uNDF 240h % ss è pari a 18,64 (massimo 21,47 %, minimo 10,92 %) e la media della frazione digeribile è invece 29,21 % ss (massimo 31,07 %, minimo 28,30 %); tutti parametri condizionati dalle essenze presente nei soprassuoli erbacei nonché dallo stato di maturazione delle piante di erba medica al momento dello sfalcio. Il valore medio dell'Energia Netta Latte (parametro che indica il valore nutritivo dei foraggi) è risultata pari a 1246 Kcal/kg ss (massimo 1368 Kcal/kg ss, minimo 1174 Kcal/kg ss), questi risultati evidenziano marcate differenze compositive tanto da oscillare tra campioni qualitativamente buoni a campioni provenienti ma matrici che dal punto di vista del valore nutritivo, raggiungono la sufficienza.

**Tabella 19 - Analisi compositive dei fieni aziendali**

Azienda e matrici/Composizione	Arduini		Burini		Chierici		Pelosi		Scalabrini	
	Prato stabile	Erba medica								
Ceneri (%)	9,82	9,78	9,31	9,52	10,07	10,27	10,38	11,57	10,73	10,19
Proteine (% ss)	14,03	17,16	12,40	15,11	12,80	15,97	12,07	18,46	13,27	14,62
aNDFom (% ss)	46,47	46,08	50,59	47,75	48,71	45,14	49,70	42,02	52,34	50,77
ADF (% ss)	31,59	35,24	35,42	35,73	33,77	33,83	32,86	30,71	33,64	38,48
ADL (% ss)	4,58	6,48	5,33	6,42	5,28	5,80	4,52	5,25	4,66	6,82

uNDF 240h (% ss)	11,95	16,39	14,82	19,23	14,32	16,84	13,23	10,95	13,51	21,47
dNDF 240h (% ss)	34,52	29,68	35,77	28,52	34,39	28,30	36,47	31,07	38,83	29,29
Zuccheri (% ss)	10,51	7,89	9,41	8,84	8,96	8,10	10,38	6,89	9,10	7,28
ENL (Kcal/kg ss)	1341	1300	1261	1258	1280	1297	1287	1368	1263	1174

In ciascuna delle 5 aziende agricole partner del progetto sono stati individuati 3 prati stabili nei quali, in corrispondenza di 3 differenti epoche di sfalcio (primo taglio, taglio estivo e taglio autunnale) è stata effettuata l'analisi della composizione floristica utilizzando il metodo Daget – Poissonet; per ogni rilievo è stato prelevato un campione di erba fresca del quale è stata effettuata la differenziazione floristica di specie (graminacee, leguminose ed altre specie), lo stesso campione è stato seccato in stufa ed analizzato al NIRS per le più importanti caratteristiche compositive (Tabella 21).

*Figura 12 – Disegno sperimentale dei rilievi effettuati sui prati stabili*



Dai principali risultati afferenti alla gestione aziendale dei prati stabili emerge in primis una produzione

(t ss/ha<sup>-1</sup>) molto variabile (da 7,4 a 24,1). Le 2 aziende con produzioni più elevate, raccolgono ed utilizzano l'erba fresca in stalla, effettuando almeno 5 sfalci per anno; le aziende legate alla fienagione tradizionale hanno produzioni più limitate frutto del più basso numero di tagli per anno, delle perdite dei cantieri di lavoro e della minore resilienza rispetto alle avverse condizioni meteo. I prati stabili esclusivamente gestiti per la produzione di erba, hanno prodotto 3.522 kg di proteine / ha<sup>-1</sup> (mediamente con 5 tagli), dati produttivi paragonabili alla produzione parcellare di un medicaio di secondo anno in cui vengono realizzati 4 tagli (Dal Prà et al, 2018). La quantità di Energia Netta Latte (Kcal/kg ss/ha<sup>-1</sup>) degli stessi prati, può essere paragonata a quella di un trinciato di mais di media produzione. L'aumento del numero di tagli limitata inoltre la presenza di 'altre specie' (22,3 % e 21,2% sul totale delle osservazioni), generalmente di limitato valore pabulare.

I volumi idrici utilizzati sono importanti, soprattutto nelle realtà dove l'irrigazione prevede la tecnica dello scorrimento. Il prato stabile si presta comunque ad una gestione intensiva, finalizzata all'impiego delle produzioni (soprattutto l'erba fresca) in stalla.

I rilievi floristici effettuati con il metodo Daget – Poissonet, evidenziano come il loglio italico rappresenti la specie maggiormente presente; questa foraggera, positivamente correlata all'impiego di liquame in azienda, fornisce all'erba dei prati stabili, importanti caratteristiche nutrizionali in ragione dell'apporto di fibra altamente digeribile e di Energia Netta Latte alla razione, mentre la seconda specie presente, anch'essa di grande importanza foraggera è il trifoglio bianco. Rispetto alla ripartizione di utilizzo dei terreni i prati stabili rappresentano una quota significativa in 3 delle 5 aziende partner; la cura e l'interesse alla tutela di questi soprassuoli è condivisa da tutte le aziende del GOI.

La disponibilità d'acqua rappresenta il principale fattore che limita la produzione di foraggi, la qualità degli stessi risulta tuttavia condizionata da molti fattori che concorrono contestualmente: composizione floristica, intensità di sfalcio, apporti azotati, cantieri di raccolta/fienagione, compattazione del terreno.

*Tabella 20 - Rilievi generali 2017/18 (aziende e media progetto)*

<b>Parametri/Azienda</b>	<b>Arduini</b>	<b>Burini</b>	<b>Chierici</b>	<b>Pelosi</b>	<b>Scalabrini</b>	<b>Prati_CO</b>
Produzione (t di sostanza secca/ha <sup>-1</sup> )	10,4	7,4	17,2	15,5	24,1	14,9
Sfalci (numero)	4,0	3,5	5,0	5,5	5,5	4,7
Irrigazioni (numero)	3,0	2,5	6,0	5,5	8,5	5,1
Volumi irrigazioni (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	4.955	4.825	11.041	9.376	13.785	8.796
Superficie aziendale (ha <sup>-1</sup> )	54	55	26	41	267	89
Prati stabili aziendali (ha <sup>-1</sup> )	40	23	21	39	35	32

*Tabella 21 - Floristica ed analisi compositive dell'erba 2017/18 (aziende e media progetto)*

<b>Parametri/Azienda</b>	<b>Arduini</b>	<b>Burini</b>	<b>Chierici</b>	<b>Pelosi</b>	<b>Scalabrini</b>	<b>Prati_CO</b>
Media di leguminose (% su totale)	7,2	1,1	20,3	8,1	17,8	10,9
Media di graminacee (% su totale)	39,8	51,2	57,4	54,5	61,1	52,8
Media di altre specie (% su totale)	53,0	47,7	22,3	37,3	21,2	36,3
Rilievo medio pianta per punto (numero)	3,2	2,6	2,6	3,1	2,8	2,9
Rilievo medio per transetto (numero)	80,7	65,3	64,4	77,0	68,8	71,2
Umidità (%)	80,3	80,1	77,5	79,0	80,3	79,5
Proteine (% ss)	15,5	15,5	14,2	13,5	14,6	14,7
aNDFom (% ss)	43,9	44,8	45,2	46,5	49,2	45,9
uNDF (% ss)	9,5	9,0	11,3	10,5	10,6	10,2
dNDF 240ore (% ss)	78,7	79,6	75,2	77,3	78,5	77,9
Zuccheri (% ss)	10,4	10,2	9,6	10,5	9,2	10,0
Energia Netta Latte (Kcal/Kg SS)	1.398	1.377	1.348	1.355	1.332	1.362
Proteine prodotte (kg/ha <sup>-1</sup> )	1.632	1.143	2.423	2.094	3.522	2.163
ENL prodotta (Kcal/Kg SS/ha <sup>-1</sup> )	146.277	101.469	230.716	209.788	320.006	201.652

Rispetto a precedenti indagini condotte nella stessa area (Ligabue et. al., 2007) la caratterizzazione floristica dei prati stabili, limitatamente all'epoca di taglio estiva ed autunnale, fa registrare un conteggio di specie più limitato, di contro è stato rilevato un

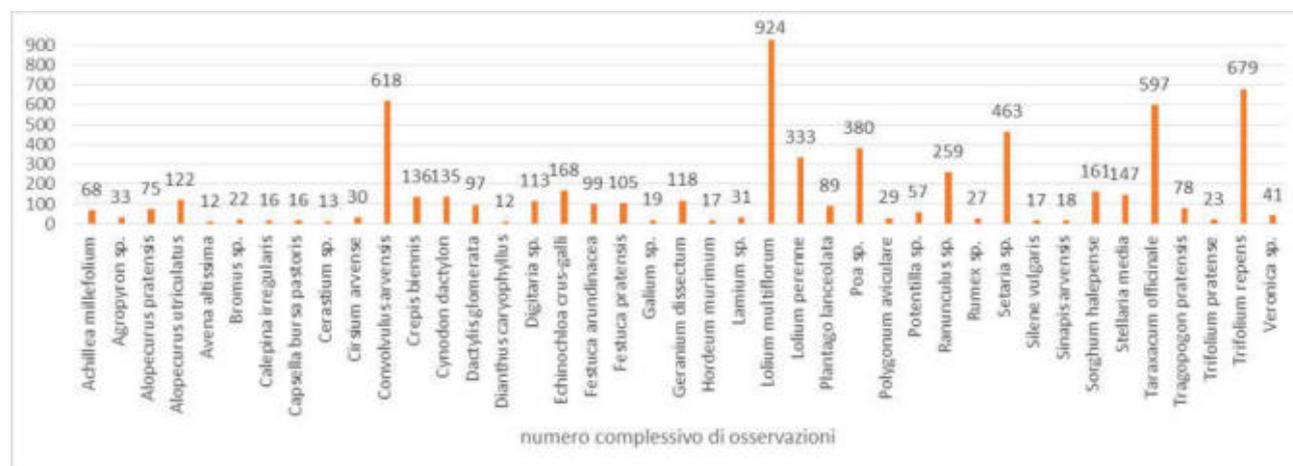
significativo aumento (% delle osservazioni) delle specie che colonizzano i soprassuoli anche in presenza di prolungate ondate di calore e meno esigenti dal punto di vista idrico (*Convolvulus* spp. e *Cynodon* spp.). Il loietto italico resta la specie maggiormente rappresentata nei prati, rispettivamente 16,8 %, 19,4 % e 10,4 % nelle tre epoche di indagine.

Tabella 22 - Rilievi floristici, 5 specie/famiglie prevalenti per taglio 2017/18

Specie/Taglio	Primo	Estivo	Autunnale
<i>Convolvulus arvensis</i>	-	14,7	12,7
<i>Lolium multiflorum</i>	16,8	19,4	10,4
<i>Poa</i> spp.	14,3	-	-
<i>Ranunculus</i> spp.	7,8	-	-
<i>Setaria</i> spp.	-	11,4	13
<i>Taraxacum officinale</i>	9,3	9,4	9,3
<i>Trifolium repens</i>	8,3	12,6	11,7
Somma specie prevalenti (% su totale taglio)	56,5	67,5	57,1
Leguminose (% su totale taglio)	10,0	12,0	10,7

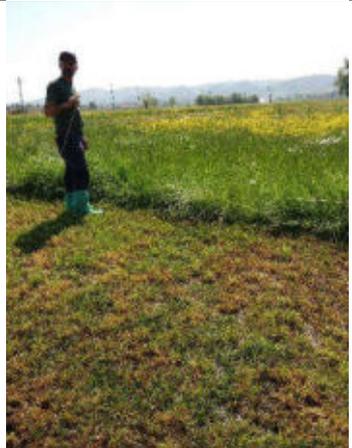
In Figura 13 sono riportate le osservazioni (esprese come numero) conteggiate nel corso del biennio, oltre al loietto italico sopra citato, le specie/famiglie maggiormente presenti sono in ordine: trifoglio bianco (679,.) convolvolo (618), tarassaco (597), setaria spp. (463), poa spp. (380), loietto perenne (333) poi, a seguire altre specie meno rappresentate. Nel complesso nell'indagine sono state conteggiate 73 differenti taxa.

Figura 13 – Principali specie e/o famiglie conteggiate (Daget – Poissonet)



Box Figure 14 – Le attività tecniche in campo

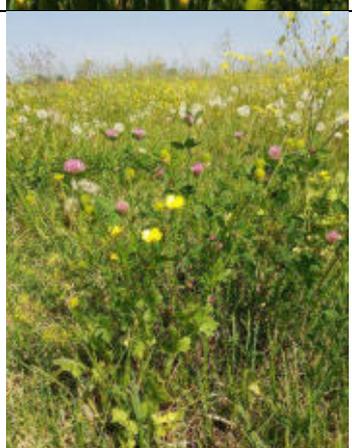
**Arduini:**  
rilievi floristici  
primo taglio  
Maggio 2017



**Burini:**  
rilievi floristici  
primo taglio  
Maggio 2018



**Chierici:**  
rilievi floristici  
primo taglio  
Maggio 2018



**Pelosi:**  
canale utilizzato  
per lo scorrimento  
e campionamento  
fieni Giugno 2018



**Scalabrini:**  
 composizione  
 floristica secondo  
 taglio ed  
 irrigazione a  
 scorrimento  
 Luglio 2018

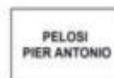
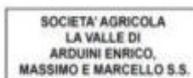
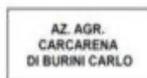


**RISULTATI COMPLESSIVI REALIZZATI NELL'AZIONE 3  
 DAL 1 APRILE 2016 AL 21 SETTEMBRE 2019**

<b>RISULTATI PREVISTI NEL PIANO</b>	<b>RISULTATI REALIZZATI</b>
Calcolo dell'impronta carbonica riferita all'unità di prodotto (kg latte) e all'unità di superficie (ha) per le 5 aziende	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcolo dell'impronta carbonica riferita all'unità di prodotto (kg latte) e all'unità di superficie (ha) per le 5 aziende</li> </ul>
Individuazione delle fasi più impattanti	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Individuazione delle fasi più impattanti</li> </ul>
Analisi foraggi su circa 130 campioni	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisi foraggi su circa 130 campioni</li> </ul>
Analisi floristica su circa 100 campioni	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisi floristica su circa 100 campioni</li> </ul>



**PRATI\_CO**



**AZIONE4 INDIVIDUARE E CONDIVIDERE LINEE GUIDA VOLTE  
ALLA MIGLIORE GESTIONE DEI SUOLI COLLEGATI ALLA  
PRODUZIONE DI PARMIGIANO REGGIANO PER IL  
MANTENIMENTO DELLA SOSTANZA ORGANICA E IL  
SEQUESTRO DI CARBONIO**

**RENDICONTAZIONE SALDO  
21 Novembre 2019**

A cura di:



### RENDICONTAZIONE INTERMEDIA DAL 1 APRILE 2016 AL 30 AGOSTO 2017

Il 23 novembre 2016 è stata organizzata una prima escursione in quanto si è ritenuto indispensabile anticipare una prima condivisione delle finalità delle Linee Guida tra i partecipanti invitati; il titolo dell'iniziativa è stato: "Filòs in bus: Viaggio tra le terre dei prati stabili nella culla del Parmigiano-Reggiano".

I partecipanti invitati riguardavano funzionari regionali, tecnici dei sindacati agricoli, giornalisti oltre ovviamente i partner del GO:

*Sono stati allegati in SIAG in fase di rendicontazione intermedia:*

- *Firme dei partecipanti (File: firme\_23\_11\_16.pdf)*
- *Guida organizzata appositamente per l'escursione (File: GUIDA FILOS IN BUS.pdf)*
- *Cronaca di Viaggio che raggruppa la sintesi delle considerazioni scaturite durante la giornata (File: FILÒS IN BUS\_CRONACA.pdf)*

### RENDICONTAZIONE SALDO DAL 1 SETTEMBRE 2017 AL 27 SETTEMBRE 2019

Questa azione ha riguardato la definizione delle "linee guida di buone pratiche agronomiche per la conservazione dei suoli che sono state validate dalle aziende agricole e dagli enti partecipanti al GO. Esse sono funzionali alla promozione e valorizzazione del ruolo dell'agricoltore come custode della risorsa suolo.

Le linee guida tengono conto dei risultati e delle informazioni raccolte nelle seguenti azioni:

- 1) effetto prato stabile e del relativo inerbimento permanente rispetto alla lavorazione in fase di impianto dell'erba medica sul contenuto di sostanza organica;
- 2) effetto dell'inerbimento (prato stabile) rispetto alla lavorazione (erba medica) sulla protezione del suolo dall'erosione.

Oltre all'iniziativa del 23 novembre 2016 è stato organizzato un incontro in campo il 29 agosto 2019. I partecipanti all'incontro sono stati i partner del progetto, i funzionari regionali e alcuni rappresentanti di centri di assistenza agricola, consorzi di bonifica e enti di ricerca del territorio. Il gruppo di lavoro si è confrontato con l'obiettivo di definire le "linee guida delle buone pratiche agronomiche per la conservazione dei suoli". A supporto dell'azione è stata realizzata un'apposita cartografia Carta delle Terre che illustra i macro ambienti pedologici studiati tramite i siti monitorati.

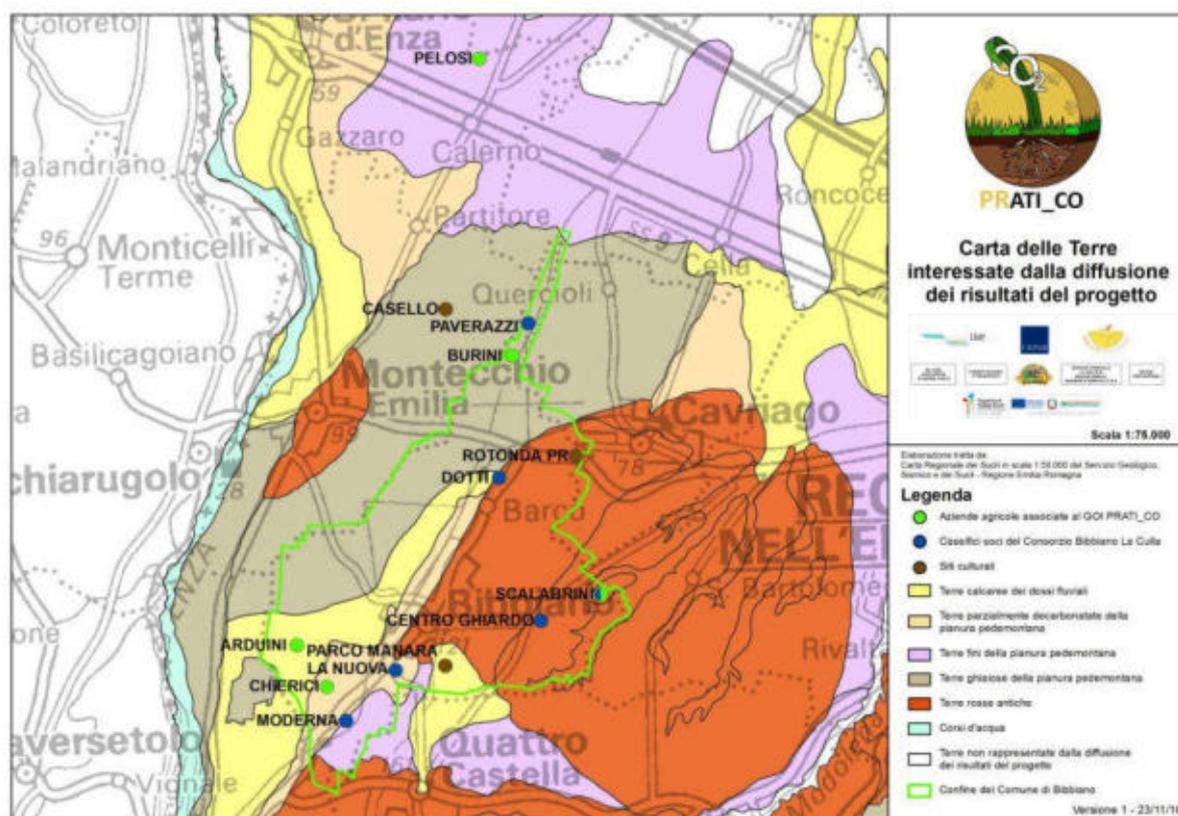
**RISULTATI COMPLESSIVI REALIZZATI NELL'AZIONE 4  
DAL 1 APRILE 2016 AL 27 SETTEMBRE 2019**

<b>RISULTATI PREVISTI NEL PIANO</b>	<b>RISULTATI REALIZZATI</b>
Definizione Linee Guida	Definizione Linee Guida
Carta Terre	Carta Terre

**CARTA DELLE TERRE DEI PRATI STABILI DI BIBBIANO**

La “Carta delle Terre” deriva da un’apposita elaborazione della “Carta dei suoli della pianura emiliano-romagnola” in scala 1:50.000<sup>1</sup> che ha raggruppato ambienti e suoli con un simile comportamento agronomico. Il significato della parola “Terre”, qui utilizzato, comprende tutti gli elementi che influenzano l’uso potenziale del territorio. Quindi il termine si riferisce alle principali caratteristiche della geologia, dei suoli, della morfologia, del clima, dell’idrologia, della vegetazione e della fauna. Sono inclusi nella definizione anche i risultati fisici delle attività umana svolte in passato, come ad esempio gli interventi di bonifica

Le aziende partner, come si vede in Carta, sono ognuna rappresentativa di una Terra.



<sup>1</sup> Carta dei suoli della pianura emiliano-romagnola in scala 1:50.000, realizzata dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli e consultabile in [www.regione.emilia-romagna.it/cartpedo](http://www.regione.emilia-romagna.it/cartpedo)

Per ciascun ambiente, il GO ha descritto le pratiche agronomiche consigliabili per la conservazione del suolo e le potenziali risposte vegeto-produttivo delle foraggere.

Terre	Descrizione ambiente	Caratteristiche dei suoli	Comportamento agronomico per la coltivazione dell'anguria e del melone
 <p><b>Terre calcaree dei dossi fluviali</b></p>	<p>Le Terre Calcaree dei Dossi fluviali rappresentano le aree morfologicamente rilevate della pianura alluvionale collocate in prossimità dei Fiumi e torrenti appenninici. Le quote sono generalmente comprese tra 35 e 70 m s.l.m. L'uso attuale del suolo è prevalentemente di tipo agricolo, con cerealicoltura, foraggicoltura e talvolta colture specializzate intensive (vigneti, frutteti).</p>	<p>I suoli sono pianeggianti (pendenza da 0,1 a 0,5%) e si sono formati in sedimenti fluviali a tessitura media la cui deposizione è imputabile agli eventi alluvionali dell'ultimo millennio. Sono molto profondi, a tessitura media, calcarei, moderatamente alcalini. Hanno una buona disponibilità di ossigeno.</p>	<p>I suoli non presentano particolari problematiche di gestione agronomica. La posizione rilevata rispetto alle aree circostanti della pianura e la tessitura media favoriscono il deflusso naturale delle acque meteoriche. L'esecuzione delle lavorazioni è agevole. Offrono un elevato spessore, dotato di buona fertilità naturale ed elevata capacità in acqua disponibile, privo di restrizioni significative all'approfondimento e all'esplorazione radicale. Il contenuto in limo può favorire la formazione di croste superficiali dopo piogge o eventi irrigui. <b>L'utilizzo di questi suoli a erba medica e prati stabili favorisce la l'aumento di sostanza organica nel suolo.</b></p>
 <p><b>Terre parzialmente decarbonatate della pianura pedemontana</b></p>	<p>La conformazione del rilievo è caratterizzata da antiche aree di pianura pedemontana, debolmente incise da corsi d'acqua appenninici di minore entità; tali aree conservano localmente tracce del reticolo centuriale romano. Le quote sono tipicamente comprese fra 70 e 130 m. L'uso agricolo del suolo è in prevalenza a seminativo semplice e a foraggicoltura.</p>	<p>Suoli pianeggianti (pendenza 0,2 - 1,0%) formati in sedimenti fluviali a tessitura media la cui deposizione si ritiene risalga ad alcune migliaia di anni fa. Sono molto profondi, a tessitura media e variano, all'aumentare della profondità, da non calcarei a molto o fortemente calcarei. Hanno una buona disponibilità di ossigeno.</p>	<p>I suoli non presentano particolari problematiche di gestione agronomica. La posizione rilevata rispetto alle aree circostanti della pianura e la tessitura media favoriscono il deflusso naturale delle acque meteoriche. L'esecuzione delle lavorazioni è agevole. Offrono un elevato spessore, dotato di buona fertilità naturale ed elevata capacità in acqua disponibile, privo di restrizioni significative all'approfondimento e all'esplorazione radicale. Il contenuto in limo può favorire la formazione di croste superficiali dopo piogge o eventi irrigui. È necessario limitare questo fenomeno con opportune lavorazioni al fine di mantenere una struttura del suolo idonea per accogliere la semina dell'erba medica.</p>
 <p><b>Terre fini della pianura pedemontana</b></p>	<p>Piana pedemontana in ambiente di conoide ed interconoide alluvionale e argine naturale prossimale antico su superfici debolmente rilevate, non più interessate da apporti sedimentari nel corso degli ultimi millenni. Le quote sono tipicamente comprese fra 90 e 160 m slm. L'uso agricolo del suolo è a seminativo e a foraggicoltura.</p>	<p>Suoli pianeggianti (pendenza 0,1 - 2,0%) formati in sedimenti fluviali a tessitura fine o moderatamente fine, la cui deposizione si ritiene risalga ad alcune migliaia di anni fa. Sono molto profondi, a tessitura media nella parte superiore, da non calcarei a moderatamente calcarei, ed a tessitura moderatamente fine o media in quella inferiore. Hanno una moderata disponibilità di ossigeno.</p>	<p>I suoli hanno caratteristiche fisiche condizionate dalla prevalenza delle frazioni limosa e argillosa: sono soggetti a fessurazione nel periodo secco, presentano moderate difficoltà nella preparazione dei letti di semina, ma, d'altro canto, offrono un elevato spessore, dotato di buona fertilità naturale ed elevata capacità in acqua disponibile per le piante. La difficoltà di drenaggio rendono necessaria l'adozione di una efficiente rete scolante per l'allontanamento delle acque in eccesso. <b>L'utilizzo di questi suoli a erba medica e prati stabili favorisce la l'aumento di sostanza organica nel suolo.</b></p>
 <p><b>Terre ghiaiose della pianura pedemontana</b></p>	<p>Piana pedemontana collegata a conoidi e interconoidi derivanti da antichi depositi ghiaiosi. Le quote sono tipicamente comprese fra 80 e 100 m s.l.m. L'uso del suolo è a prato poliennale e seminativo semplice.</p>	<p>Suoli pianeggianti (pendenza 0,2-1%), formati in sedimenti fluviali a tessitura media con ghiaia, depositi dai fiumi alcune migliaia di anni fa. Sono profondi o molto profondi, a tessitura media e ghiaiosi, da non calcarei a moderatamente calcarei. La disponibilità di ossigeno è buona.</p>	<p>I suoli hanno caratteristiche condizionate dalla variabilità della profondità in cui si rileva la ghiaia: l'esecuzione delle lavorazioni è comunque agevole, sia per i ridotti tempi di attesa necessari per entrare in campo, sia per le modeste potenze richieste; la presenza sporadica di ghiaia in superficie impone l'adozione di macchinari resistenti all'usura. L'approfondimento e l'esplorazione radicale possono essere limitati negli strati in cui domina la presenza di ghiaia. Lo scolo naturale delle acque non rende necessaria l'adozione di particolari pratiche di sistemazione. <b>L'utilizzo di questi suoli a erba medica e prati stabili favorisce la l'aumento di sostanza organica nel suolo.</b></p>
 <p><b>Terre Rosse Antiche</b></p>	<p>Rappresentano un'antichissima pianura rialzata in seguito ai movimenti di innalzamento della catena alpina e appenninica. Il paesaggio è composto da ampie superfici pianeggianti o ondulate, presenti tra i 70-350 m s.l.m., L'uso dei suoli è agricolo e, localmente, forestale.</p>	<p>I suoli sono pianeggianti o ondulati (pendenza 1-15%), formati in sedimenti fluviali depositi da decine a centinaia di migliaia di anni fa. Sono molto profondi, a tessitura media, talvolta fine, non calcarei, da subacidi a moderatamente alcalini. La disponibilità di ossigeno è buona o moderata.</p>	<p>I suoli hanno caratteristiche fisiche condizionate dall'elevato contenuto di limo che può favorire la formazione di croste superficiali che limitano la germinazione delle piantine. La formazione di croste può anche limitare l'infiltrazione delle acque meteoriche o di irrigazione favorendo il ruscellamento superficiale e l'inizio di processi erosivi. In queste situazioni è importante avere una buona rete scolante e favorire la buona struttura del suolo. <b>L'utilizzo di questi suoli a erba medica e prati stabili favorisce la preservazione del suolo sia dall' erosione idrica diffusa oltre che favorire l'aumento di sostanza organica.</b></p>

## LINEE GUIDA DI GESTIONE DEI PRATI STABILI

I risultati hanno evidenziato che i suoli in cui viene coltivata erba medica hanno una buona dotazione di contenuto di Carbonio ma nei prati stabili è evidente un maggiore sequestro di Carbonio e il particolare accumulo nei primi 15 cm che evidenzia la totale assenza di lavorazioni del terreno.

La simulazione modellistica della dinamica del Carbonio del suolo nel caso di un prato stabile che dopo 20 anni venga "rotto" per essere trasformato in un medicaio in rotazione con frumento ha evidenziato che il Carbonio tende a calare per stabilizzarsi su un livello inferiore e gli apporti di sostanza organica con letame e liquame alla rottura del medicaio non sono in grado di compensare la progressiva perdita di Carbonio che si verifica nel corso del ciclo quadriennale, comportando una riduzione nel tempo dello stock di Carbonio.

Gli strumenti di tutela e di gestione dei prati stabili, oltre a rappresentare un'opportunità, sono oggi elementi che hanno connotati di cogenza. Per far questo è necessario gestire queste colture in modo da poter ottenere dalle stesse un buon prodotto, sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo, senza però mai perdere di vista il ruolo che tali colture svolgono nella salvaguardia dell'ambiente. Dai risultati di questa sperimentazione è emerso che un'utilizzazione del prato che preveda cinque tagli annuali permette di ottenere dallo stesso un prodotto che contemporaneamente sia di elevata quantità e sia caratterizzato da un buon valore nutritivo.

L'applicazione di cinque tagli annui permette, inoltre, di limitare possibili variazioni nella composizione floristica della cenosi prativa che inevitabilmente comporterebbero un peggioramento della produzione.

L'impiego di una concimazione pari alle asportazioni risulta sufficiente o quasi sufficiente al mantenimento della fertilità del suolo. Se, invece, la quantità di ammendante organico (kg N/ha-1) fornito è pari ad una volta e mezza le asportazioni o, addirittura, al doppio delle stesse si ottiene un aumento della produzione in termini di sostanza secca che però non supera mai il 10 % della produzione complessiva, ma contemporaneamente aumenta anche la quota di elementi minerali che rimane nel terreno inutilizzata, con il rischio effettivo di essere poi dilavata andando così ad incrementare il fenomeno dell'inquinamento degli acquiferi.

Sul fronte normativo i prati permanenti nel 2018 sono stati interessati da 2 novità significative:

- il procedimento di autorizzazione alla conversione dei prati permanenti in altri usi, nell'ambito del Registro dei Prati Permanenti; questa novità è stata sancita con la Circolare Agea n. 35573 del 24 aprile 2018. Di fatto con questa Circolare Agea il Registro dei Prati Permanenti diventa operativo;
- Il recepimento del Regolamento Omnibus, che ha modificato la definizione di "prato permanente", così da risolvere un problema legato al loietto in pianura padana.

Al fine di monitorare l'evoluzione dei prati e pascoli permanenti, l'art. 3 del DM 20 marzo 2015 n. 1922 ha istituito il Registro dei Prati Permanenti. A sua volta, Agea ha definito:

- le modalità di costituzione del Registro dei Prati Permanenti, come sistema di gestione dei dati già presenti sul fascicolo (Circolare Agea n. 42898 del 7 novembre 2017);
- il procedimento di autorizzazione alla conversione dei prati permanenti (Circolare Agea n. 35573 del 24 aprile 2018);

Il Registro dei Prati Permanenti assolve alle seguenti funzioni:

- definire e registrare geograficamente le superfici dichiarate a prato permanente poste in aree sensibili, al fine della loro tutela;
- registrare e gestire l'evoluzione delle superfici agricole (trasformazione del seminativo in prato permanente e la trasformazione del prato permanente in altra copertura del suolo) in relazione al rispetto dei vincoli legati alla condizionalità e al greening;
- registrare, validare e gestire le superfici identificate come pratiche locali tradizionali di pascolamento (PLT), comunicate dalle Regioni;
- registrare, validare e gestire le superfici indicate dalle Regioni sulle quali si applicano le deroghe alla normativa nazionale;
- gestire la procedura di autorizzazione alla conversione di prati permanenti in altri usi (seminativi, colture permanenti, rimboschimenti, ecc.);
- monitorare le occupazioni del suolo che possono, se mantenute oltre i cinque anni, confluire nei prati permanenti.

**Pertanto, si può concludere che i prati stabili polifiti e irrigui sono una risorsa importante di stoccaggio di carbonio nel suolo che va preservata e tutelata.**

**È necessario dunque:**

**Valorizzare l'uso storico e tradizionale dei prati, e in particolare dei prati stabili, che vanno tutelati e preservati in quanto veri serbatoi di carbonio che influiscono sul contenimento dei cambiamenti climatici ed inoltre hanno un ruolo su:**

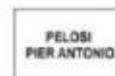
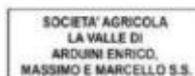
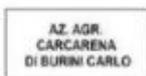
- **Riduzione dell'erosione:** partecipano alla riduzione dei fenomeni di erosione in quanto garantiscono una copertura superficiale nelle stagioni piovose che attenua l'effetto battente della pioggia contenendo i fenomeni erosivi di ruscellamento delle acque piovane;
- **Miglioramento della permeabilità dei suoli:** determinano l'aumento della sostanza organica e di conseguenza il miglioramento della struttura del suolo favorendo l'infiltrazione e il buon drenaggio dell'acqua;
- **Conservazione della biodiversità:** conservano la biodiversità sia floristica che della pedofauna del suolo favorita dal contenimento e/o assenza delle lavorazioni.

**Le buone pratiche agronomiche e di gestione del suolo dei prati prevedono:**

- **Impiego di letame maturo in copertura (così da non apportare infestanti e garantire altresì un buon contenuto di carbonio organico);**
- **Massimizzare la distribuzione del liquame nelle fasi vegetative del prato (anche subito dopo il taglio) facendo seguire una irrigazione nel caso di assenza di pioggia;**
- **In caso di soprassuoli degradati, ricorrere a trasemina con specie graminacee e leguminose 'perenni';**
- **Gestione del turno e dei volumi idrici sulla base delle caratteristiche del suolo (terreni sciolti turno d'irrigazione più ravvicinato, terreni argillosi volumi più elevati).**



**PRATI\_CO**



## **AZIONE DIVULGAZIONE**

**RENDICONTAZIONE SALDO  
21 Novembre 2019**

## RENDICONTAZIONE INTERMEDIA DAL 1 APRILE 2016 AL 30 AGOSTO 2017

L'azione di divulgazione è stata sviluppata tramite diverse attività di seguito elencate e che sono consultabili presso l'apposita sezione web realizzata nel portale di I.TER all'indirizzo:

<http://www.pedologia.net/it/PRATI-CO/cms/Pagina.action?pageAction=&page=InfoSuolo.37&localeSite=it>

- Comunicati stampa consultabili nella sezione web sopra citata, in particolare:
  - **GOI PRATI\_CO: dalla buona gestione dei suoli all'eccellenza del Parmigiano Reggiano**
  - **Visite guidate nella culla del Parmigiano Reggiano** – Quotidiano “Gazzetta di Reggio Emilia”, 26 novembre 2016
  - **La scoperta di paesaggi e sapori nelle Terre del Parmigiano Reggiano** - Quotidiano “La voce di Reggio Emilia”, 6 dicembre 2016
  - **Prati stabili polifiti, la Ue e la sostenibilità ambientale** - Rivista “Informatore Zootecnico”, 16 gennaio 2017
  - **Gruppi Operativi per l'Innovazione: l'esperienza dell'Emilia Romagna** - web tv TRIWU', 11 giugno 2017
  - **Due Progetti GOI a R2B Smau 2017** - web tv TRIWU', 12 giugno 2017
- 15 Trasmissioni radiofoniche di “comunicazione rurale” presso la rubrica “Terra Terra” di Radio Budrio ascoltabili nella sezione web di PRATI\_CO all'interno del portale di I.TER
  - **p34\_TerraTerra\_Sequestrocarbonio.mp3**
  - **p35\_TerraTerra\_ParmigianoReggiano.mp3**
  - **p36\_TerraTerra\_Cambiamenticlimatici.mp3**
  - **p38\_TerraTerra\_Parmigianoecosostenibile.mp3**
  - **p39\_TerraTerra\_Cambiamenticlimaticip.2.mp3**
  - **p41\_TerraTerra\_Agricoltura sostenibile.mp3**
  - **p46\_TerraTerra\_Prati stabili e Parmigiano Reggiano.mp3**
  - **p69\_Terra\_Terra\_Intervista\_Pelosi.mp3**
  - **p68\_Terra\_Terra\_Intervista\_Scalabrini.mp3**
  - **p70\_Terra\_Terra\_Intervista\_CRPA.mp3**
  - **p71\_Terra\_Terra\_Intervista\_Arduini.mp3**
  - **p73\_Terra\_Terra\_Intervista\_Chierici.mp3**
  - **p73\_Terra\_Terra\_Intervista\_Burini.mp3**
  - **p75\_Terra\_Terra\_Intervista\_Bibbiano\_la\_Culla.mp3**
  - **Terra\_Terra\_Intervista\_I.TER.mp3**
- **Scheda QR Code con le interviste dei partner del GO: Usa i Qr code per ascoltare le puntate di “Terra Terra”**
- **1 Articolo tecnico divulgativo consultabile sul sito di I.TER**
  - **Parmigiano Reggiano: qualità ad alta sostenibilità** - Rivista Agricoltura n. 38, maggio-giugno 2017
- **1 Servizio televisivo consultabile sul sito di I.TER**
  - **I prati stabili delle Terre di Canossa**
- **1 video-spot di almeno 2 minuti tradotto in inglese e inserito oltre che nei portali dei partner del GOI nella rete PEI (in corso)**

Il progetto PRATI\_CO è stato inoltre presentato in questi eventi in quanto i partner agricoli hanno esplicitamente richiesto di favorire la comunicazione degli obiettivi del Piano Operativo già nei primi mesi di attività, mettendo a disposizione la degustazione dei propri prodotti e l'apertura spettacolarizzata della forma di Parmigiano Reggiano:

- 12/09/2016 SANA presso Fiera di Bologna
- 16/09/2016 Partecipazione Conferenza Stampa Progetto Life Foraggi per presentazione progetto PRATICO
- 17/09/2016 Partecipazione incontro presso MEME insieme ad Assessore Caselli e Stampa per progetto Life Foraggi per Presentazione progetto PRATICO
- 22/09/2016 Salone del Gusto di Torino
- 15/10/2016 Festa di Radio Budrio nel Teatro comunale di Budrio (BO)
- 02/05/2017 Stati Generali della Green Economy presso Opificio Golinelli Bologna
- 08/06/2017 R2B SMAU presso Fiera di Bologna
- 13-16/06/2017 Rete EIP Amburgo

**RENDICONTAZIONE SALDO  
DAL 1 SETTEMBRE 2017 AL 27 SETTEMBRE 2019**

L'azione di divulgazione è proseguita secondo la linea illustrata nella rendicontazione intermedia. La sezione web realizzata nel portale di I.TER è stata aggiornata di continuo con le iniziative realizzate nel corso del progetto. Le principali attività/eventi in cui è stato presentato il progetto sono le seguenti:

- 07/10/2018 Area Fiera, piazza XXV Aprile, Barco (RE). Il Padlon e il “risotto matildico” degustazione di un risotto a base di Parmigiano Reggiano, il Re dei formaggi, e la Regina Castagna
- 24/10/2017 Incontro in campo con progetto Landmark progetto H2020
- 01/03/2019 partecipazione al convegno di presentazione dei GO; allestimento tavolo con dépliant roll up e poster presso FICO
- 29/08/2019 Incontro in campo
- 18/09/2019 Convegno finale di presentazione dei risultati
- Agricoltura, estratto Speciale Resto del Carlino

Inoltre, sono state realizzati i seguenti materiali divulgativi:

- 1 roll-up di progetto
- 1 opuscolo tecnico divulgativo
- 1 video spot

**RISULTATI COMPLESSIVI REALIZZATI NELL'AZIONE DI DIVULGAZIONE  
DAL 1 APRILE 2016 AL 27 SETTEMBRE 2019**

RISULTATI PREVISTI NEL PIANO	RISULTATI REALIZZATI
I.TER Sito web	<a href="https://www.pedologia.net/it/PRATI-CO/cms/Pagina.action?pageAction=&amp;page=InfoSuolo.37&amp;localeSite=it">https://www.pedologia.net/it/PRATI-CO/cms/Pagina.action?pageAction=&amp;page=InfoSuolo.37&amp;localeSite=it</a>
I.TER almeno 10 trasmissioni radiofoniche Consultabili nel sito web	<ul style="list-style-type: none"> <li>- p34_TerraTerra_Sequestrocarbonio.mp3</li> <li>- p35_TerraTerra_ParmigianoReggiano.mp3</li> <li>- p36_TerraTerra_Cambiamenticlimatici.mp3</li> <li>- p38_TerraTerra_Parmigianoecosostenibile.mp3</li> <li>- p39_TerraTerra_Cambiamenticlimaticip.2.mp3</li> <li>- p41_TerraTerra_Agricoltura sostenibile.mp3</li> <li>- p46_TerraTerra_PraticostabileeParmigianoReggiano.mp3</li> <li>- p69_Terra_Terra_Intervista_Pelosi.mp3</li> <li>- p68_Terra_Terra_Intervista_Scalabrini.mp3</li> <li>- p70_Terra_Terra_Intervista_CRPA.mp3</li> <li>- p71_Terra_Terra_Intervista_Arduini.mp3</li> <li>- p73_Terra_Terra_Intervista_Chierici.mp3</li> <li>- p73_Terra_Terra_Intervista_Burini.mp3</li> <li>- p75_Terra_Terra_Intervista_Bibbiano_la_Culla.mp3</li> <li>- Terra_Terra_Intervista_I.TER.mp3</li> </ul>
I.TER un video (durata indicativa 2 minuti) Link consultabili nel sito web	<p>Link al Video Spot di presentazione del GO PRATI_CO: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=ybQXt91sMT4">https://www.youtube.com/watch?v=ybQXt91sMT4</a></p> <p>Link al Video Spot in inglese: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=-a172srV25k">https://www.youtube.com/watch?v=-a172srV25k</a></p>
CRPA n. 1 roll-up di progetto	<a href="https://www.pedologia.net/it/PRATI-CO/cms/Pagina.action?pageAction=&amp;page=InfoSuolo.37&amp;localeSite=it">https://www.pedologia.net/it/PRATI-CO/cms/Pagina.action?pageAction=&amp;page=InfoSuolo.37&amp;localeSite=it</a>
1 conferenze stampa	- <b>GOI PRATI_CO: dalla buona gestione dei suoli all'eccellenza del Parmigiano Reggiano</b>
Almeno 1 articoli tecnico-divulgativi per le riviste di settore regionali e nazionali;	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Visite guidate nella culla del Parmigiano Reggiano</b> – Quotidiano “Gazzetta di Reggio Emilia”, 26 novembre 2016</li> <li>- <b>La scoperta di paesaggi e sapori nelle Terre del Parmigiano Reggiano</b> - Quotidiano “La voce di Reggio Emilia”, 6 dicembre 2016</li> <li>- <b>Prati stabili polifiti, la Ue e la sostenibilità ambientale</b> - Rivista “Informatore Zootecnico”, 16 gennaio 2017</li> <li>- <b>Gruppi Operativi per l'Innovazione: l'esperienza dell'Emilia Romagna</b> - web tv TRIWU', 11 giugno 2017</li> <li>- <b>Due Progetti GOI a R2B Smau 2017</b> - web tv TRIWU', 12 giugno 2017</li> <li>- <b>1 Articolo tecnico divulgativo consultabile sul sito di I.TER Parmigiano Reggiano: qualità ad alta sostenibilità</b> - Rivista Agricoltura n. 38, maggio-giugno 2017</li> </ul>
n. 1 servizi televisivi su trasmissioni specializzate a diffusione locale e regionale Link consultabili nel sito web	<p>link proposto da "A cielo aperto" sul loro sito <a href="https://www.acieloaperto.com/#cmQERMWiK1Q">https://www.acieloaperto.com/#cmQERMWiK1Q</a> oppure quello su youtube <a href="https://www.youtube.com/watch?v=cmQERMWiK1Q&amp;feature=youtu.be">https://www.youtube.com/watch?v=cmQERMWiK1Q&amp;feature=youtu.be</a></p>
1 opuscolo tecnico divulgativo (8 facciate a colori, stampato in n. 500 copie); Link consultabili nel sito web	<a href="https://www.pedologia.net/it/PRATI-CO/cms/Pagina.action?pageAction=&amp;page=InfoSuolo.37&amp;localeSite=it">https://www.pedologia.net/it/PRATI-CO/cms/Pagina.action?pageAction=&amp;page=InfoSuolo.37&amp;localeSite=it</a>
1 incontro tecnico + visita guidata alle attività di campo;	- <b>29/08/2019 Incontro in campo</b>
1 convegno finale di presentazione dei risultati;	- <b>18/09/2019 Convegno finale di presentazione dei risultati</b>

# ELENCO PRODOTTI RENDICONTAZIONE SALDO DAL 1 SETTEMBRE 2017 AL 27 SETTEMBRE 2019

07/10/2018 Area Fiera, piazza XXV Aprile, Barco (RE). Il Padlon e il "risotto matildico" degustazione di un risotto a base di Parmigiano Reggiano, il Re dei formaggi, e la Regina Castagna

**dal 12 alle 18**  
Contra Outlets del Duolo  
Via XXV Maggio 25/B  
Stando per la vendita di gnocchetti  
e torte di pasta di Barco.  
A cura di Penelope di Barco.

**dal 14 alle 18**  
Area Fiera - piazza XXV Aprile  
Banchetto vendita materassi e cuscini  
A cura di Azienda Domus Albergatori Marco  
Castaniconi dell'Appennino Reggiano.

**dal 15**  
Area Fiera - piazza XXV Aprile  
**Stazioni Musicali** - A cura di P.M. -  
Professional Music Institute.

**dal 15,30**  
via Dante Alighieri 4  
The Castagn - Traditional Irish Music  
e ballate di sistema sul Mondo -  
Musica e danza della verde Irlanda  
con il contributo di il Castello che ringrazia  
AGI Assicurazioni Barco, Auber Biliardini  
e Clienti etc.

**dal 16 alle 18**  
Corte Bebbi - via Spallanzani 15  
**Apertivo e aperitivo set con la Miquina  
Dante** Una suggestiva performance  
che mixa le tecnologie più innovative  
offering tradurre dei grammofoni  
a manovella e dei 78 giri anteguerra  
del vinile. Setto social, setto  
strumento, compositore e produttore  
di lavoro, ha dato vita a una collezione  
di 78 giri provenienti da tutto il mondo.  
Eventi musicali in collaborazione e  
con il contributo di Castel Biliardini che  
cureta l'evento.

**dal 17**  
Area Fiera - piazza XXV Aprile  
**il Padlon e il "risotto matildico"**  
degustazione di un risotto a base di  
Parmigiano Reggiano, il Re dei formaggi,  
e la Regina Castagna.  
Iniziativa realizzata nell'ambito del  
Programma della Regione  
Emilia-Romagna - 2016 ANNO EUROPEO  
DEL PATRIMONIO CULTURALE.

**dal 17**  
Corte Bebbi - via Spallanzani 15  
Presentazione del libro fotografico **La  
bellezza perduta di Enzo Crispino**  
in dialogo con il fotoreporter Paolo Barbera,  
responsabile Archivi Fotografici del  
Centro Studi e Archivio della  
Comunicazione (CSAC) di Parma.

**SABATO 6 E  
DOMENICA 7 OTTOBRE**

**dal 9 alle 12 e dalle 15 alle 20**  
Corte Bebbi - via Spallanzani 15  
**Stella Gonnaga Sicama: mostra  
di opere realizzate nelle diverse  
tecniche nate nel primo del '900**  
A cura del Comitato Art Casanova

**Legenda**

- 🏛️ Luoghi Culturali
- 🎵 Area Fiera
- 🏠 Dimostrazioni Tecniche
- 📍 Posizione Stand Aperti
- 🏠 Area Fieristica
- 🎵 Area Spettacoli

**NUOVA APPROVAZIONI**  
2P S.A.L.  
Via S. Stefano 10  
Tel. 0522 832314  
www.2p.it

**AUTO BRINDANI**  
ASSISTENZA E VENDITA DI TUTTE LE MARCHE  
ACQUISTO FINANZIATO  
RISPARMIO  
PNEUMATICI

**VE TO**  
Via S. Stefano 10 - 42022 Barco (RE)  
Tel. 0522 832314 - www.ve.to

**Orange Funebri  
Cuprum**  
Via S. Stefano 10 - 42022 Barco (RE)  
Tel. 0522 832314

**CGIL  
SPL**  
Via S. Stefano 10 - 42022 Barco (RE)

**BPER:  
Banca**

**ECONFERCENTI**  
Reggio Emilia  
www.confercenti.org

**PIZZERIA UNICA**  
BIBBIANO (PR)  
Via S. Stefano 10 - 42022 Barco (RE)  
Tel. 0522 832314

**Reggiano  
Gourmet**  
PASTA ARTIGIANI

**LAVA PIU'**  
Via S. Stefano 10 - 42022 Barco (RE)  
Tel. 0522 832314

**FARMACIA  
ALDINI**  
S. CRISTINA E  
OMEPATIA  
Piazza XXV Aprile 4  
42022 Barco (RE)

**EMILBANCA**  
CREDITO COOPERATIVO

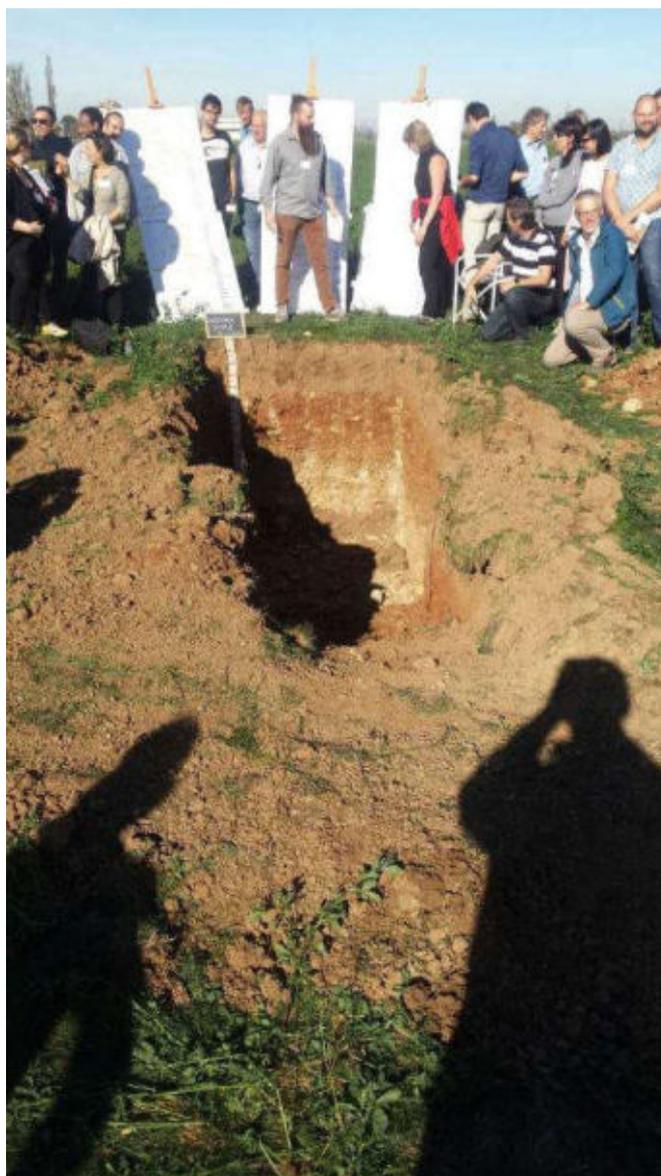
**Iron Design**  
Ripa Nova (R.C.)  
Carpenteria - Saldatura  
LASER TUBO

**Fotostudio Gi**  
Foto Colorate e Ritoccate  
Fotobanche  
Sviluppi e Stampa  
Servizio di Grafica  
Cover per telefoni personalizzati  
Via S. Stefano, 10 - 42022 Barco (RE)  
Tel. 0522 832314 - fotostudiogi@libero.it

**SAM**  
SAM è un negozio online dove  
trovare tutti i prodotti per  
la casa e per il giardino  
www.confercenti.org



24/10/2017 Incontro in campo con progetto Landmark progetto H2020



**24/10/2017 Incontro in campo con progetto Landmark**



29/08/2019 Incontro in campo



## Gruppo operativo per l'innovazione PRATI\_CO Prati stabili e erba medica: attività e risultati del progetto

Giovedì 29 agosto 2019 – Ore 10:00

Azienda agricola La Valle  
Via Suor Enrichetta Monti, 21 – 42021 Bibbiano (RE)



Si propone l'incontro tecnico con visita dei prati stabili e di erba medica dell'azienda al fine di poter illustrare le attività e i risultati ottenuti da PRATI\_CO per sancire un confronto operativo con i partecipanti in merito alle "linee guida volte alla migliore gestione dei suoli collegati produzione di Parmigiano Reggiano per il mantenimento della sostanza organica e il sequestro di carbonio".

PRATI\_CO è un gruppo operativo per l'innovazione che evoca nel nome la funzione che i prati stabili irrigui e polifiti assumono nel "sequestro di carbonio", cioè nel favorire l'arricchimento della sostanza organica nei suoli e di conseguenza il contenimento dell'emissione di anidride carbonica, uno dei principali gas responsabili dell'effetto serra.

### PARTNER

Il progetto, coordinato dalla Cooperativa I.TER Progettazione Ecologica del Territorio, è realizzato in collaborazione con il Centro Ricerche Produzioni Animali - CRPA S.p.A., l'Antica fattoria caseificio Scalabrini, l'Azienda agricola Carcarena, l'Azienda agricola Chierici, l'Azienda agricola Pelosi, l'Azienda agricola La Valle e il Consorzio Bibbiano la Culla.

### PROGRAMMA

**10:00 Registrazione partecipanti**

**10:15 Incontro tecnico e visita in campo**

Presentazione del GO PRATI\_CO  
*Carla Scotti, I.TER*

Presentazione dell'Azienda Società Agricola La Valle  
*Enrico Arduini, Azienda La Valle*

Rilievi floristici, impronte e dinamiche del carbonio organico  
*Aldo Dal Prà e Laura Valli, CRPA S.p.A.*

Linee guida di gestione dei prati per favorire il sequestro di carbonio nei suoli  
*Carla Scotti e Antea De Monte, I.TER*

**11:30 Confronto tra i partecipanti**

**12:15 Conclusione dei lavori**

**12:30 Buffet con apertura spettacolarizzata di una forma di Parmigiano Reggiano della Latteria Sociale Nuova a cura dell'aspirante casara Giorgia Copelli**

Partecipazione libera, previa registrazione

Seguici sul [sito del progetto PRATI\\_CO](#)



Divulgazione a cura di Centro Ricerche Produzioni Animali - CRPA S.p.A. - Autorità di Gestione: Direzione Agricoltura, caccia e pesca della Regione Emilia-Romagna. Iniziative realizzate nell'ambito del Programma regionale di sviluppo rurale 2014-2020 - Tipo di operazione 16.1.01 - Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione: produttività e sostenibilità dell'agricoltura - Focus Area SE - Forestazione ambientale - Progetto PRATI\_CO - PARMIGIANO REGGIANO: Agrotecnica Impronta CARBONIO ORGANICO.

### Informazioni e segreteria



Centro Ricerche Produzioni Animali - CRPA SpA.  
Andrea Poluzzi, [a.poluzzi@crpa.it](mailto:a.poluzzi@crpa.it), Tel. 0522 436999



## 18/09/2019 Convegno finale di presentazione dei risultati

CONVEGNO  
FINALE



### Gruppo operativo per l'innovazione PRATI\_CO – PARMIGIANO REGGIANO: Agro-tecnica impronta CARBONIO ORGANICO

Mercoledì 18 settembre 2019 – Ore 9:15

Sala convegni del Tecnopolo di Reggio Emilia  
P.le Europa, 1 – 42124 Reggio Emilia



Il prato stabile è un ecosistema ricco in biodiversità vegetale e animale ed è un esempio di agricoltura conservativa e sostenibile, perché non è interessato dalle lavorazioni del terreno e da nessun intervento agrochimico. L'ampia composizione floristica del prato stabile caratterizza un fieno sano e gradito alle vacche da latte collegate alla produzione del Parmigiano Reggiano.

PRATI\_CO è un gruppo operativo per l'innovazione che evoca nel nome la funzione che i prati stabili irrigui e polifili assumono nel "sequestro di carbonio", cioè nel favorire l'arricchimento della sostanza organica nei suoli contenendo l'emissione di anidride carbonica, uno dei principali gas responsabili dell'effetto serra.

Focus del progetto PRATI\_CO è stato, infatti, quello di quantificare l'impronta carbonica della gestione agronomica dei prati e la definizione originale di "linee guida volte alla migliore gestione dei suoli collegati alla produzione di Parmigiano Reggiano per il mantenimento della sostanza organica e il sequestro di carbonio". I risultati ottenuti valorizzano il ruolo dell'agricoltore in qualità di vero e proprio custode garante della protezione del suolo.

#### PARTNER

Il progetto, coordinato dalla Cooperativa I.TER Progettazione Ecologica del Territorio, è realizzato in collaborazione con il Centro Ricerche Produzioni Animali - CRPA S.p.A., l'Antica fattoria caseificio Scalabrini, l'Azienda agricola Carcarena, l'Azienda agricola Chierici, l'Azienda agricola Pelosi, l'Azienda agricola La Valle e il Consorzio Bibbiano la Culla.

Partecipazione libera, previa **registrazione**

Seguici sul **sito del progetto PRATI\_CO**

#### PROGRAMMA

**9:00** Registrazione partecipanti

**9:15** Introduce e modera **Adelfo Magnavacchi - CRPA S.p.A.**

**9:30** Intervento di apertura: **Simona Caselli - Assessore all'agricoltura della Regione Emilia-Romagna**

#### Saluti istituzionali

**Loretta Belelli - Assessore all'ambiente del Comune di Bibbiano**

**Nicola Bertinelli - Presidente del Consorzio Parmigiano Reggiano**

#### 10:00 Il progetto e i risultati ottenuti

Il sequestro di carbonio nei suoli e le linee guida di gestione dei prati  
**Carla Scotti e Antea De Monte - I.TER**

Rilievi floristici, impronte e dinamiche del carbonio organico  
**Aldo Dal Pra, Roberto Davolio e Laura Valli - CRPA S.p.A.**

#### 11:00 Le ricadute sul territorio

L'esperienza delle aziende partner

**Pier Antonio Pelosi - Rappresentante partner agricoli PRATI\_CO**

L'esperienza del Consorzio Bibbiano la Culla

**Umberto Beltrami - Presidente del Consorzio Bibbiano la Culla**

#### 11:30 I collegamenti con altre unità di ricerca

**LANDMARK e PRATI\_CO: sinergia tra un GO e un progetto H2020**  
**Francesca Bampa - Wageningen University**

Prati stabili: una importante risorsa di biodiversità  
**Cristina Menta - Università di Parma**

#### 12:15 Interventi, discussione, proposte

#### 13:00 Buffet

con apertura spettacolarizzata, a cura di **Ugo Scalabrini**, di una forma di Parmigiano Reggiano dell'Antica fattoria caseificio Scalabrini

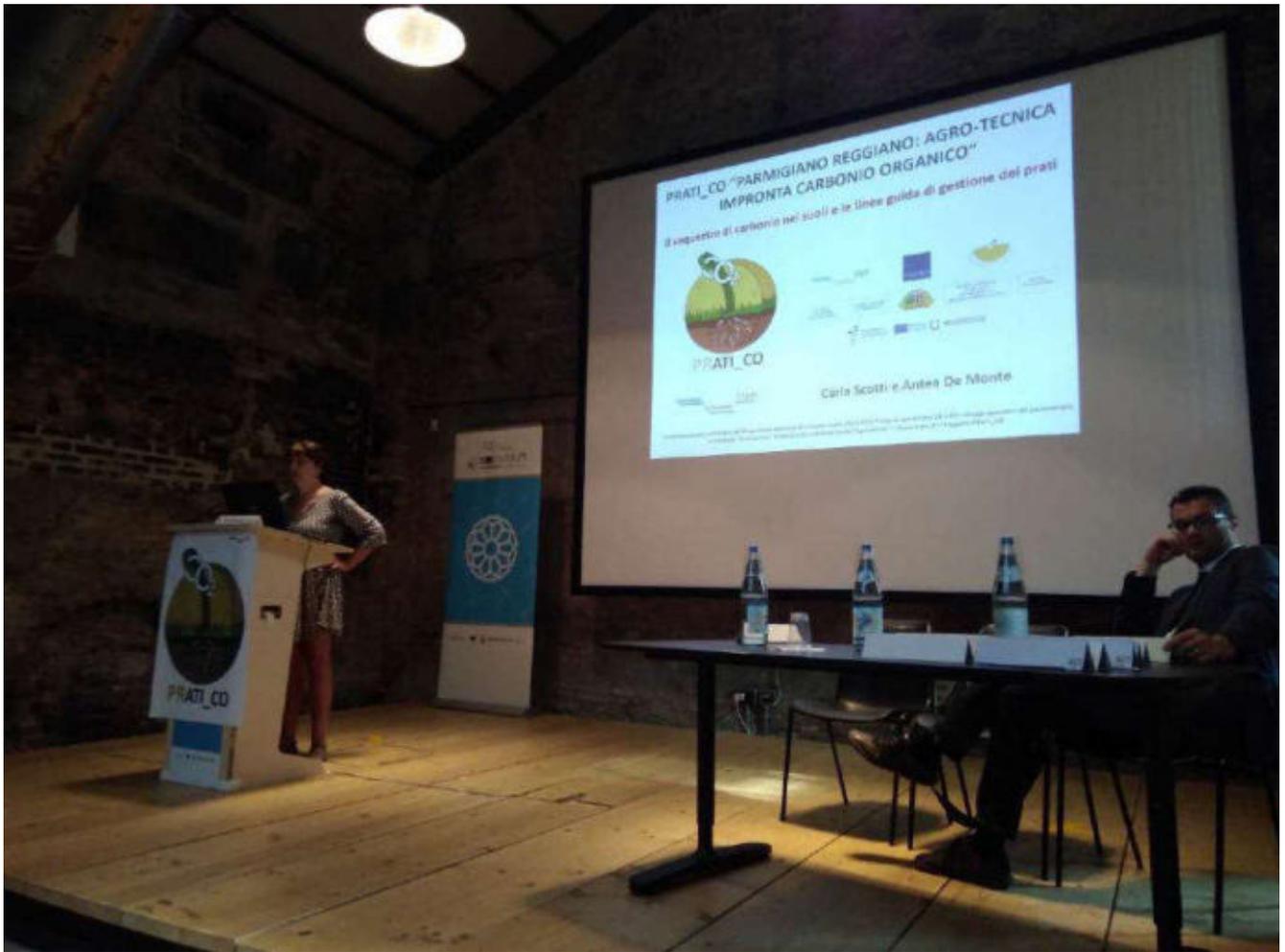


Divulgazione e cura di Centro Ricerche Produzioni Animali - CRPA S.p.A. - Azienti di Gestione: Direzione Agricoltura caccia e pesca della Regione Emilia-Romagna. Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma regionale di sviluppo rurale 2014-2020 - Tipo di operazione 18.1.01 - Gruppi operativi del partenariato auspicato per l'innovazione: produttività e sostenibilità dell'agricoltura - Focus Area SE - Forestazione ambientale - Progetto PRATI\_CO - PARMIGIANO REGGIANO: Agro-tecnica impronta CARBONIO ORGANICO

#### Informazioni e segreteria

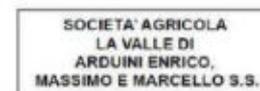


Centro Ricerche Produzioni Animali - CRPA SpA.  
**Andrea Poluzzi, a.poluzzi@crpa.it, Tel. 0522 436699**



# PRATI\_CO “PARMIGIANO REGGIANO: AGRO-TECNICA IMPRONTA CARBONIO ORGANICO”

Il sequestro di carbonio nei suoli e le linee guida di gestione dei prati

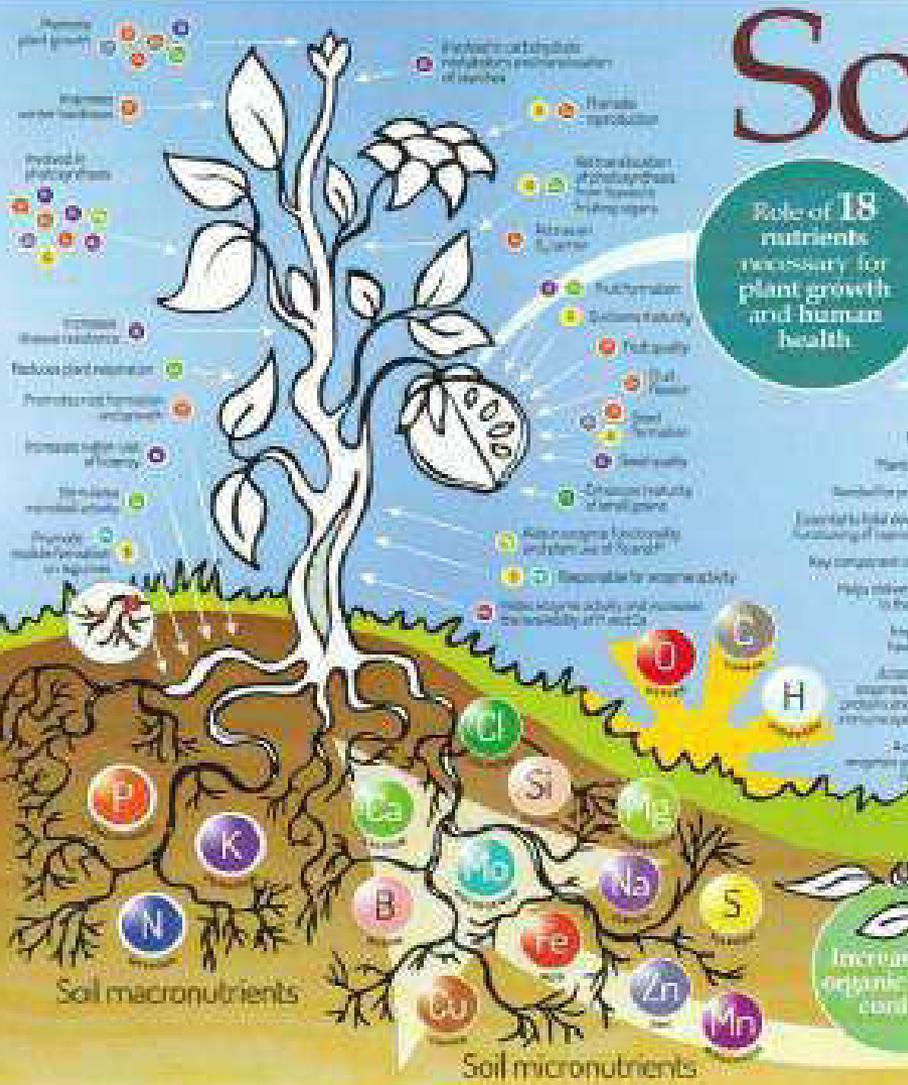


Carla Scotti e Antea De Monte

Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma regionale di sviluppo rurale 2014-2020 – Tipo di operazione 16.1.01 – Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione: “produttività e sostenibilità dell'agricoltura” – Focus Area 5E – Progetto PRATI\_CO

# Soil the foundation of nutrition

Role of 18 nutrients necessary for plant growth and human health.



Soil degradation leads to the loss of soil micron and macronutrients

Nutrient-poor soils are unable to produce healthy food with all the necessary nutrients for a healthy person

Over 2 billion people suffer from micronutrient deficiencies





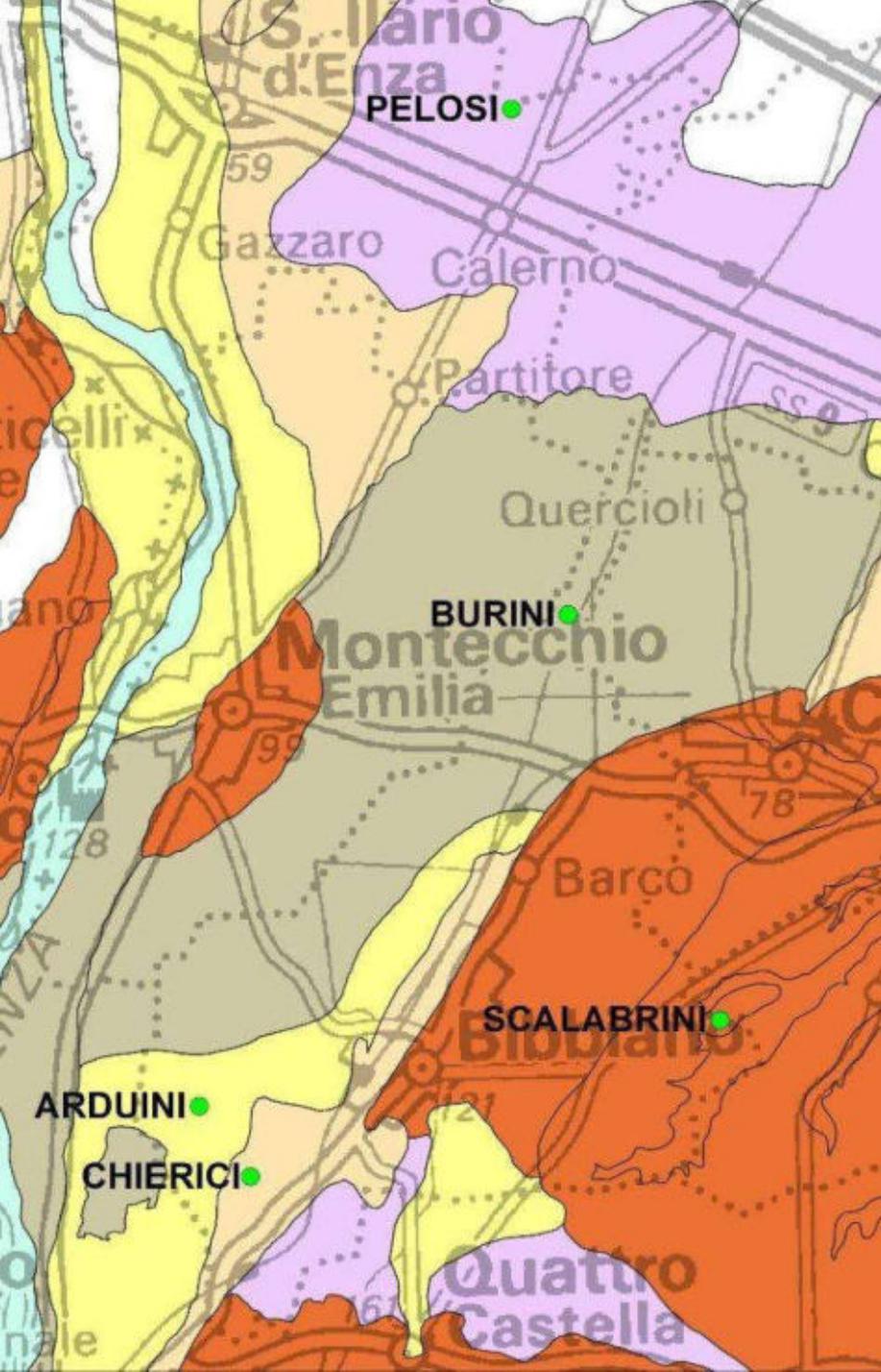
### Terre dell'Emilia-Romagna

The central graphic features a map of Emilia-Romagna, Italy, with different regions highlighted in various colors (yellow, green, blue, purple). Surrounding the map are six small landscape photographs showing rolling hills, fields, and agricultural settings. Below the map, there is a block of small text, likely providing details about the soil types or agricultural practices in the region.





	<b>Partner</b>
<b>CAPOFILA</b>	I.TER SOC. COOP.
<b>PARTNER EFFETTIVO</b>	CENTRO RICERCHE PRODUZIONI ANIMALI - CRPA
<b>PARTNER EFFETTIVO</b>	ANTICA FATTORIA CASEIFICIO SCALABRINI DI UGO E BRUNO S.S. SOCIETA' AGRICOLA
<b>PARTNER EFFETTIVO</b>	AZ. AGR. CARCARENA DI BURINI CARLO
<b>PARTNER EFFETTIVO</b>	CHIERICI SILVANO E FRANCESCO
<b>PARTNER EFFETTIVO</b>	PELOSI PIER ANTONIO
<b>PARTNER ASSOCIATO</b>	BIBBIANO LA CULLA
<b>PARTNER ASSOCIATO</b>	SOCIETA' AGRICOLA LA VALLE DI ARDUINI ENRICO, MASSIMO E MARCELLO S.S.



### Legenda

- Aziende agricole associate al GOI PRATI\_CO
- Terre calcaree dei dossi fluviali
- Terre parzialmente decarbonatate della pianura pedemontana
- Terre fini della pianura pedemontana
- Terre ghiaiose della pianura pedemontana
- Terre rosse antiche
- Corsi d'acqua

# Il Parmigiano Reggiano, prodotto di eccellenza, può contribuire alla preservazione del paesaggio agricolo, del suolo e dell'ambiente?



Prati = sequestro di carbonio



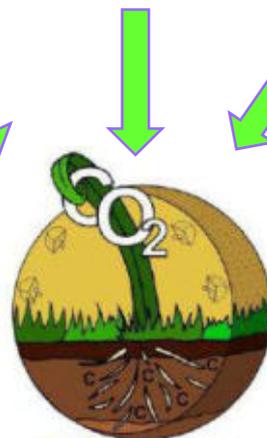
CRPA quantifica l'impronta del carbonio in tutto il processo di produzione di Parmigiano Reggiano; realizza i rilievi floristici sui prati



I.TER studia i caratteri dei suoli e monitora il contenuto di carbonio organico nel suolo (96 analisi)



Il ruolo dell'agricoltore: custode del territorio e del paesaggio oltre che produttore di un cibo di qualità



PRATI\_CO

PRATI\_CO definisce le "linee guida di gestione dei prati volte ad aumentare il sequestro di carbonio nel suolo"



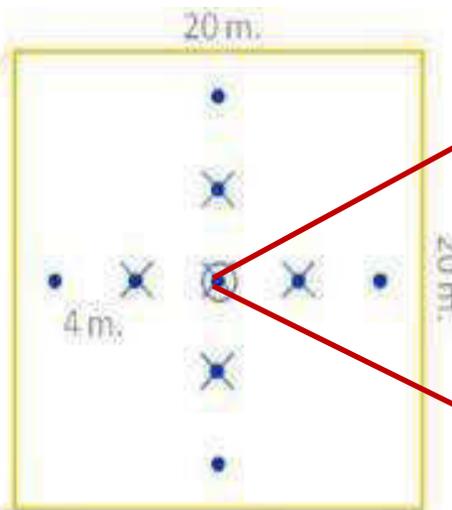
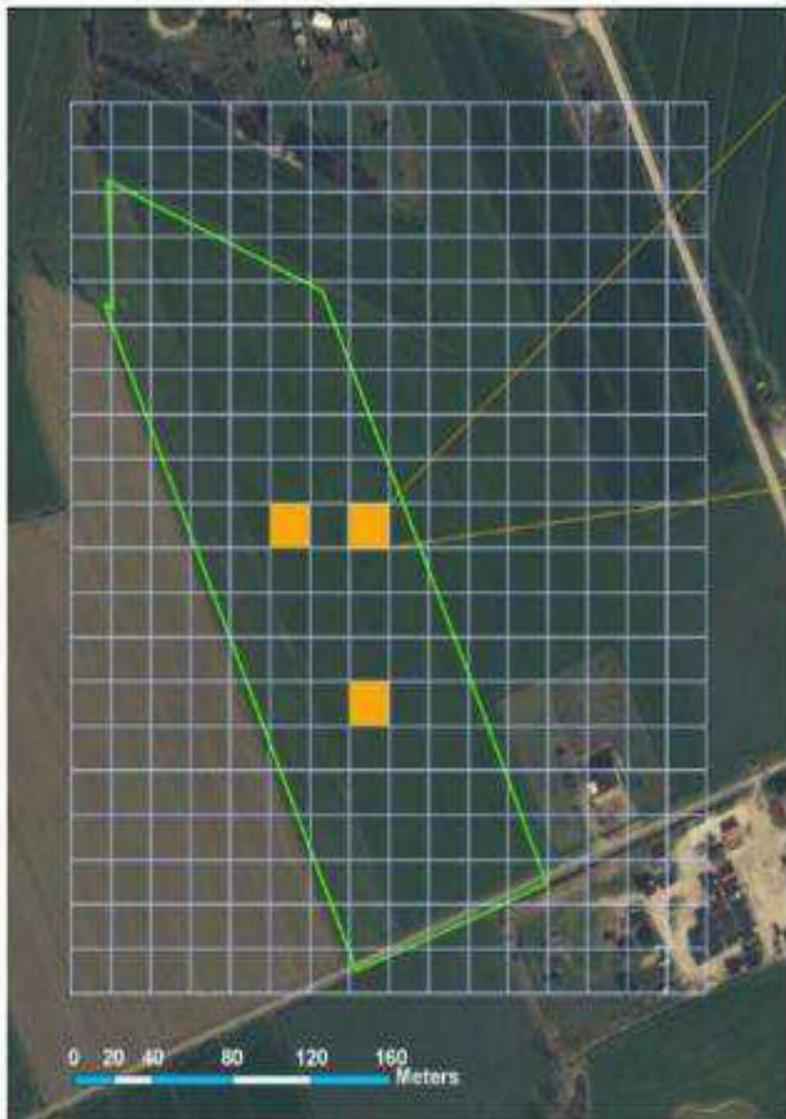
# I PRINCIPALI OBIETTIVI

## Quali:

- Valorizzare i prati stabili per sostenibilità ambientale e produttiva
- Valorizzare il ruolo dell'agricoltore: custode del territorio e del paesaggio oltre che produttore di un cibo di qualità
- Stimolare il dialogo e il confronto tra ricercatori, agricoltori e funzionari pubblici

## Come:

- Piano di comunicazione ampio attivo per tutta la durata del progetto
- Studiare i caratteri dei suoli (sabbia, limo, argilla, profondità, eventuali ristagni, orizzonti impermeabili, potenziale approfondimento radicale, rischio di erosione)
- Monitorare il contenuto di Carbonio nei suoli
- Definire dell'Impronta carbonica «dal terreno alla stalla»
- Studiare la biodiversità dell'ecosistema dei prati stabili (composizione floristica)
- Definire **“linee guida di gestione dei prati volte ad aumentare il sequestro di carbonio nel suolo”**



### **ANALISI DEL CONTENUTO DI CARBONIO:**

- 1 studio del suolo con trivella
- 2 profondità di campionamento: 0-15 - 15-30 cm
- 2 metodi di analisi: Walkley & Black e analizzatore elementare
- Metodo di campionamento: Area-Frame Randomized Soil Sampling (AFRSS) (Stolbovoy et al., 2006) modificato.

**48 trivellate x 2 profondità = 96 analisi di CO**

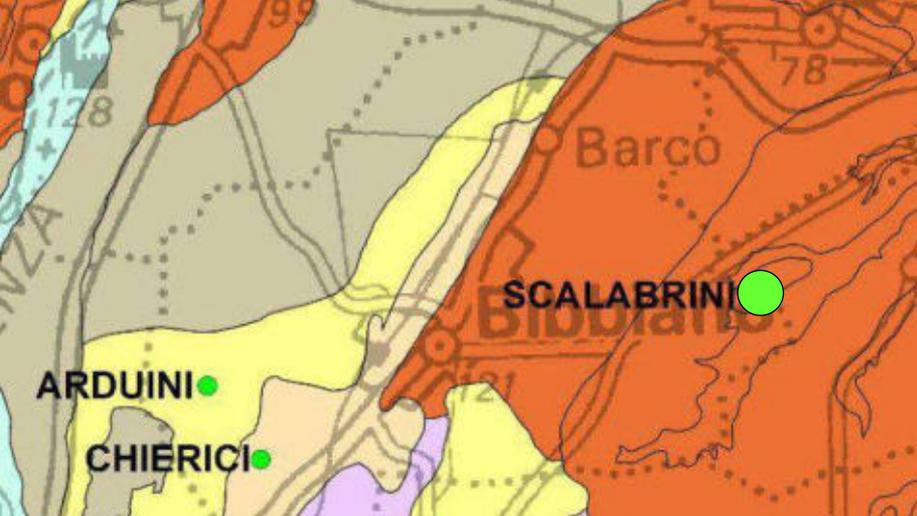


Azienda	Terre	UC 50K	Siti rilevati per monitoraggio SO	Trivellate pedologiche studiate	Profili pedologici studiati
Antica Fattoria caseificio Scalabrini	Terre rosse antiche	RIP	1 Erba medica 1 Prato stabile di 50 anni	6 6	1 1
Arduini	Terre calcaree dei dossi fluviali	BEL1	1 Erba medica 1 Prato stabile di 100 anni	6 6	1 1
Burini	Terre ghiaiose della pianura pedemontana	CON5/CON4	1 Erba medica 1 Prato stabile di 50 anni	6 6	1 1
Chierici	Terre parzialmente decarbonatate della pianura pedemontana	CTL7	1 Prato stabile 100 anni	6	1
Pelosi	Terre fini della pianura pedemontana	RNV1	1 Prato stabile 100 anni	6	1
			8 siti	48 trivellate	8 profili

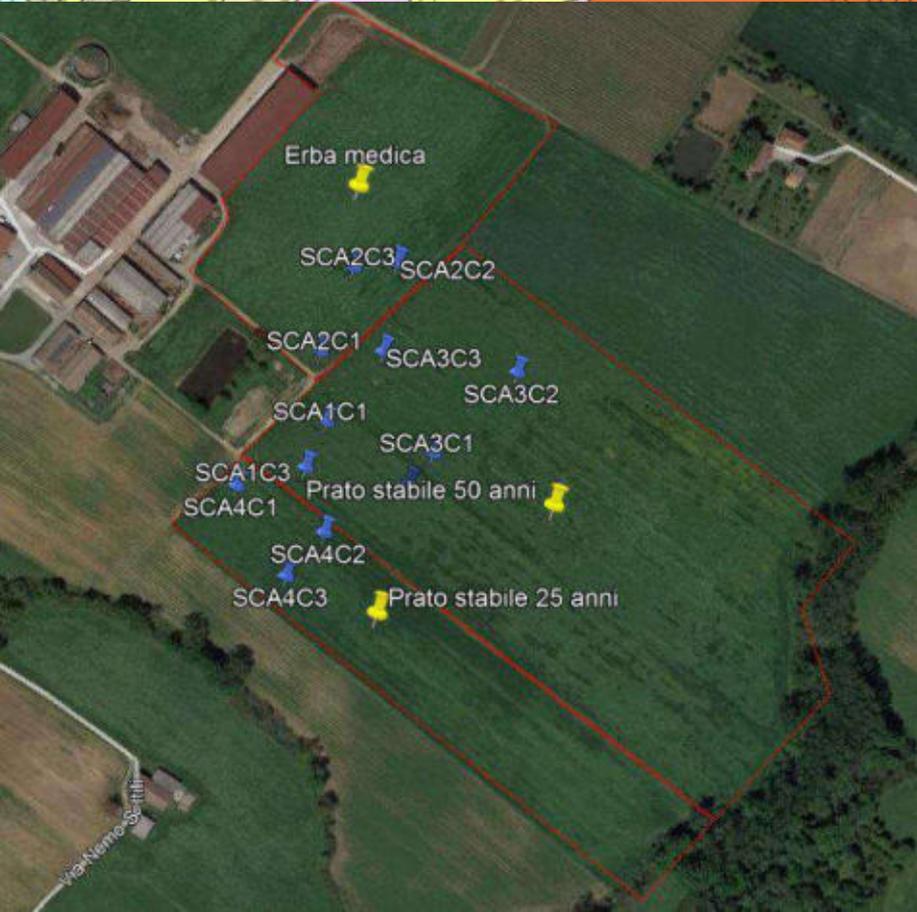
**48 trivellate x 2 profondità = 96 campioni per analisi sostanza organica**

**SET ANALISI SOSTANZA ORGANICA**

- Sostanza organica (metodo Walkley e Black)
- Sostanza organica (metodo analizzatore elementare)

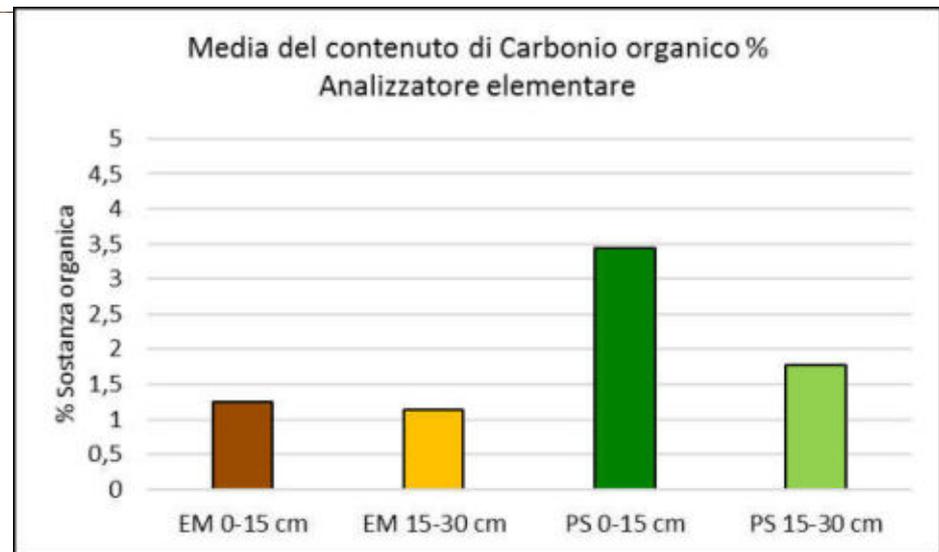


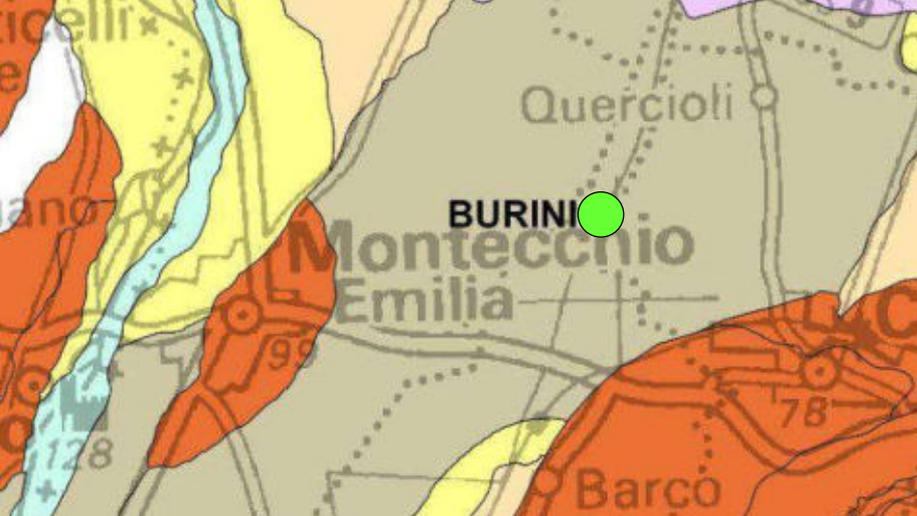
# SCALABRINI SUOLI RIPA



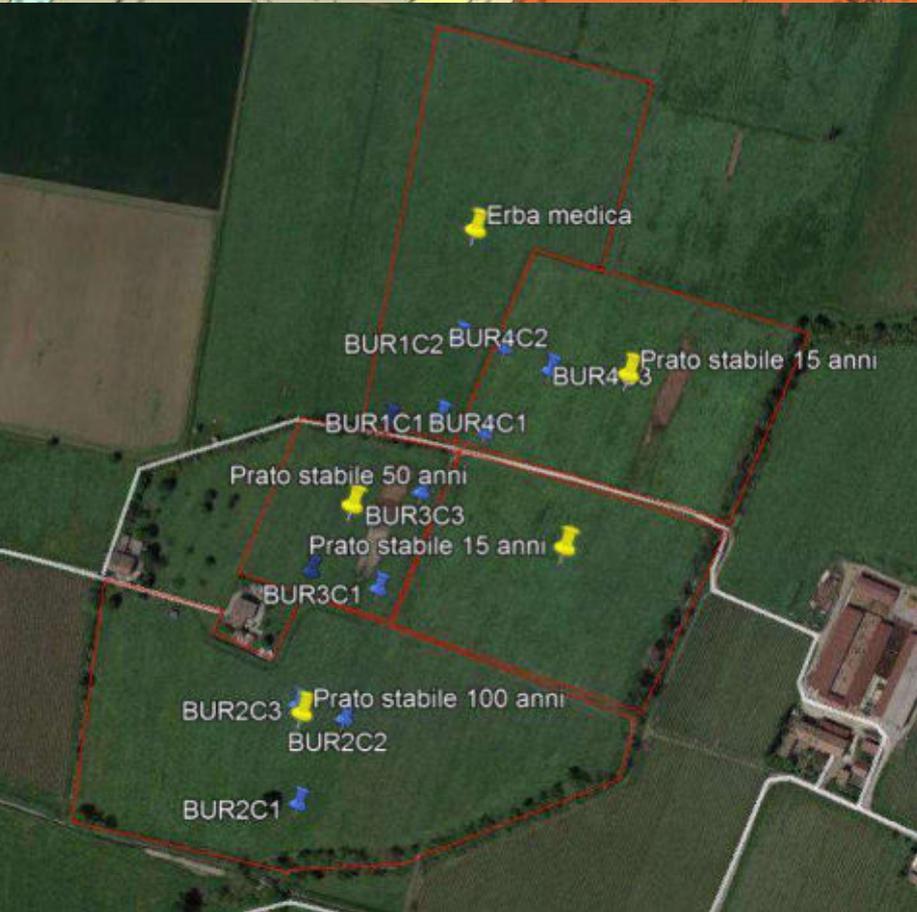
## ERBA MEDICA

## PRATO STABILE



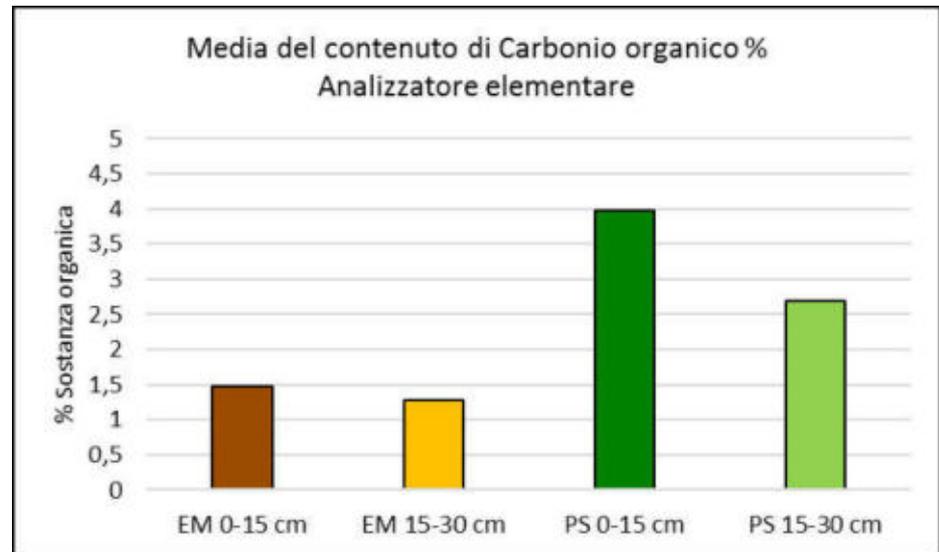


## BURINI SUOLI CONFINE

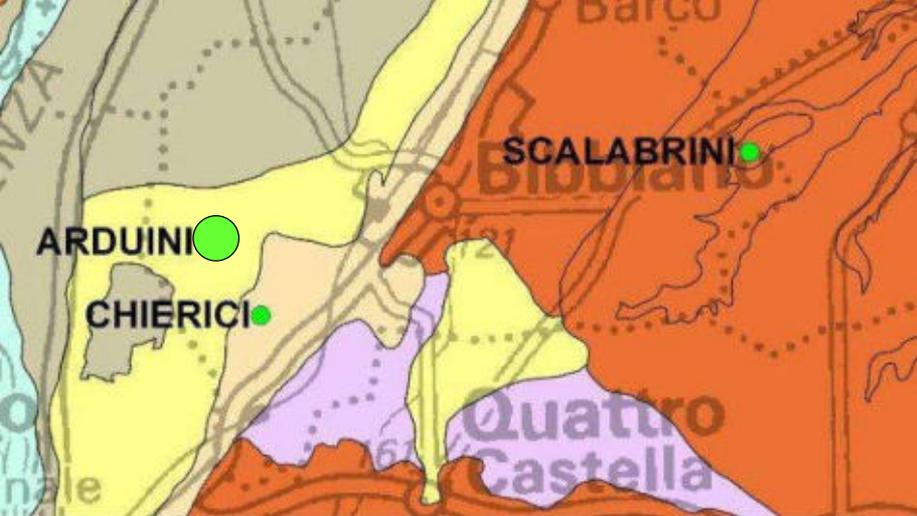


## ERBA MEDICA

## PRATO STABILE

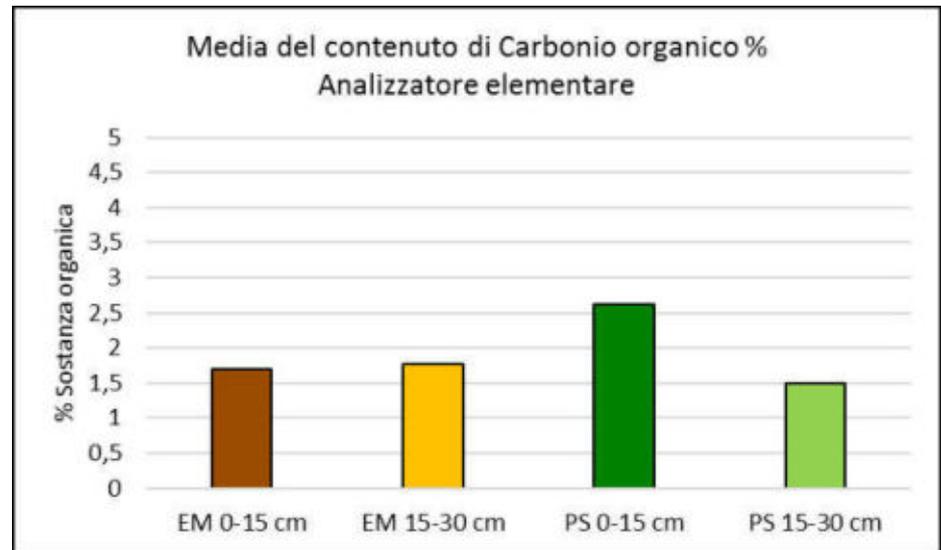


# ARDUINI SUOLI BELLARIA SU CONFINE



## ERBA MEDICA

## PRATO STABILE

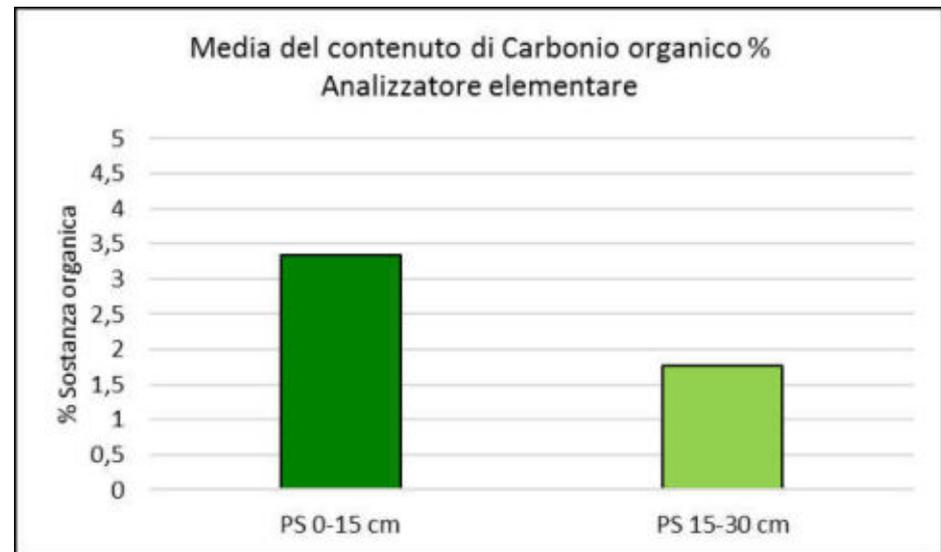




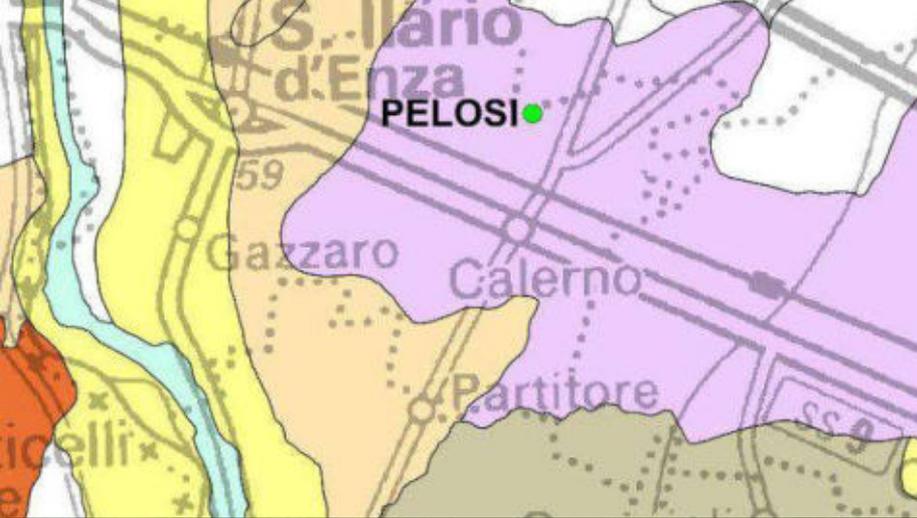
## CHIERICI SUOLI CATALDI



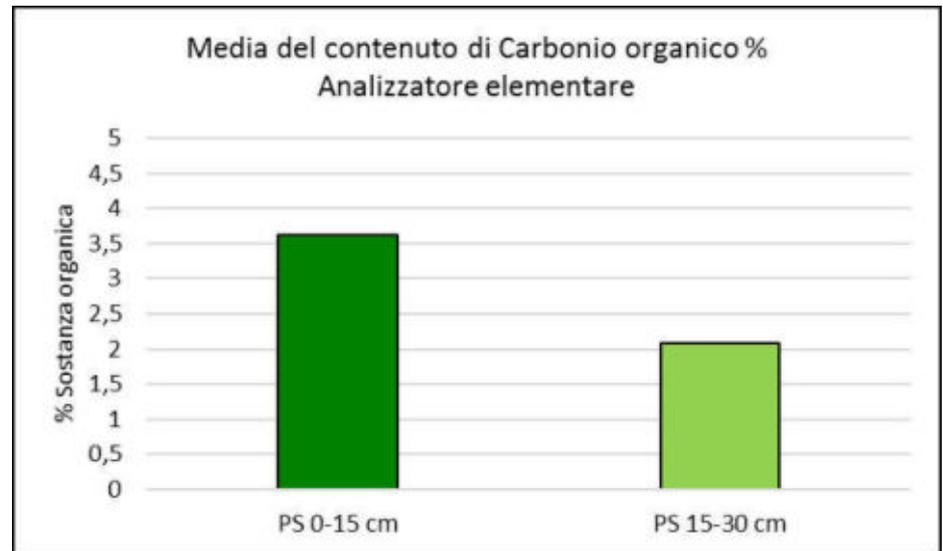
## PRATO STABILE



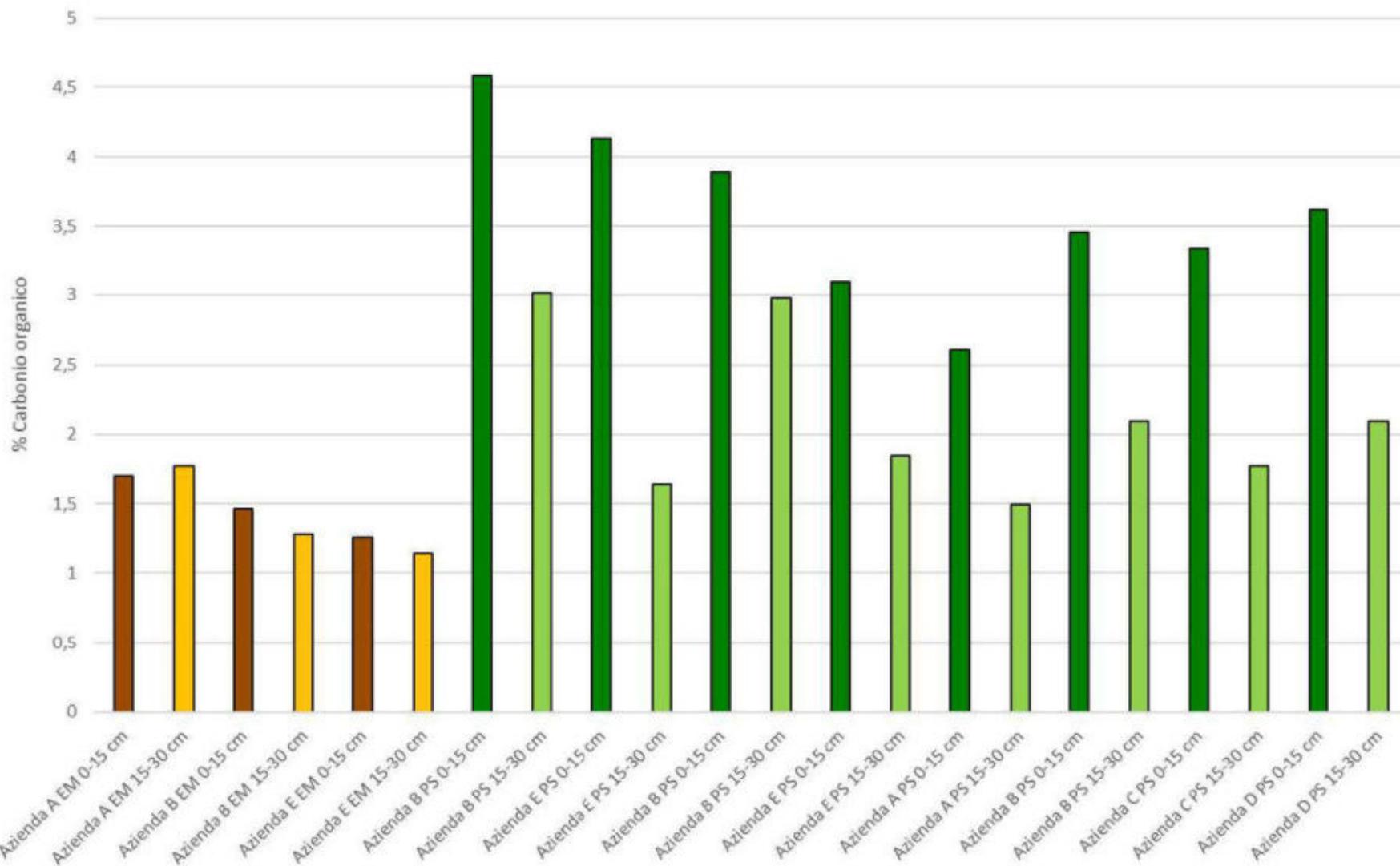
# PELOSI SUOLI RONCOLE VERDI



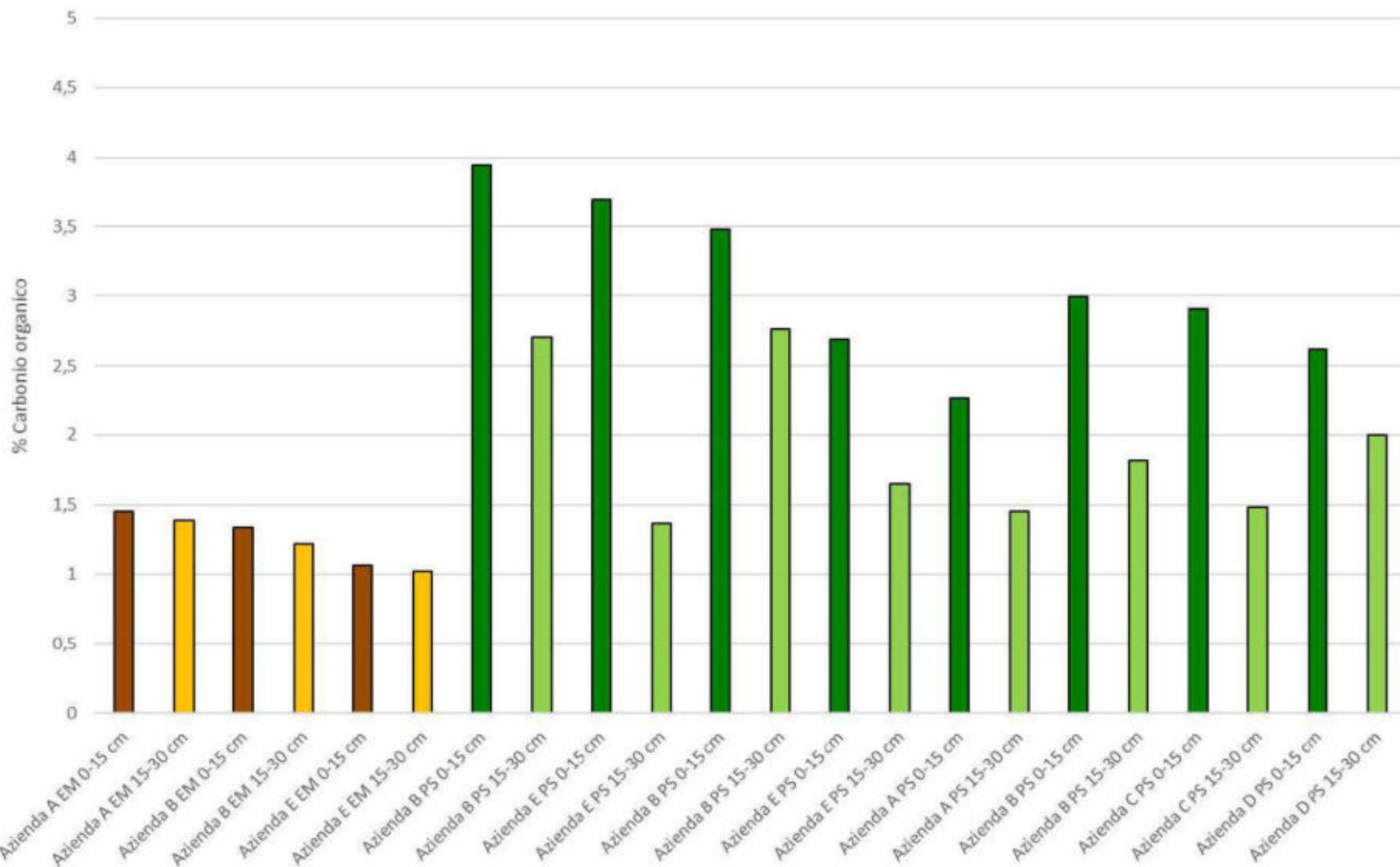
## PRATO STABILE



## Media del contenuto di Carbonio organico % Analizzatore elementare

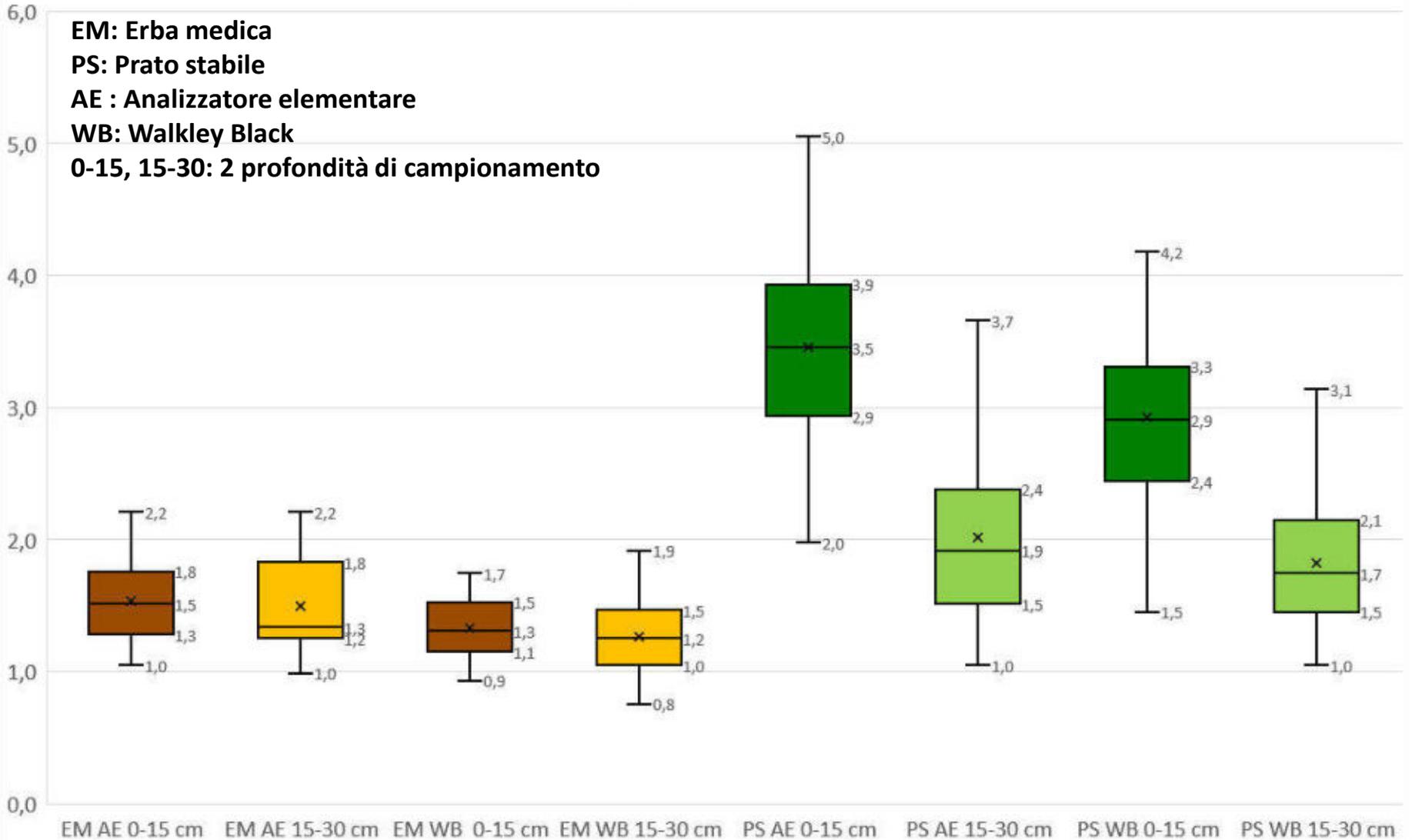


## Media del contenuto di Carbonio organico % Walkley Black



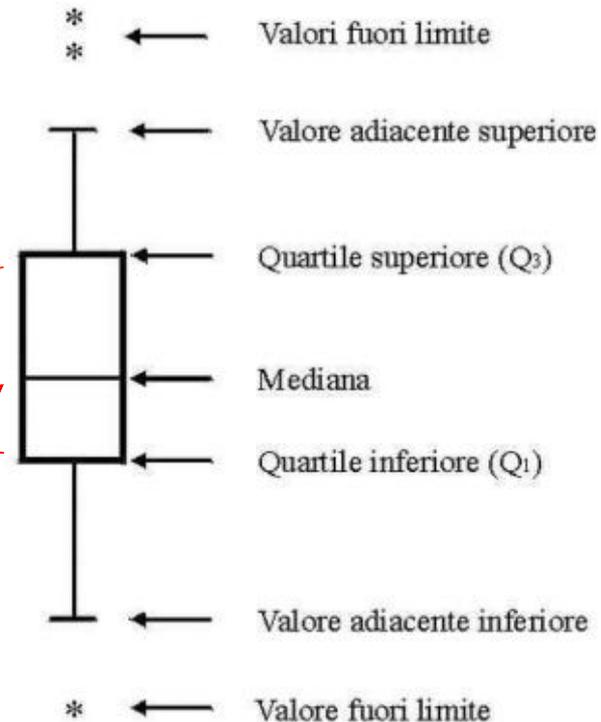
### Contenuto Carbonio organico % Erba medica - Prato Stabile

EM: Erba medica  
 PS: Prato stabile  
 AE : Analizzatore elementare  
 WB: Walkley Black  
 0-15, 15-30: 2 profondità di campionamento



**Distanza interquartilica** :Il 50% delle osservazioni si trovano comprese tra questi due valori

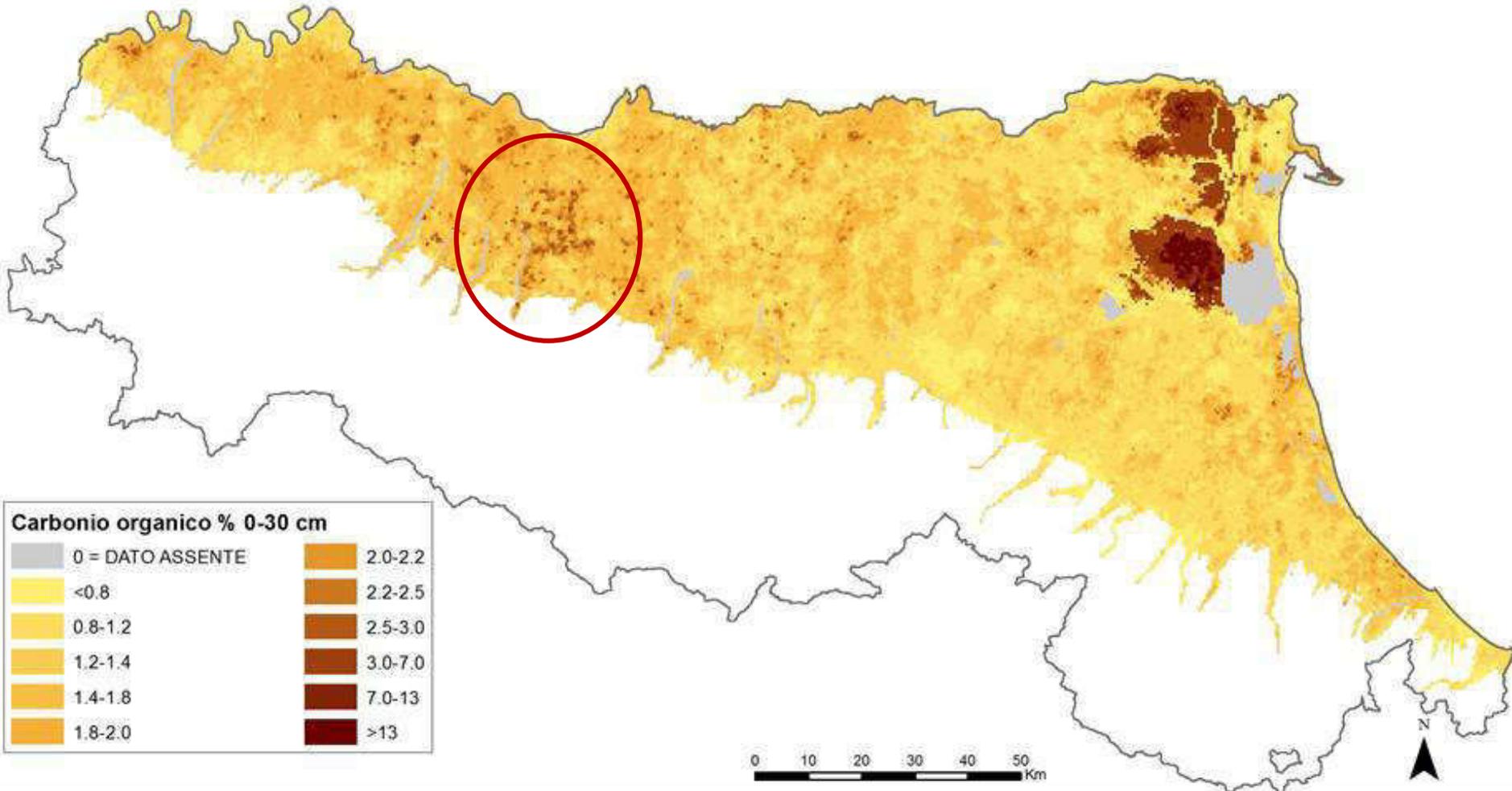
**Mediana** il valore assunto dalle unità *statistiche* che si trovano nel mezzo della distribuzione.



# CARTA DEL CONTENUTO CARBONIO ORGANICO (%) STRATO 0-30 CM

Regione Emilia Romagna

servizio geologico  
sismico e dei suoli

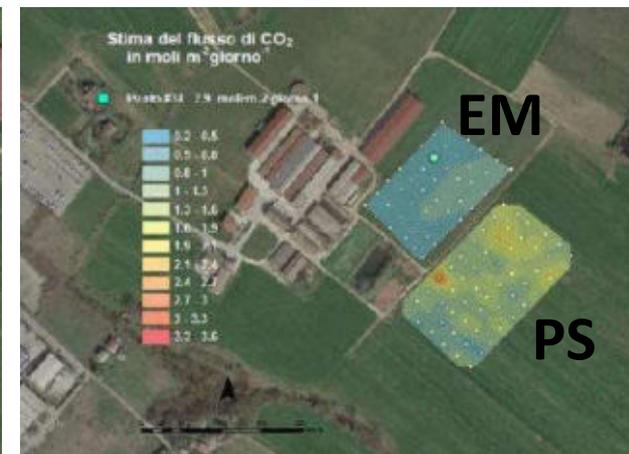
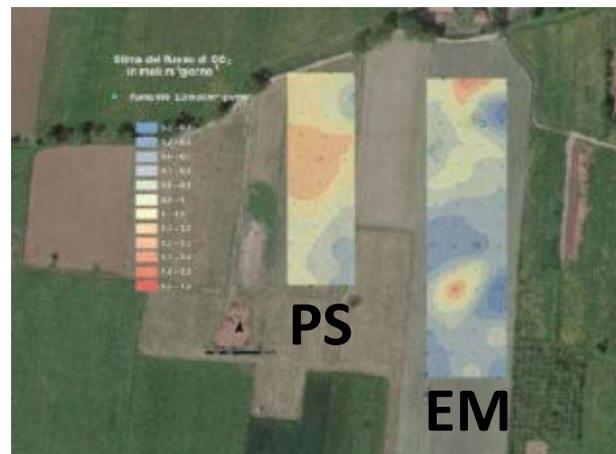
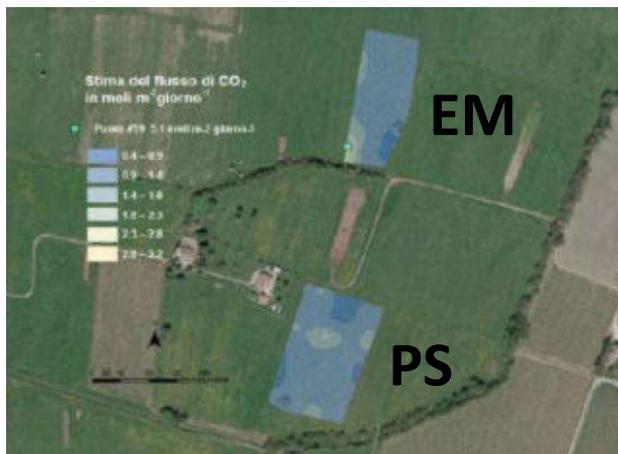


# Monitoraggio della respirazione del suolo

Camera di accumulo a volume noto nella quale si accumula il gas fuoriuscente dal suolo e tramite un rilevatore monitora il flusso di CO<sub>2</sub>



Maglia di campionamento 20 x 20 m





# LINEE GUIDA PER LA GESTIONE SOSTENIBILE DEI PRATI:

1. Valorizzano l'uso storico e tradizionale dei prati: i prati stabili vanno tutelati e preservati in quanto veri serbatoi di carbonio che influiscono sul contenimento dei cambiamenti climatici e hanno inoltre un ruolo su:
  - **riduzione dell'erosione:** partecipano alla riduzione dei fenomeni di erosione in quanto garantiscono una copertura superficiale nelle stagioni piovose che attenua l'effetto battente della pioggia contenendo i fenomeni erosivi di ruscellamento delle acque piovane;
  - **miglioramento della permeabilità dei suoli:** determinano l'aumento della sostanza organica e di conseguenza il miglioramento della struttura del suolo favorendo l'infiltrazione e il buon drenaggio dell'acqua;
  - **conservazione della biodiversità:** salvaguardano la biodiversità sia floristica che della pedofauna del suolo favorita dal contenimento e/o assenza delle lavorazioni.
2. Definiscono le buone pratiche agronomiche e di gestione del suolo dei prati quali:
  - **impiego di letame maturo** in copertura (così da non apportare infestanti e garantire altresì un buon contenuto di carbonio organico);
  - massimizzazione della **distribuzione del liquame** nelle fasi vegetative del prato (anche subito dopo il taglio) facendo seguire una irrigazione nel caso di assenza di pioggia;
  - in caso di soprassuoli degradati, ricorso a **trasemina** con specie graminacee e leguminose 'perenni';
  - gestione del turno e dei **volumi idrici** sulla base delle caratteristiche del suolo (terreni sciolti turno d'irrigazione più ravvicinato, terreni argillosi volumi più elevati).



# PIANO DI COMUNICAZIONE



L'azione di divulgazione è stata sviluppata tramite diverse attività di seguito elencate e che sono consultabili presso l'apposita sezione web realizzata nel portale di I.TER all'indirizzo:

<http://www.pedologia.net/it/PRATI-CO/cms/Pagina.action?pageAction=&page=InfoSuolo.37&localeSite=it>

- Comunicati stampa consultabili nella sezione web sopra citata, in particolare:
- 15 Trasmissioni radiofoniche di “comunicazione rurale” presso la rubrica “Terra Terra” di Radio Budrio ascoltabili nella sezione web di PRATI\_CO all'interno del portale di I.TER
- Scheda QR Code con le interviste dei partner del GO: Usa i Qr code per ascoltare le puntate di “Terra Terra”
- 1 Articolo tecnico divulgativo consultabile sul sito di I.TER
- 1 Servizio televisivo consultabile sul sito di I.TER
- 1 video-spot tradotto in inglese e inserito oltre che nei portali dei partner del GOI nella rete PEI

Il progetto PRATI\_CO è stato inoltre presentato in questi eventi in quanto i partner agricoli hanno esplicitamente richiesto di favorire la comunicazione degli obiettivi del Piano Operativo già nei primi mesi di attività, mettendo a disposizione la degustazione dei propri prodotti e l'apertura spettacolarizzata della forma di Parmigiano Reggiano:

- 12/09/2016 SANA presso Fiera di Bologna
- 16/09/2016 Partecipazione Conferenza Stampa Progetto Life Foraggi per presentazione progetto PRATICO
- 17/09/2016 Partecipazione incontro presso MEME insieme ad Assessore Caselli e Stampa per progetto Life Foraggi per Presentazione progetto PRATICO
- 22/09/2016 Salone del Gusto di Torino
- 15/10/2016 Festa di Radio Budrio nel Teatro comunale di Budrio (BO)
- 02/05/2017 Stati Generali della Green Economy presso Opificio Golinelli Bologna
- 08/06/2017 R2B SMAU presso Fiera di Bologna
- 13-16/06/2017 Rete EIP Amburgo
- 22-05/2018 Rete EIP Mestre (VE)



SU RADIO BUDRIO FM 98.4

**TERRA TERRA!**

IN ONDA lunedì 10.45 - giovedì 17.30

iter  
PROGETTAZIONE ECOLOGICA DEL TERRITORIO

# COMUNICAZIONE RADIOFONICA RURALE

		<p>SU RADIO BUDRIO FM 98.4</p> <p><b>TERRA TERRA!</b></p> <p>IN ONDA lunedì 10.45 - giovedì 17.30</p> <p>iter PROGETTAZIONE ECOLOGICA DEL TERRITORIO</p>
		<p>I PARTNER DI <b>PRATI_CO</b> SI RACCONTANO</p> <p>"TERRA TERRA!" LA RUBRICA DI RADIO BUDRIO</p> <p><i>"Terra Terra" crea un appuntamento nel palinsesto che invita l'ascoltatore ad assaporare il legame tra prodotti tipici, territorio e paesaggi. La mission di I.TER trova nel mezzo radiofonico una opportunità di "animazione del territorio", unendo creatività e informazione.</i></p> <p><i>Tre voci narranti: Caria Scotti, Marisa Fontana e Mara Generali. Lo stile leggero, brioso, e "informale" del linguaggio radiofonico, per raccontare luoghi, storie, sapori del territorio. È così che nasce la rubrica "Terra Terra", grazie ad una storica collaborazione tra I.TER e Radio Budrio.</i></p>
		<p>PRATI_CO</p>
		<p>UTILIZZA IL QR CODE PER ASCOLTARE LE INTERVISTE DI MARA GENERALI AI PARTNER DI PRATI_CO PER LA RUBRICA TERRA TERRA</p>
<p>AZ. AGR. CARCARENA DI BURINI CARLO</p>		
<p>CHIERICI SILVANO E FRANCESCO</p>		
<p>SOCIETA' AGRICOLA LA VALLE DI ARDUINI ENRICO, MASSIMO E MARCELLO S.S.</p>		
<p>PELOSI PIER ANTONIO</p>		



# PIANO DI COMUNICAZIONE FILOS IN BUS 23 NOVEMBRE 2016





# PIANO DI COMUNICAZIONE



**greenER**  
stati generali della green economy

**Stati Generali  
della Green Economy  
in Emilia-Romagna**

*II edizione*

**Martedì 2 maggio 2017**  
OPIFICIO GOLINELLI  
Via Paolo Nanni Costa, 14 - Bologna



# PIANO DI COMUNICAZIONE



## EIP-AGRI WORKSHOP Organic is Operational

14-15 JUNE 2017

Some of the Operational Groups and Innovative projects represented at the workshop



### PRATI\_CO Parmigiano Reggiano: Agronomical techniques organic carbon footprint

PRATI\_CO Parmigiano Reggiano: Agrotecnica impronta carbonio organico  
ITALY - EMILIA-ROMAGNA

**Starting date - expected end date** | 01.04.2016 - 31.03.2019

**Website**

**Operational Group**

The project aims to demonstrate the crucial role that permanent meadows play in the environmental sustainability of the production of Parmigiano-Reggiano. These meadows have not been plowed for many years (80, 100 years) and specific soil sampling is planned to demonstrate their role in carbon sequestration. Other objectives are to quantify the carbon footprint throughout the production of Parmigiano-Reggiano process and to define the "guidelines aimed at better management of land to maintenance of organic matter and carbon sequestration"



**Lead partner:** ITER SOC. COOP.

**Other partners**

**Research**

- Centro Ricerche Produzioni Animali C.R.P.A.

**Farmers**

- Gualerzi Diana/Antica Fattoria Caseificio Scalabrini di Ugo e Bruno S.S. Società Agricola
- Chierici Silvano/Chierici Silvano e Francesco
- Burini Carlo/Az. Agr. Carcarena di Burini Carlo
- Pelosi Pier Antonio/Pelosi Pier Antonio
- Arduini Enrico/Società Agricola la Valle di Arduini Enrico, Massimo e Marcello S.S.
- Beltrami Umberto/Bibbiano la Culla



**Project contact:** Carla Paola Scotti  
T: +39 3487473986

Via Zaccani 12 Bologna, Italia  
[scotti@pedologia.net](mailto:scotti@pedologia.net)



# PIANO DI COMUNICAZIONE



## PRATI\_CO E LANDMARK 24 OTTOBRE 2017





# PIANO DI COMUNICAZIONE GACSA 12-14 DICEMBRE 2017



Il portale della Regione Emilia-Romagna

## Forum mondiale 2017 "Climate-Smart Agriculture" a Roma presso la Fao

Emilia-Romagna protagonista con le azioni regionali per il contrasto al cambiamento climatico



Presentati anche due progetti per la buona gestione dei suoli nella filiera del Parmigiano

Reggiano e in viticoltura

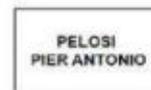
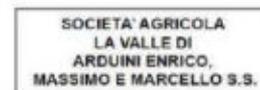
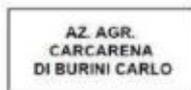
In una delle sessioni tematiche del Forum sono stati presentati altri progetti targati Emilia-Romagna: le **misure del Psr** per il sostegno dell'**innovazione**, con particolare riguardo alla Climate smart agriculture e **due progetti** - finanziati dal Psr - finalizzati a promuovere buone pratiche **nella filiera del Parmigiano Reggiano** (Prati-CO) e in quella del **vino** (ProvitERre) per incrementare la sostanza organica nel suolo e di conseguenza il sequestro di carbonio. Al termine dell'incontro l'apertura spettacolarizzata di una forma di Parmigiano Reggiano, messa a disposizione dal Caseificio Sociale La Moderna (Re) che partecipa al progetto Prati-CO, con degustazione di vini della azienda La Pernice (Pc) che partecipa invece al progetto ProvitERre.

### Le azioni del Psr su ambiente e clima

Per quanto riguarda l'Emilia-Romagna, sul fronte della **mitigazione** e dell'**adattamento ai mutamenti climatici** il Psr finanzia azioni che promuovono l'**uso razionale delle risorse idriche**, lo sviluppo delle **bioenergie**, la **riduzione delle emissioni** agricole e zootecniche, l'incremento del **sequestro del carbonio** nel suolo e nel patrimonio forestale, la **corretta gestione degli effluenti di allevamento**. Un peso rilevante, sul piano delle risorse stanziato e delle ricadute territoriali, hanno le misure per il **sostegno alla produzione biologica** e alla **produzione integrata** che consentono di ridurre gli input chimici e di migliorare la qualità del suolo. Grazie a questo impegno in Emilia-Romagna vi sono attualmente **117mila ettari** coltivati a biologico (circa il 1,1% della superficie agricola utilizzata) e **124mila ettari** a produzione integrata (circa il 12% della superficie agricola utilizzata).  
A fianco del Psr la Regione promuove e sostiene inoltre progetti dimostrativi, in partenariato con altri enti pubblici e imprese del settore agricolo e agroindustriale, come il progetto Climate ChangER e Helpsoil entrambi co-finanziati dall'Unione Europea nell'ambito del programma LIFE+.

# PRATI\_CO “PARMIGIANO REGGIANO: AGRO-TECNICA IMPRONTA CARBONIO ORGANICO”

Il sequestro di carbonio nei suoli e le linee guida di gestione dei prati

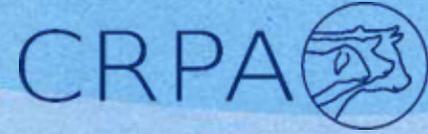


Carla Scotti e Antea De Monte

Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma regionale di sviluppo rurale 2014-2020 – Tipo di operazione 16.1.01 – Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione: “produttività e sostenibilità dell'agricoltura” – Focus Area 5E – Progetto PRATI\_CO



PRATI\_CO



# *Rilievi floristici, impronte e dinamiche del carbonio organico*

*Aldo Dal Prà, Roberto Davolio e Laura Valli  
Centro Ricerche Produzioni Animali CRPA S.p.A.*

*Tecnopolo di Reggio Emilia  
18 Settembre 2019*



# I prati stabili in Europa

- I prati stabili in 'Europa' (Permanent Grassland) rappresentano un fondamentale presidio biogenico sono intimamente legati al moderno concetto di sviluppo sostenibile (ambientale, sociale ed economico);
- Rispetto ai 'nostri' prati stabili irrigui, la definizione di 'permanent grassland' è più lasca:

*'terreni esclusi dalle consuete rotazioni agrarie, seminati o auto-seminati e non arati almeno da 5 anni'.*

# La giurisprudenza dei Prati stabili

Circolare AGEA PROT. N. 35573 DEL 24 APRILE 2018

Oggetto: - Autorizzazione alla conversione dei prati permanenti

Il Registro, inteso come sistema di gestione dei dati già presenti sul fascicolo, ha il fine di fornire la base per la gestione degli adempimenti previsti dai regolamenti in relazione ai prati permanenti e di monitorare il mantenimento del rapporto tra superficie a prato permanente e superficie agricola totale

Riduzione entro il limite del 3,5%

# Le opportunità di tutela dei Prati stabili

- Regione Emilia-Romagna, Atti Amministrativi, Giunta Regionale, Delibera Num. 2217 del 17/12/2018, Seduta Num. 52.
- Operazione 10.1.10 - Ritiro dei seminativi dalla produzione per venti anni per scopi ambientali e gestione dei collegamenti ecologici dei siti Natura 2000.

Impegni	Descrizione impegni
3.1 F2 - Mantenimento di ambienti variamente strutturati con prati permanenti alternati ad alberi e/o arbusti.	Mantenimento di ambienti variamente strutturati, con prati permanenti alternati, anche congiuntamente a: arbusti isolati o in gruppi o in formazione lineare, alberi isolati, o in gruppi o in filare, con almeno uno stagno o laghetto per la raccolta delle acque meteoriche.

# Perché vogliamo tutelare i prati stabili

*Benessere economico:  
massimizzare il profitto*



*Biodiversità*

*Carbonio  
organico*

*No concimi  
minerali*

*Marketing*

*Convenienza  
economica*

*Tutela delle  
tradizioni*



*I prati stabili  
irrigui del  
comprensorio  
'Bibbiano la culla'*

*(Foto azienda Pelosi, 2018)*

# *I prati stabili del nostro comprensorio*



*Chierici, 2018*



*Burini, 2017*

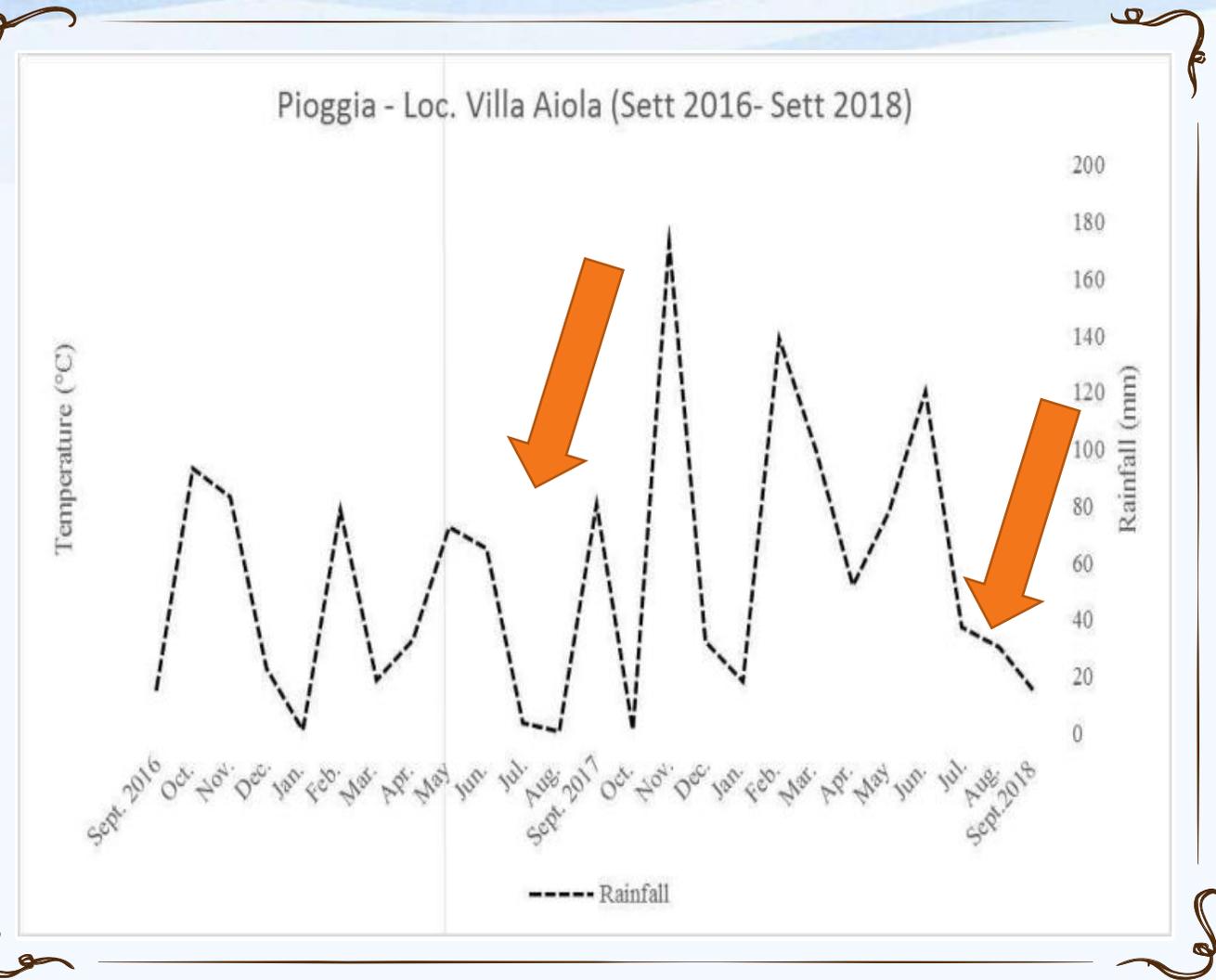


*Arduini, 2017*

# Gli impatti negativi

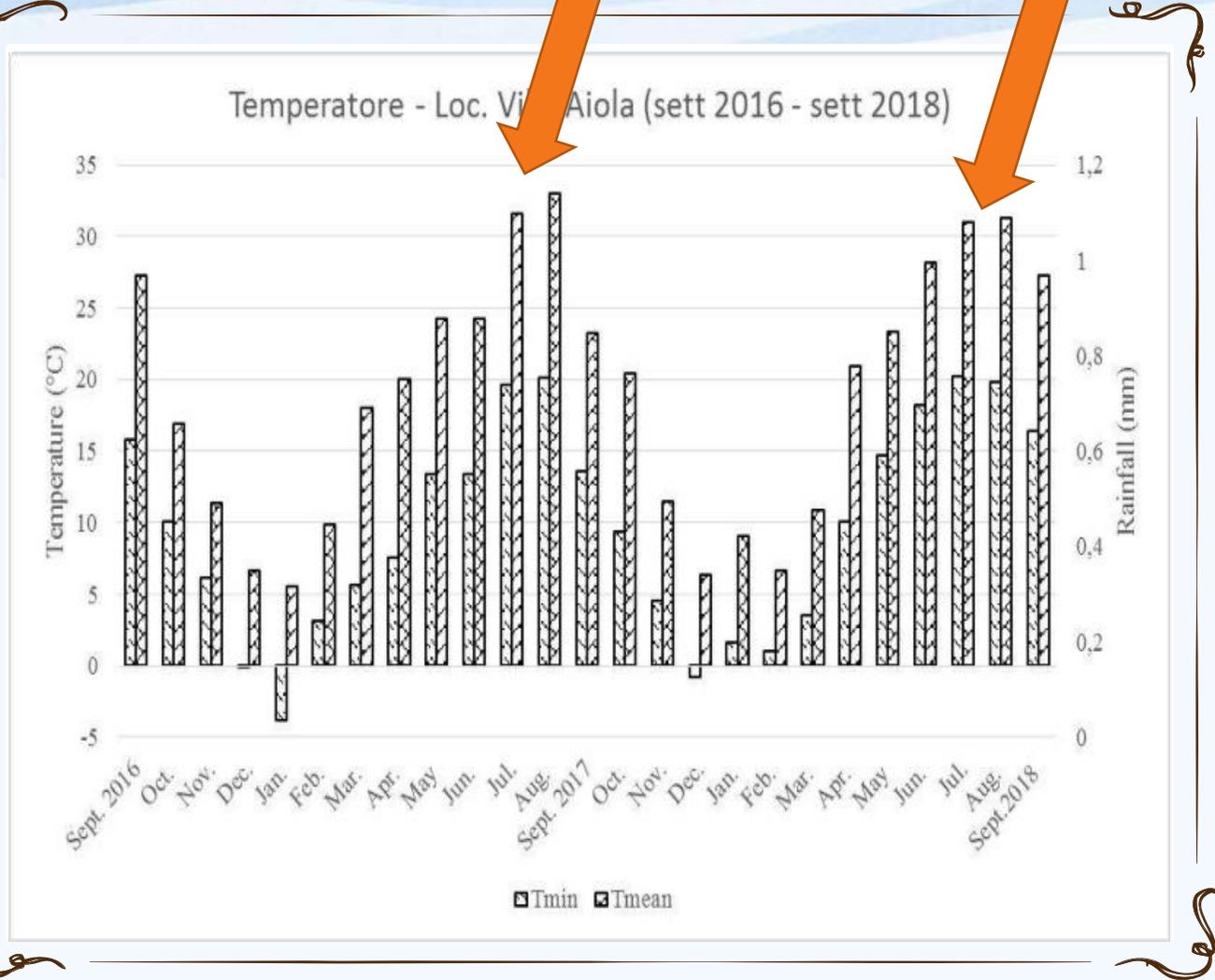
- innalzamento eccezionale delle temperature medie e massime (soprattutto in estate),
- aumento della frequenza di eventi meteorologici estremi (ondate di calore, siccità ed episodi di precipitazioni piovose intense),
- riduzione delle precipitazioni annuali medie e dei flussi fluviali, con conseguente possibile calo della produttività agricola e perdita di ecosistemi naturali.

Fonti: Rapporto valutazione IPCC (AR6), 2018 e Rapporto Agenzia Europea dell'Ambiente EEA, 2017



*Dati meteo  
ARPAER  
sistema Baxter*

*Pioggia mm -  
(somma mensile)*



Dati meteo  
ARPAER  
sistema Baxter

Temperature °C –  
minime, massime  
(media mensile)



*5 Aziende  
3 Prati stabili  
3 Rilievi anno  
2 Anni di indagine*

*90 rilievi floristici*

*(Foto azienda Arduini, 2018)*

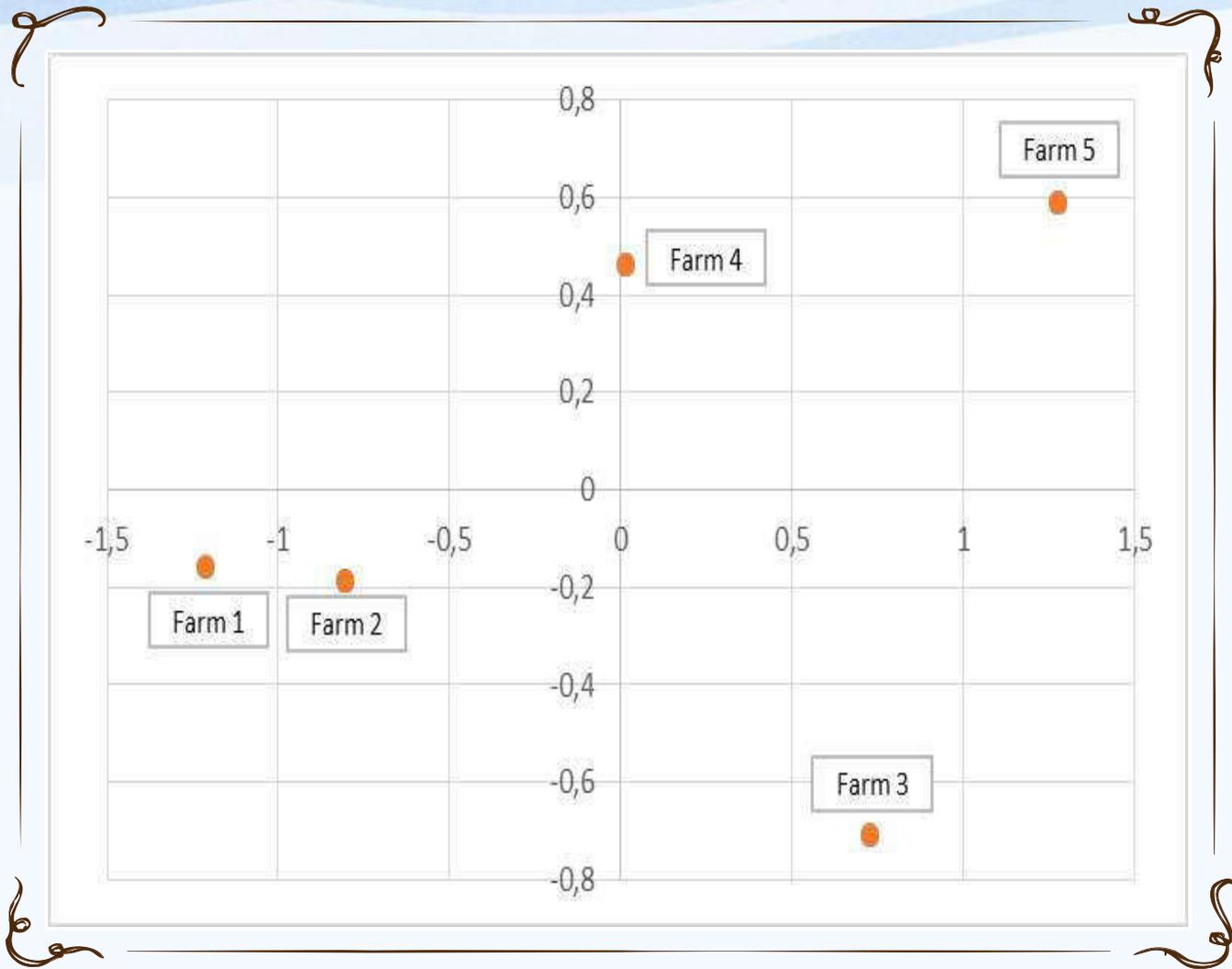


# *100 campioni di fieno*

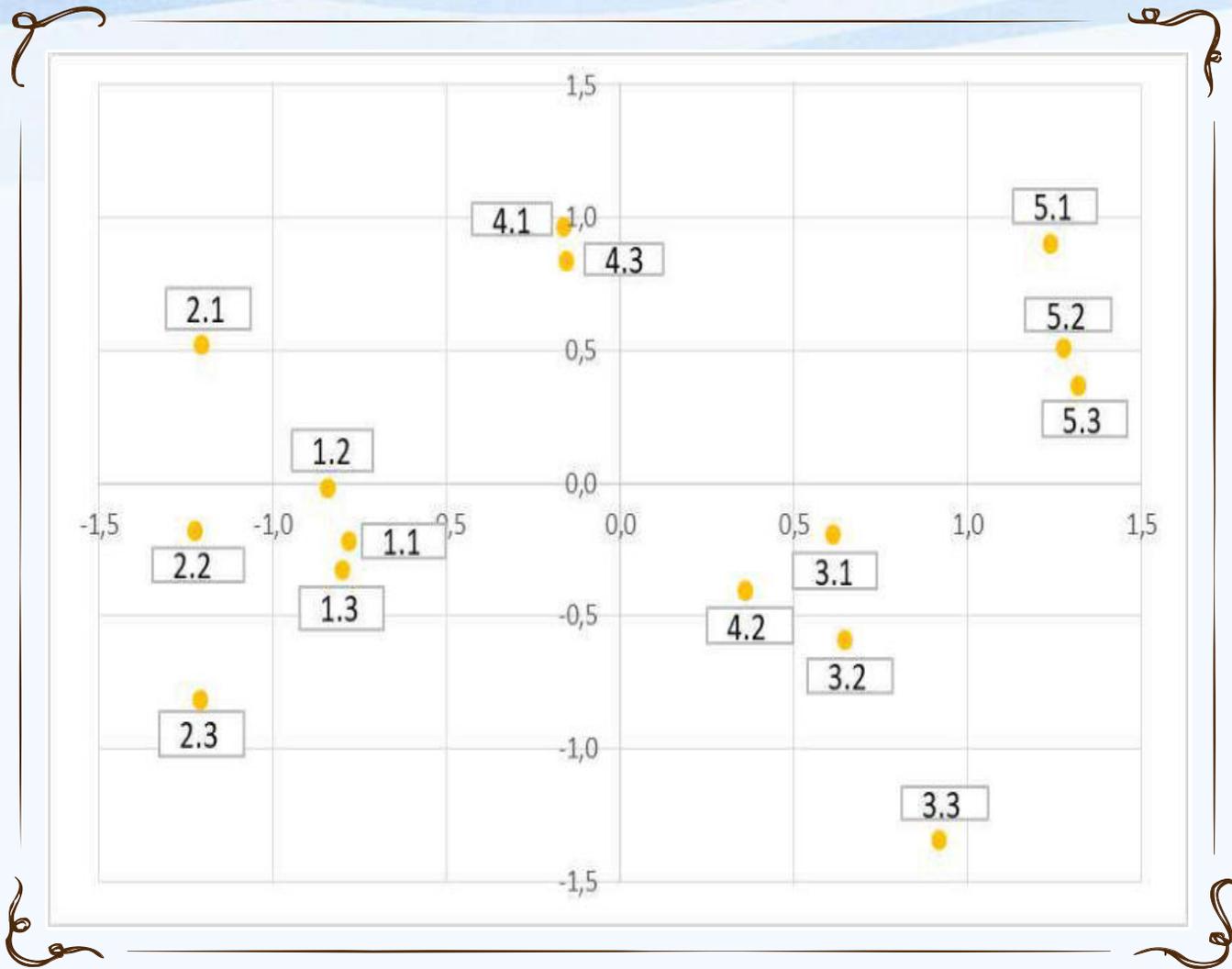
*(Foto azienda Pelosi, 2017)*

# *Analisi in Componenti Principali (PCA)*

- *tecnica di riduzione e interpretazione dei dati*
- *spesso gioca un ruolo ausiliario rispetto ad altre tecniche (es. analisi fattoriale, cluster analysis)*
- *adatta per variabili quantitative*

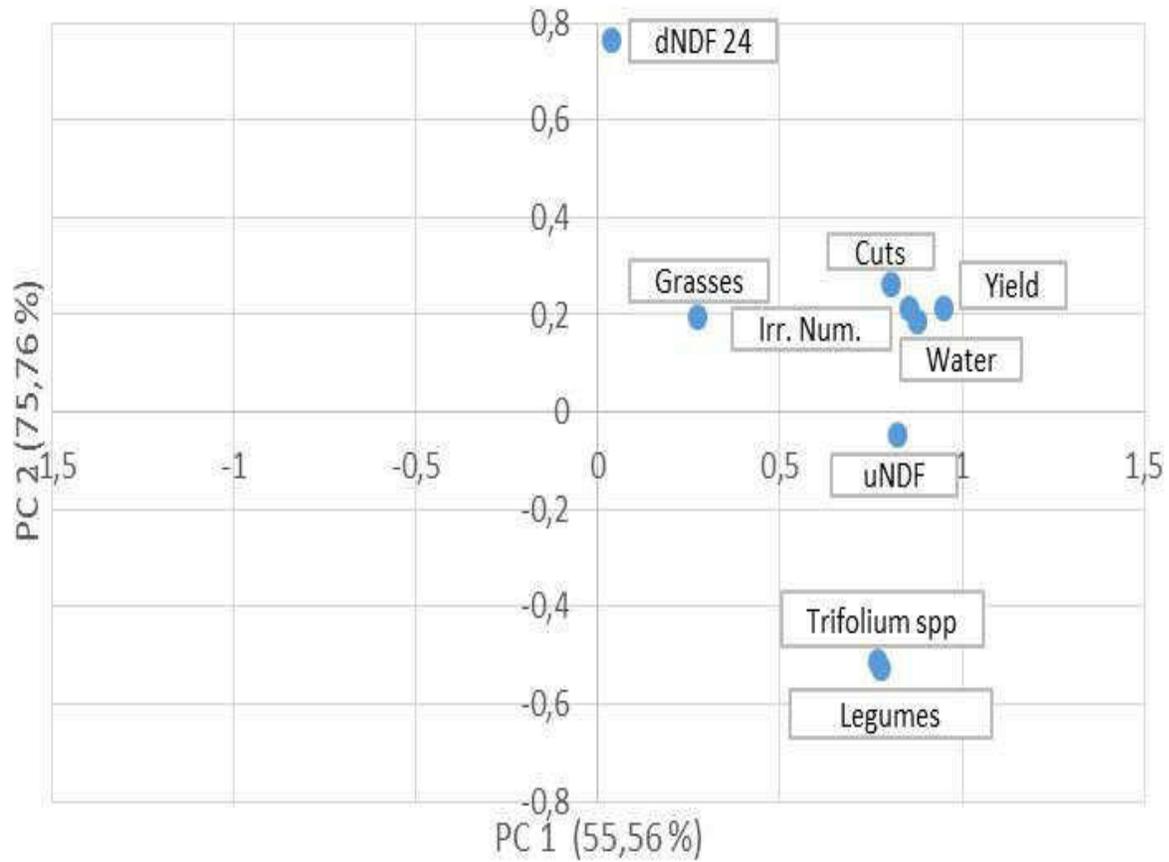


*Le aziende*



*I siti (prati stabili)  
entro azienda*

*I fattori  
'principali'*



# Caratteristiche del Prato stabile irriguo

Parametri/Azienda	A	B	C	D	E	Prati_CO
Superficie aziendale (ha-1)	54	55	26	41	267	89
Prati stabili aziendali (ha-1)	40	23	21	39	35	32
Utilizzo in stalla	fieno	fieno	erba	fieno	erba	/
Sfalci (numero)	4,0	3,5	5,0	5,5	5,5	4,7
Irrigazioni (numero)	3,0	2,5	6,0	5,5	8,5	5,1
Volumi irrigazioni (m <sup>3</sup> ha-1)	*4.954	**4.824	*11.040	**9.375	**13.785	8.796
Produzione (t ss /ha-1)	10,4	7,4	17,2	15,5	24,1	14,9

# Caratteristiche del Prato stabile irriguo

Parametri/Azienda	A	B	C	D	E	Prati_CO
Utilizzo in stalla	fieno	fieno	erba	fieno	erba	/
Leguminose (% su totale)	7,2	1,1	20,3	8,1	17,8	10,9
Graminacee (% su totale)	39,8	51,2	57,4	54,5	61,1	52,8
Altre specie (% su totale)	53,0	47,7	22,3	37,3	21,2	36,3

# Caratteristiche dei campioni di erba

Parametri/Azienda	A	B	C	D	E	Prati_CO
Umidità (%)	80,3	80,1	77,5	79,0	80,3	79,5
Proteine (% ss)	15,5	15,5	14,2	13,5	14,6	14,7
aNDFom (% ss)	43,9	44,8	45,2	46,5	49,2	45,9
uNDF (% ss)	9,5	9,0	11,3	10,5	10,6	10,2
dNDF 240ore (% ss)	78,7	79,6	75,2	77,3	78,5	77,9
Zuccheri (% ss)	10,4	10,2	9,6	10,5	9,2	10,0
ENL (Kcal/Kg SS)	1.398	1.377	1.348	1.355	1.332	1.362

# Alcuni risultati: Arduini

Parametro	Primo taglio	Taglio estivo	Taglio autunnale
Leguminose %	10,1	11,1	6,9
Graminacee %	22,4	40,7	48,1
Altre specie %	67,5	48,2	45
Numero specie	29	33	35
Specie principale %	Tarassaco - 16	Tarassaco - 20	Festuca arundinacea - 17
Specie secondaria %	Crepis - 15	Convolvolo - 18	Loiessa - 14
Proteine % SS	11,8	16,9	20,9
ENL Kcal/Kg SS	1320	1378	1615



# Alcuni risultati: Burini

Parametro	Primo taglio	Taglio estivo	Taglio autunnale
Leguminose %	0	0	1,8
Graminacee %	58,8	58,5	49,8
Altre specie %	41,2	41,5	48,4
Numero specie	31	28	28
Specie principale %	Loiessa - 26	Convolvolo - 25	Convolvolo - 25
Specie secondaria %	Convolvolo - 18	Loiessa - 22	Loiessa - 23
Proteine % SS	13	19,1	17,5
ENL Kcal/Kg SS	1376	1430	1420



# Alcuni risultati: Chierici

Parametro	Primo taglio	Taglio estivo	Taglio autunnale
Leguminose %	17,4	16,8	14,5
Graminacee %	58,5	61,4	53,4
Altre specie %	24,2	21,9	32
Numero specie	30	24	25
Specie principale %	Poa spp. - 27	Gramigna - 21	Loiessa - 19
Specie secondaria %	Trifoglio bianco - 18	Trifoglio bianco - 19	Poa spp. - 16
Proteine % SS	12,9	14,2	17,1
ENL Kcal/Kg SS	1348	1280	1492



# Alcuni risultati: Pelosi

Parametro	Primo taglio	Taglio estivo	Taglio autunnale
Leguminose %	4,3	1	7,1
Graminacee %	47,5	67,2	60
Altre specie %	48,3	32,2	33
Numero specie	29	33	35
Specie principale %	Loiessa - 19	Setaria - 40	Poa spp - 35
Specie secondaria %	Poa spp. - 16	Loiessa - 18	Trifoglio bianco - 15
Proteine % SS	10,3	13,9	14,6
ENL Kcal/Kg SS	1322	1318	1381

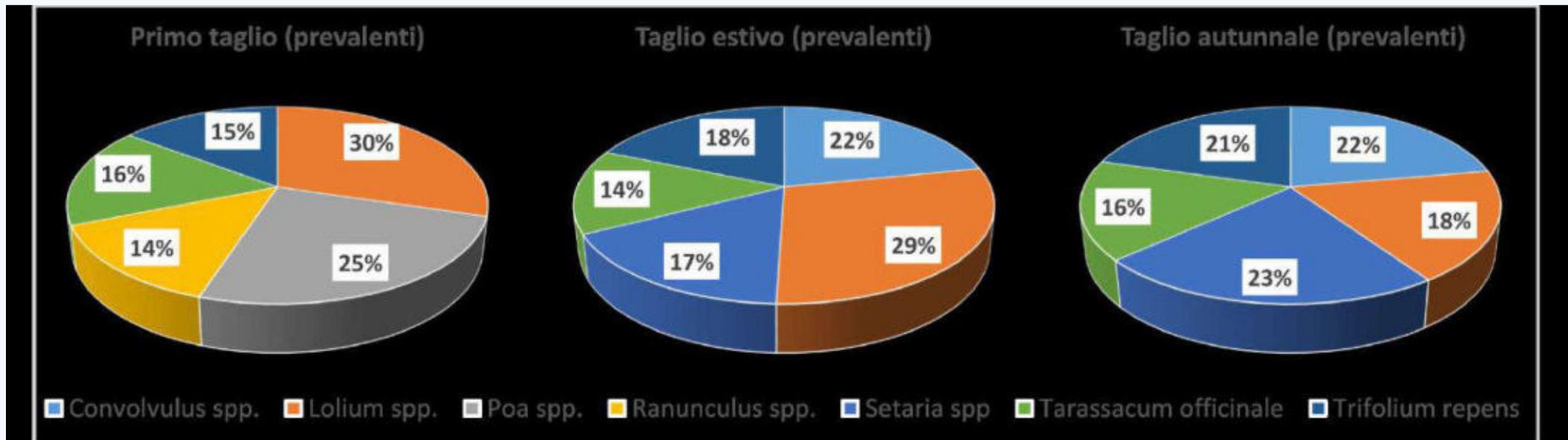


# Alcuni risultati: Scalabrini

Parametro	Primo taglio	Taglio estivo	Taglio autunnale
Leguminose %	17,8	20,1	10,5
Graminacee %	54,9	58,1	72,3
Altre specie %	27,4	21,8	17,2
Numero specie	29	33	35
Specie principale %	Poa spp. - 35	Setaria - 31	Loiessa - 29
Specie secondaria %	Trifoglio bianco - 16	Trifoglio bianco - 20	Festuca arundinacea - 19
Proteine % SS	12,7	12,4	18,3
ENL Kcal/Kg SS	1372	1222	1448



# Principali specie presenti



# Alcune erbe infestanti



*Gramigna  
stoloni*



*Convolvolo  
Essudati fenolici*

# Cosa possiamo fare per migliorarli

Il miglioramento parte  
dall'individuazione di obiettivi  
precisi

Trasemine

Gestione  
infestanti

Utlizzo  
erpici

Gestioni  
reflui

Pascolo  
manze

Digeribilità  
essenze

Grazie per l'attenzione  
[a.dalpra@crpa.it](mailto:a.dalpra@crpa.it)  
[info@crpa.it](mailto:info@crpa.it)



*Risultati sulla dinamica  
del Carbonio nel suolo e  
sulla impronta del  
Carbonio delle aziende*

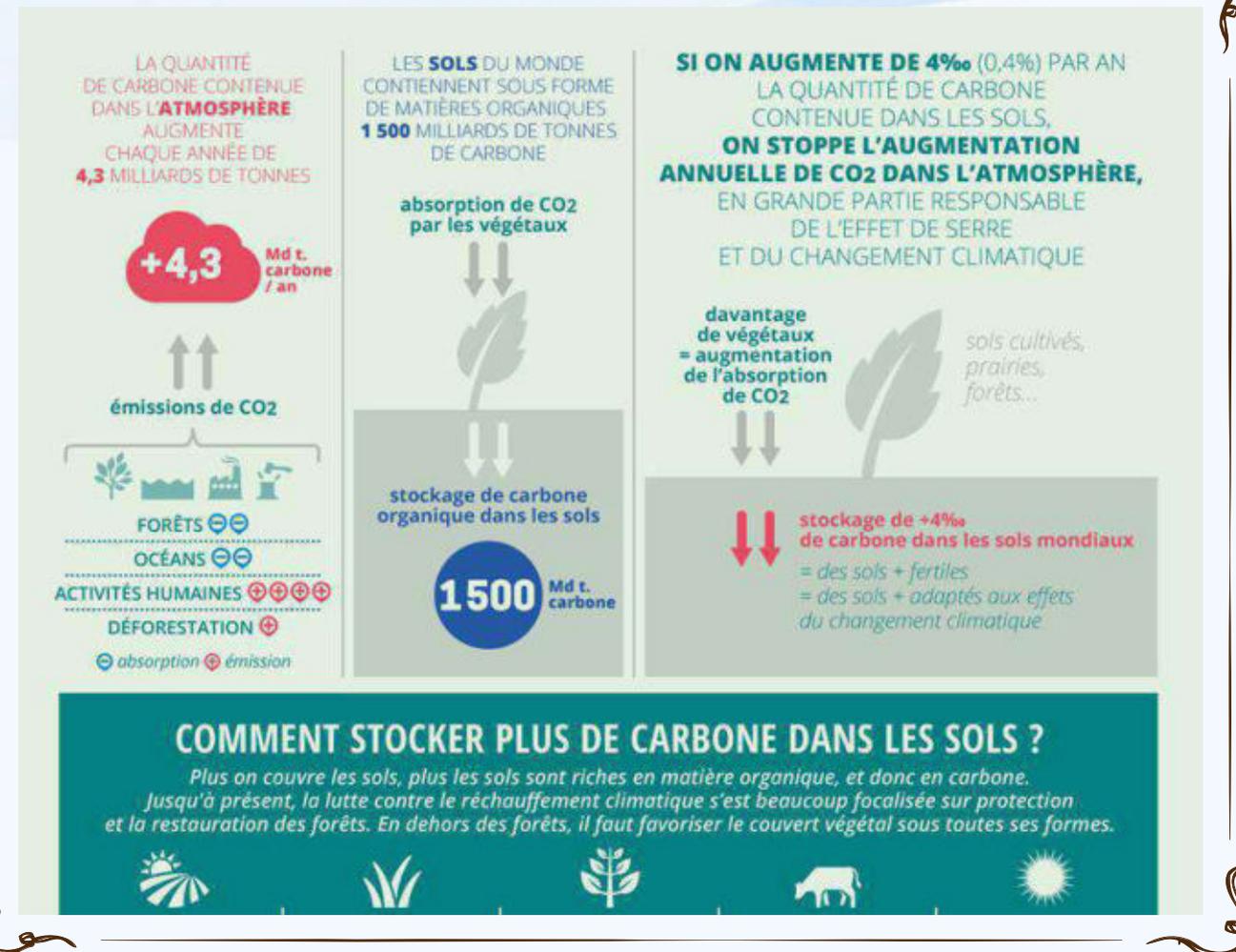
# Conservare la sostanza organica



Con sostanza organica = 5%  
C stock in 1 ha = 117 t  
= 430 t CO<sub>2</sub>-eq  
pari alle emissioni enteriche  
di 120 vacche

Prati centenari  
Nessuna lavorazione  
Regolare apporto di sostanza organica  
Nessuna fertilizzazione chimica  
Nessun intervento di diserbo





Se si aumenta del 4 per mille il contenuto di C organico del suolo si azzera l'aumento del contenuto di CO<sub>2</sub> dell'atmosfera.

Iniziativa COP 21

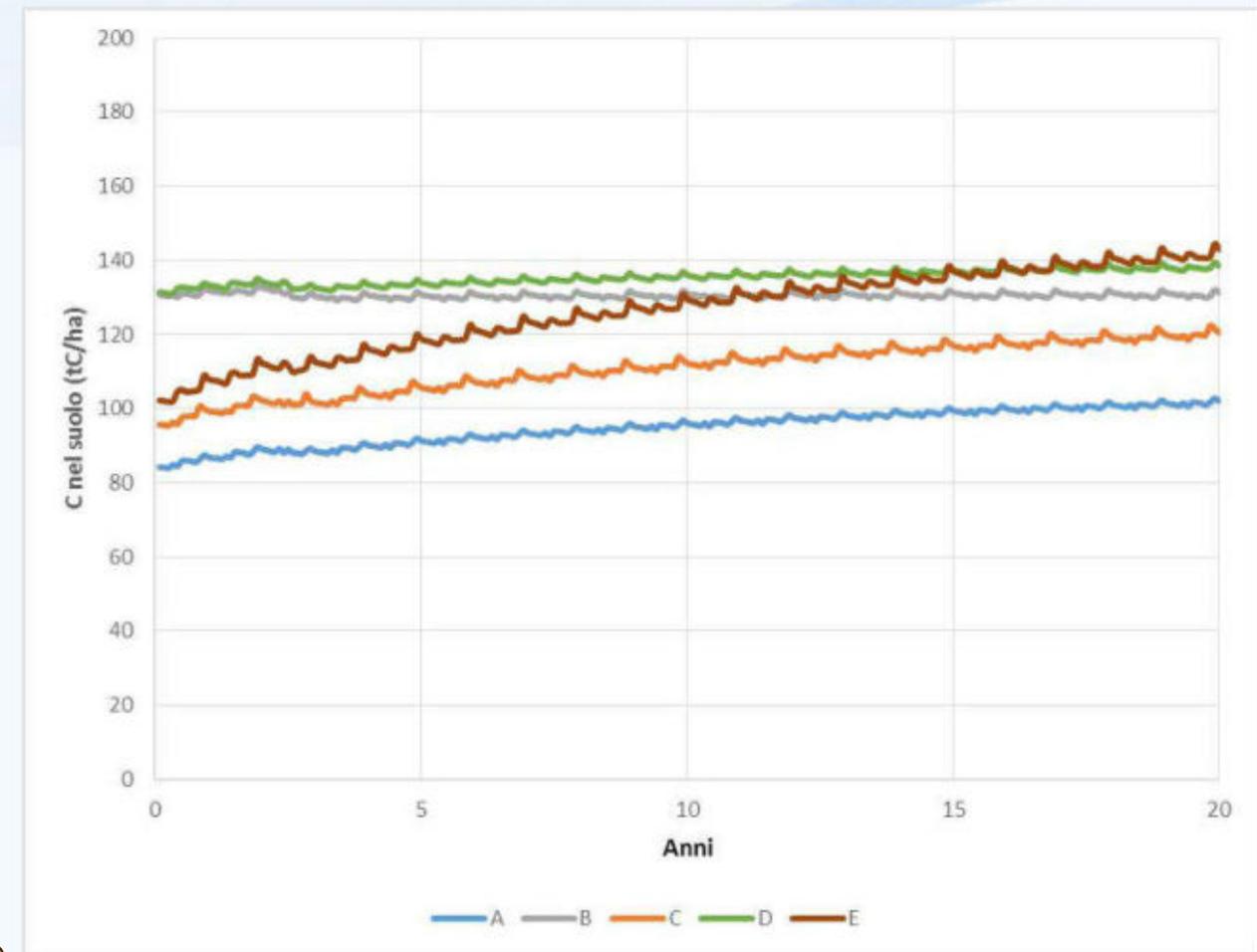
# Dinamica del carbonio

## Modelli di simulazione:

- Roth-C (Rothamsted Institute, UK)
- DNDC (DeNitrification-DeComposition, USA)

## Parametri di influenza:

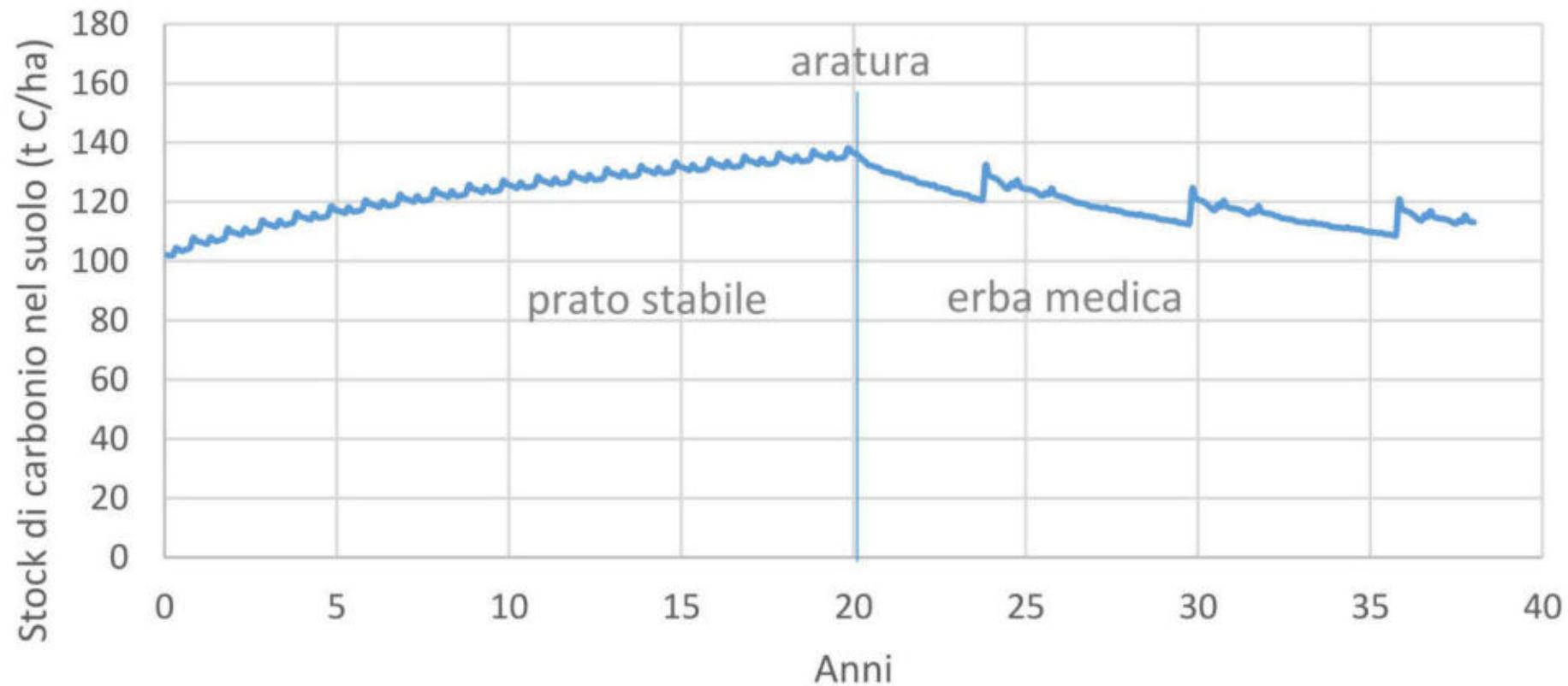
- ✓ *Apporto di sostanza organica da:*
  - *effluenti di allevamento*
  - *residui colturali (sopra e sotto terra)*
- ✓ *Condizioni climatiche*
- ✓ *Caratteristiche pedologiche (tenore in carbonio organico, tessitura)*
- ✓ *Pratiche colturali*



*Dinamica del carbonio nel suolo del prato stabile delle aziende (modello Roth-C)*

# Conversione del prato a medicaio

## Dinamica del carbonio del suolo

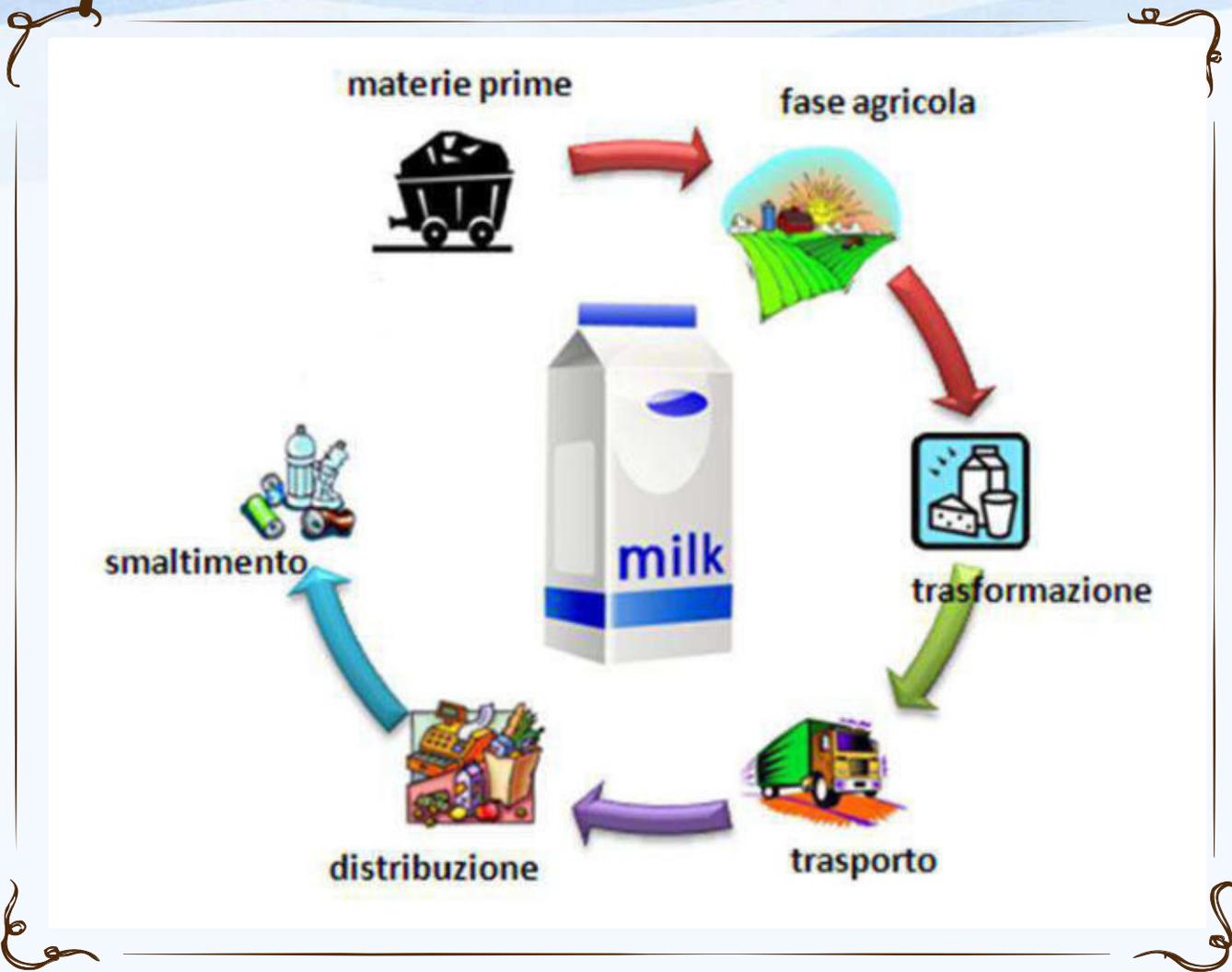


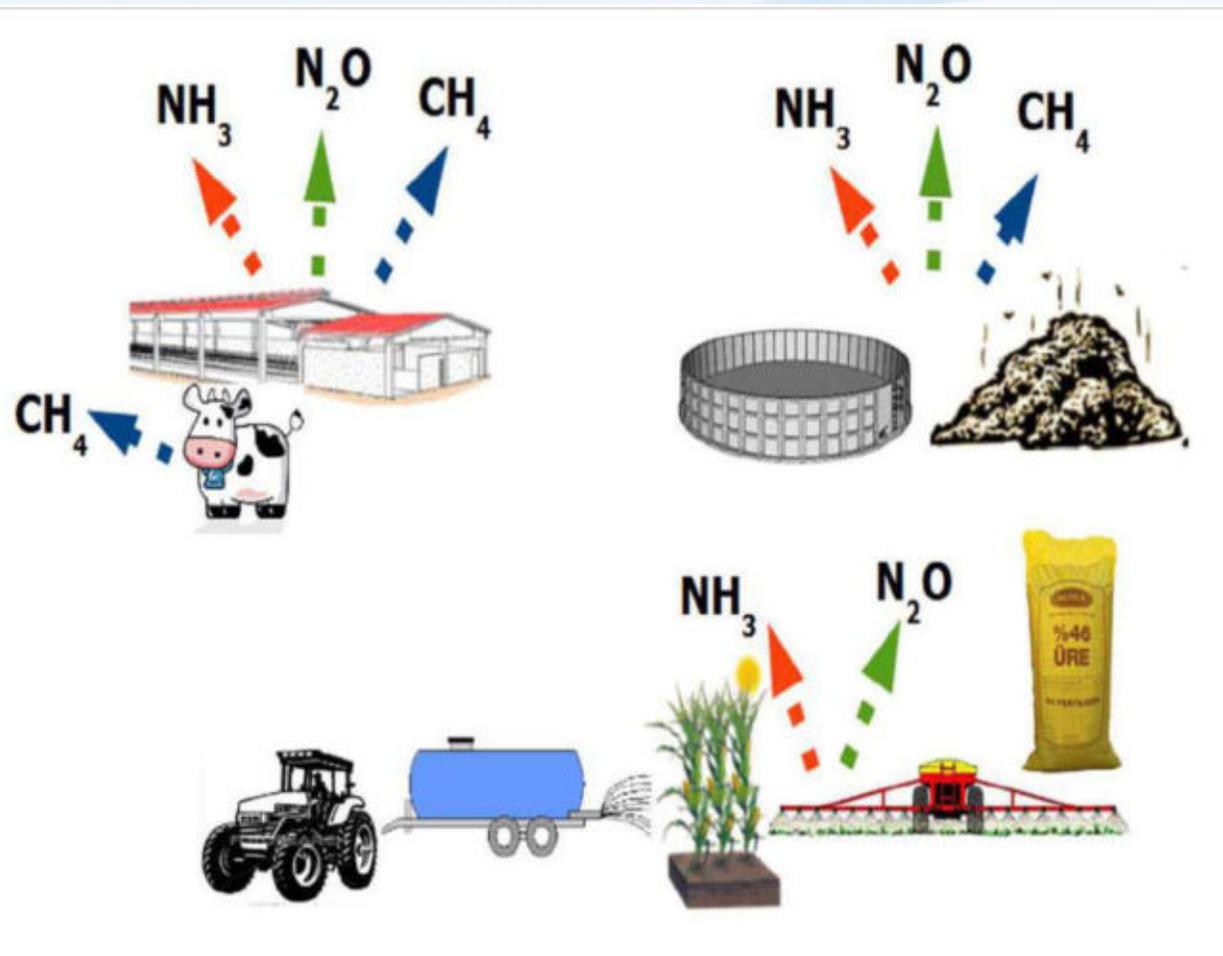
# Impronta carbonica delle aziende



## Analisi LCA

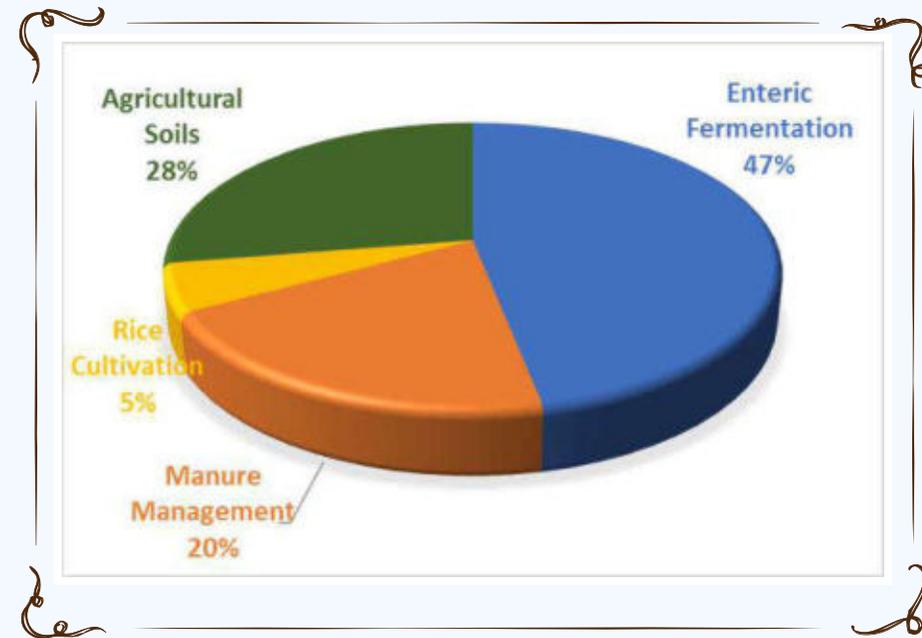
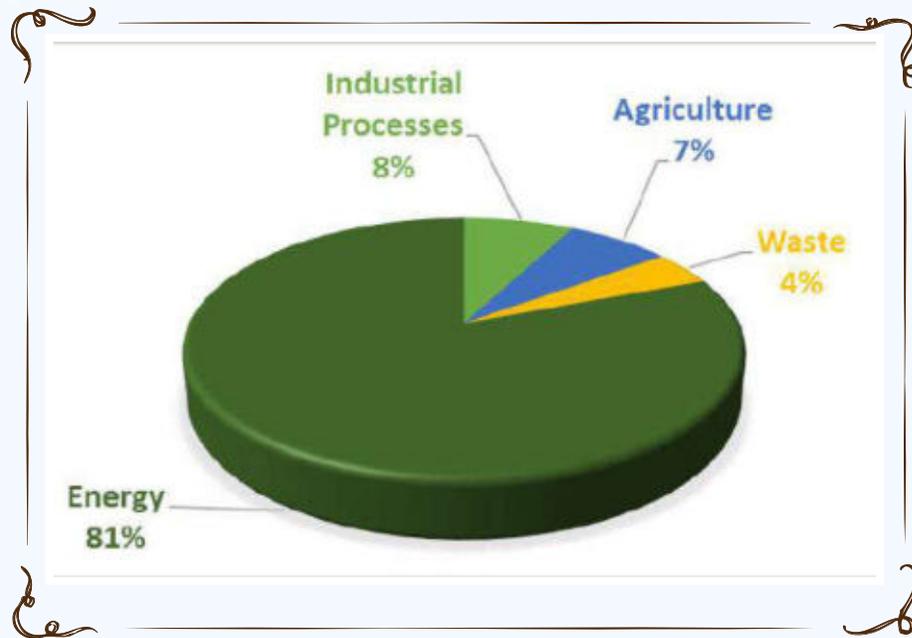
*È possibile valutare e interpretare gli impatti ambientali di un qualsiasi bene (prodotto o servizio), durante il suo intero ciclo di sua vita, grazie allo strumento Life Cycle Assessment (LCA).*





*I fattori di  
impatto 'agricoli'*

# Al settore agricolo spetta il 7% delle emissioni di gas serra



L'Italia nel 2017 ha emesso:  
428 Mt CO<sub>2</sub>-eq escludendo LULUCF  
409 Mt CO<sub>2</sub>-eq includendo LULUCF

Dal 1990 al 2017 -11%  
Bovini: > 50% del totale  
Fonte: ISPRA, 2019

# Stima delle emissioni di gas serra e calcolo del Carbon footprint

La valutazione delle emissioni riguarda:

- il protossido di azoto ( $N_2O$ ,  $GWP = 298$ ) dalla fertilizzazione delle colture e dalle deiezioni;
- il metano ( $CH_4$ ,  $GWP = 25$ ) da fermentazioni enteriche e dalle deiezioni;
- l'anidride carbonica ( $CO_2$ ,  $GWP = 1$ ) da combustioni.

# Analisi LCA / Impronta carbonica

- La valutazione include l'intero ciclo di vita del processo o attività
- Nel caso della produzione di latte ecco gli elementi principali da valutare:

Quota di  
rimonta

Produzioni  
campo/stalla

Gestione reflui

Fertilizzanti

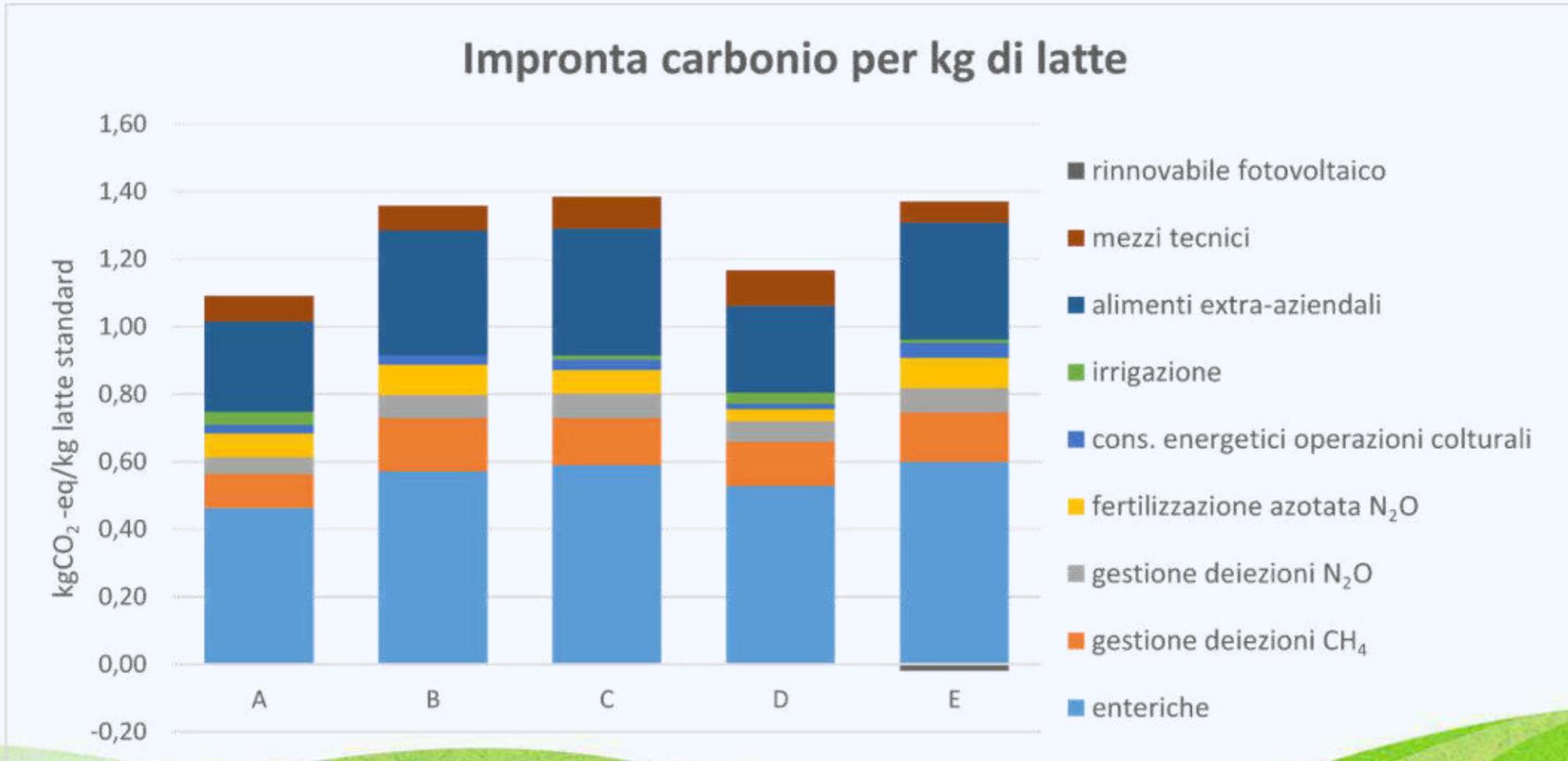
Trasporti/rifiuti

Consumi  
energia/H<sub>2</sub>O

# Aziende Prati\_CO: indici tecnici

Parametro	unità	Media	Min-Max
N° vacche produttive		165	73-435
Quota rimonta	%	45%	36-54%
Latte standard prodotto per capo produttivo	kg/capo/anno	7944	6687 - 9288
% allocazione sul latte	%	84%	80-87%
SS ingerita vacche lattazione	kg ss/ kg latte	1,1	0,9-1,4
Superficie aziendale totale	ha	100	41-299
Superficie per alimentazione	ha/t latte	63	40-82
Intensità zootecnica	Vacche prod./ha	1,9	1,5-2,7

# Aziende PRATI\_CO: impronta carbonica

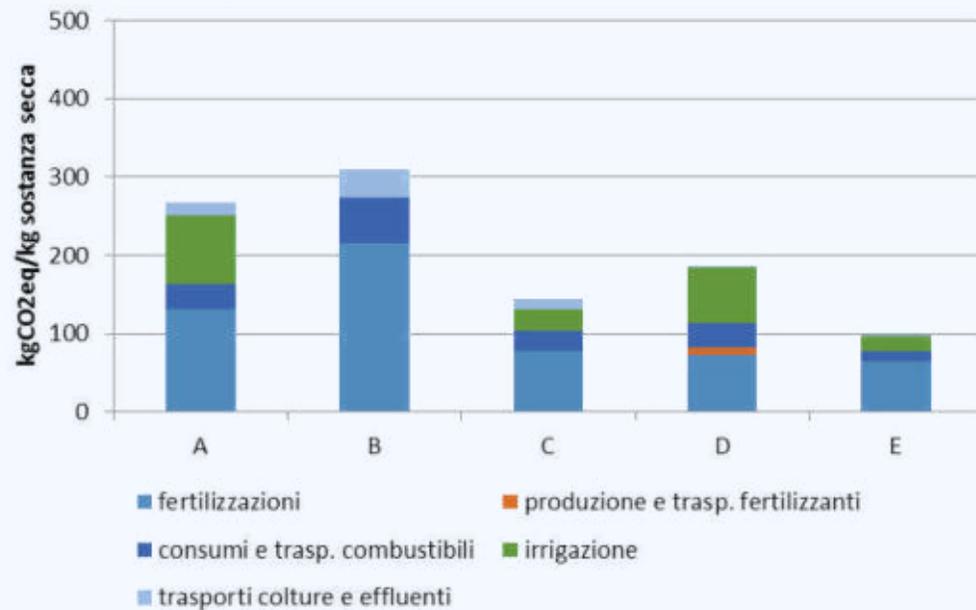


# Colture PRATI\_CO: impronta carbonica

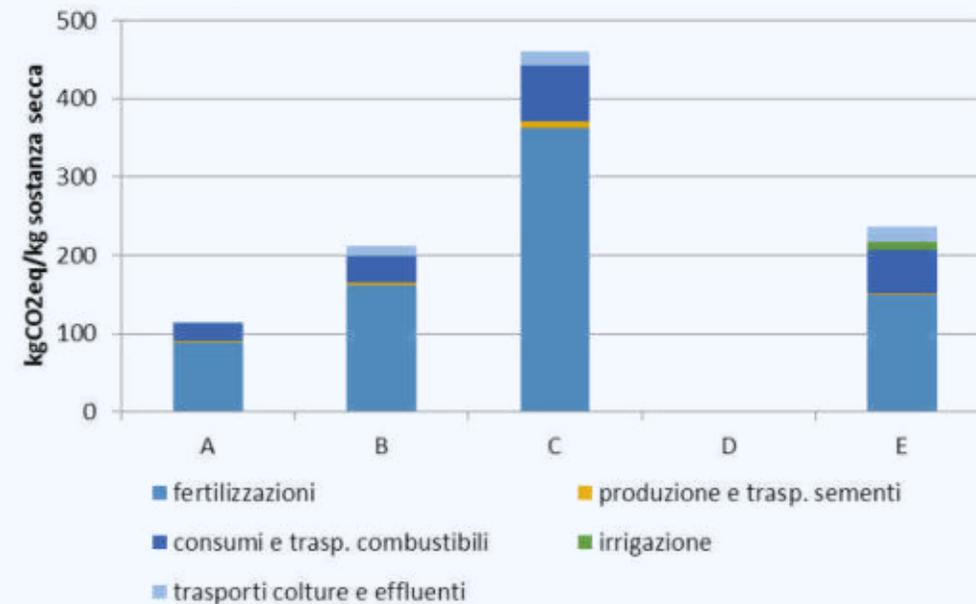
*Prato stabile*  
7-24 t ss/ha

*Erba medica*  
3-14 t ss/ha

**Impronta carbonio prato stabile**



**Impronta carbonio erba medica**



# *La parola chiave è efficienza*

- Produrre più latte;*
- Minimizzare gli input;*
- Ottimizzare la gestione degli effluenti;*
- Migliorare il benessere e la salute delle bovine;*
- Ridurre la quota di animali non produttivi;*
- Aumentare gli alimenti autoprodotti*
- Ridurre i consumi energetici.*



# Contributo del sequestro di C nel suolo nella riduzione della Impronta Carbonica



# Conservare i prati stabili e la riserva di sostanza organica del suolo comporta benefici:

## AGRONOMICI

- *Mantiene la fertilità e migliora la struttura dei suoli;*
- *Migliora la capacità di ritenzione idrica*
- *Riduce la predisposizione all'erosione superficiale*
- *Aumenta la capacità portante del terreno*

## AMBIENTALI

- *Contribuisce in modo significativo alla mitigazione del cambiamento climatico*
- *Preserva la biodiversità*

Grazie per l'attenzione  
[a.dalpra@crpa.it](mailto:a.dalpra@crpa.it)  
[l.valli@crpa.it](mailto:l.valli@crpa.it)  
[info@crpa.it](mailto:info@crpa.it)

# LANDMARK E PRATI\_CO: SINERGIA TRA UN GO E UN PROGETTO H2020

**BAMPA FRANCESCA, CHRISTIAN BUGGE HENRIKSEN, ARWYN JONES,  
ROGIER SCHULTE, CRISTINA MENTA, FABIO GATTI AND RACHEL CREAMER**



Convegno Finale Gruppo operative per l'innovazione PRATI\_CO  
FERRARA, 18 OTTOBRE 2019





Produzione  
primaria



Regolazione e  
purificazione  
dell'acqua

Annette, Tavola rotonda 1, Ballycanew, contea di Wexford, Irlanda, 2015



Regolazione  
del clima e  
sequestro del  
carbonio

Joel, Tavola Rotonda 2, Rouen, Francia 2016



Ciclo dei  
nutrienti



Biodiversita'

# RICHIESTE SUL NOSTRO TERRITORIO: LE 5 FUNZIONI ECOSISTEMICHE DEL SUOLO

Regolazione e purificazione dell'acqua

Regolazione del clima e sequestro del carbonio

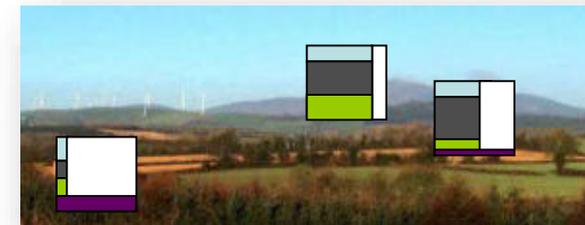
Habitat per la Biodiversita'



Produzione Primaria

Ciclo dei nutrienti

Tutti i suoli svolgono tutte e cinque le funzioni del suolo. Ma alcuni territori sono migliori a fornire specifiche funzioni a differenza di altri.



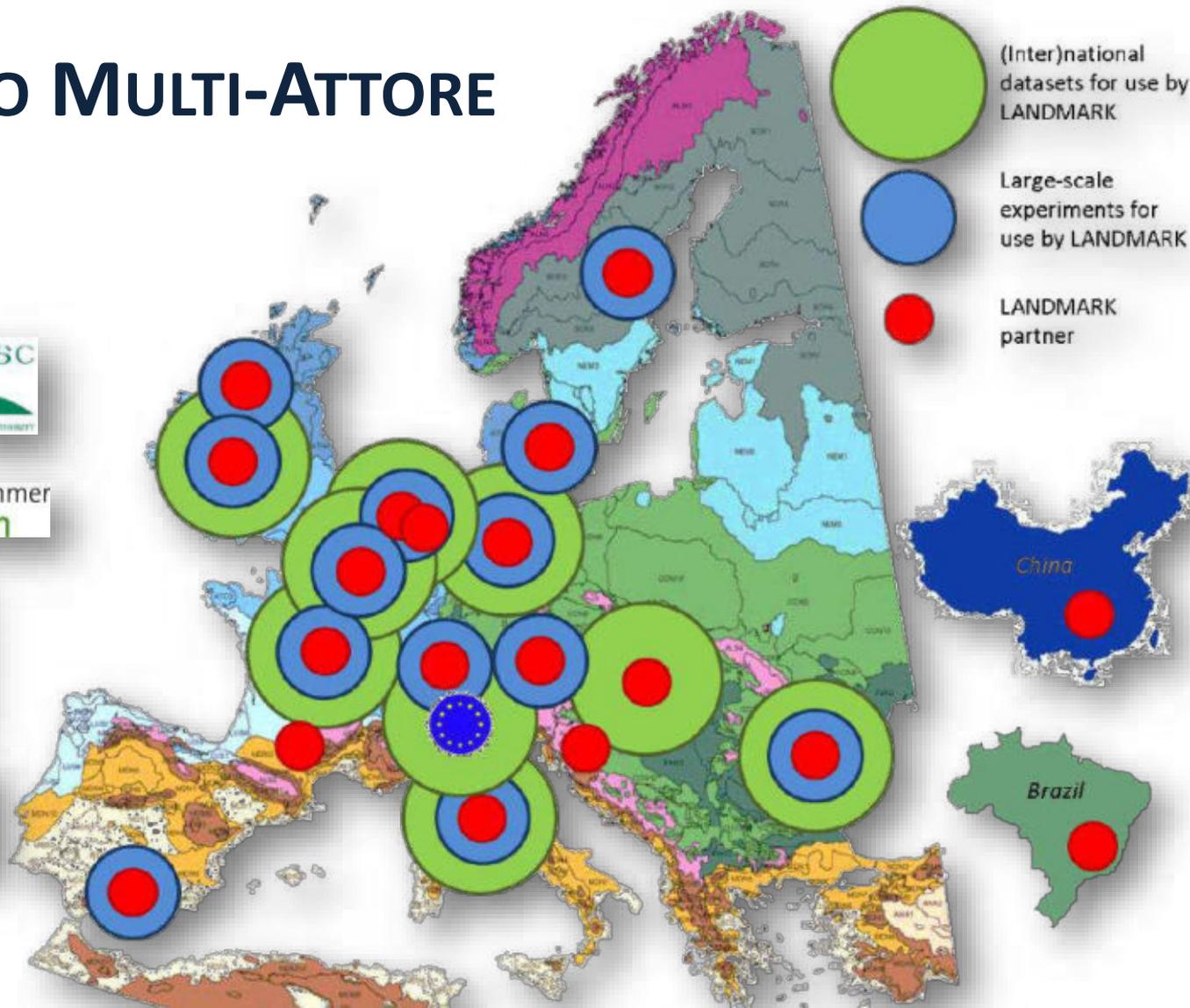
# LAND MANAGEMENT: ASSESSMENT, RESEARCH, KNOWLEDGE BASE

**Obiettivo: quantificare la capacità” di fornire funzioni ecosistemiche del suolo a scala Europea in base alle proprietà” del suolo, utilizzo dei suoli, la gestione e le pratiche agricole**

Lancio di Landmark, contea di Wexford, Irlanda 2015



# PROGETTO MULTI-ATTORE

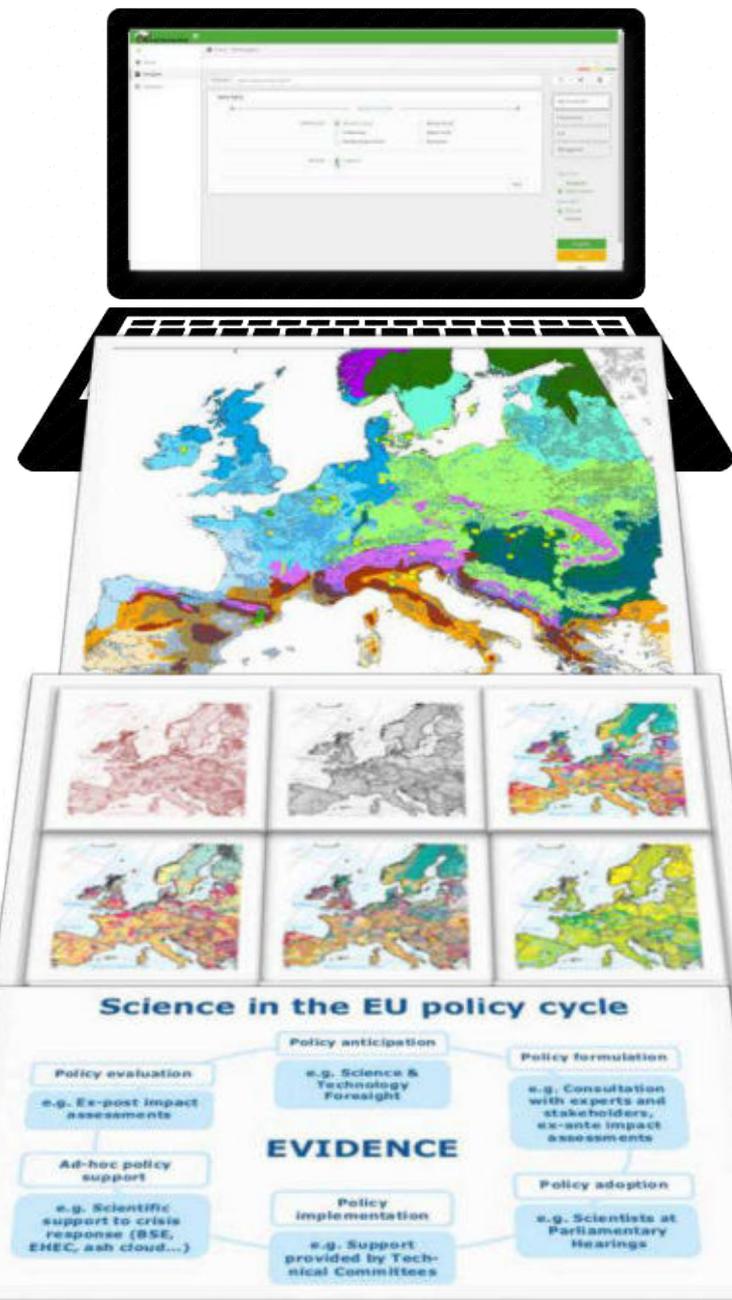


# RISULTATI DEL PROGETTO

**Pilastro 1: Scala locale agricola:** Sviluppare uno strumento agricolo di support alla decisione per la gestione del suolo – il **Soil Navigator**

**Pilastro 2: Scala nazionale:** Progettare un piano di monitoraggio per le funzioni ecosistemiche de suolo che si possa applicare a scala regionale, per una serie di classi di suolo, utilizzi e zone pedo-climatiche;

**Pilastro 3: Scala Europea:** sviluppare un quadro politico per l' uso funzionale del territorio a scala Europea che ottimizzi un uso sostenibile della risorsa suolo



More info <http://landmark2020.eu/pillars/>



# CONSULTAZIONE DEGLI STAKEHOLDERS

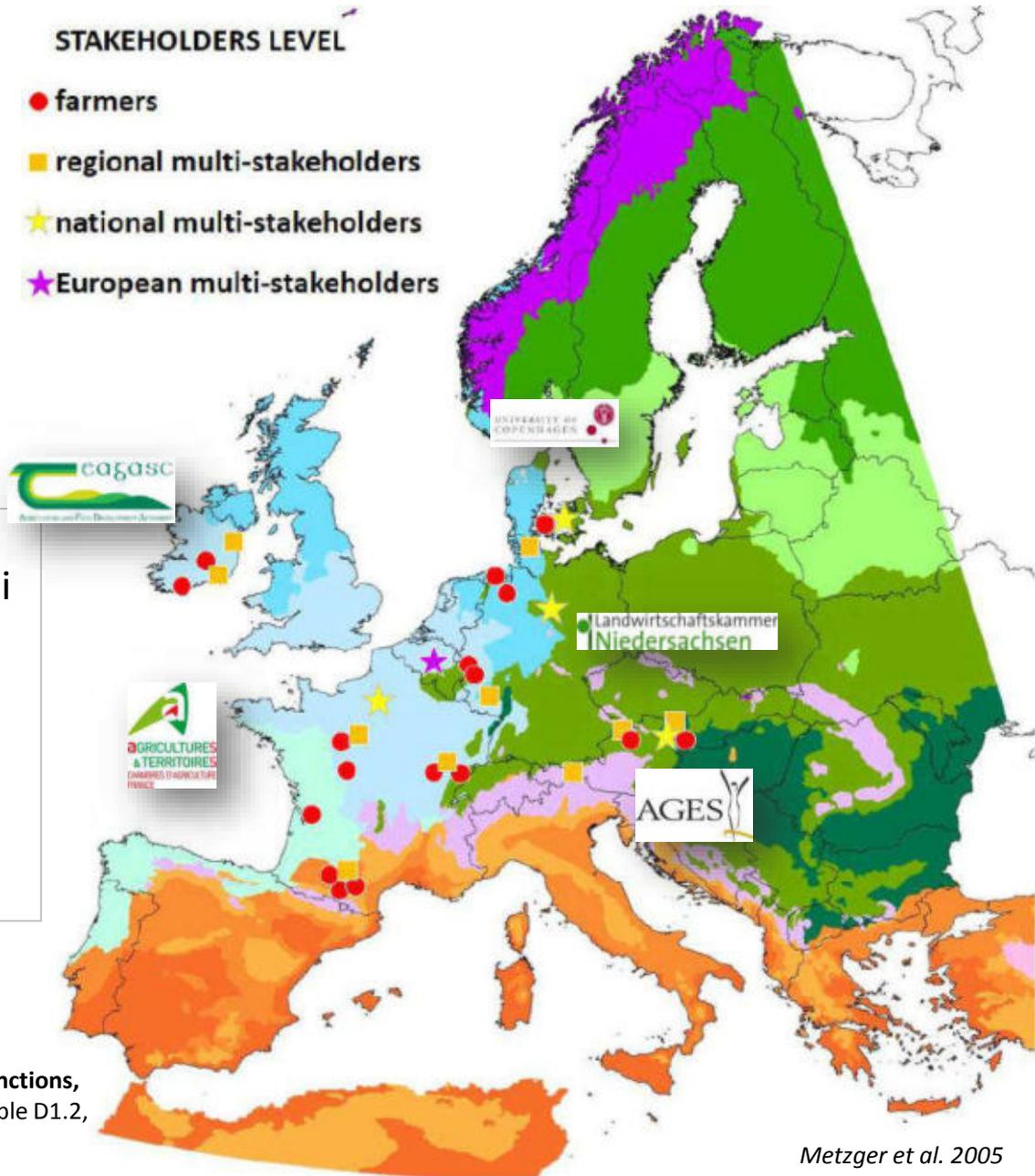


## STAKEHOLDERS LEVEL

- farmers
- regional multi-stakeholders
- ★ national multi-stakeholders
- ★ European multi-stakeholders

Quali sono le conoscenze esistenti, le necessità, le priorità in termini di funzioni del suolo tra gli stakeholders in Europa?

- 1 anno
- 5 paesi
- 32 workshop
- 473 partecipanti



Sturel S. *et al.* (2018) Report on optimised suites of soil functions, as prioritised by stakeholder groups, LANDMARK Deliverable D1.2, <http://landmark2020.eu/work-package/work-package-1/>

Metzger *et al.* 2005

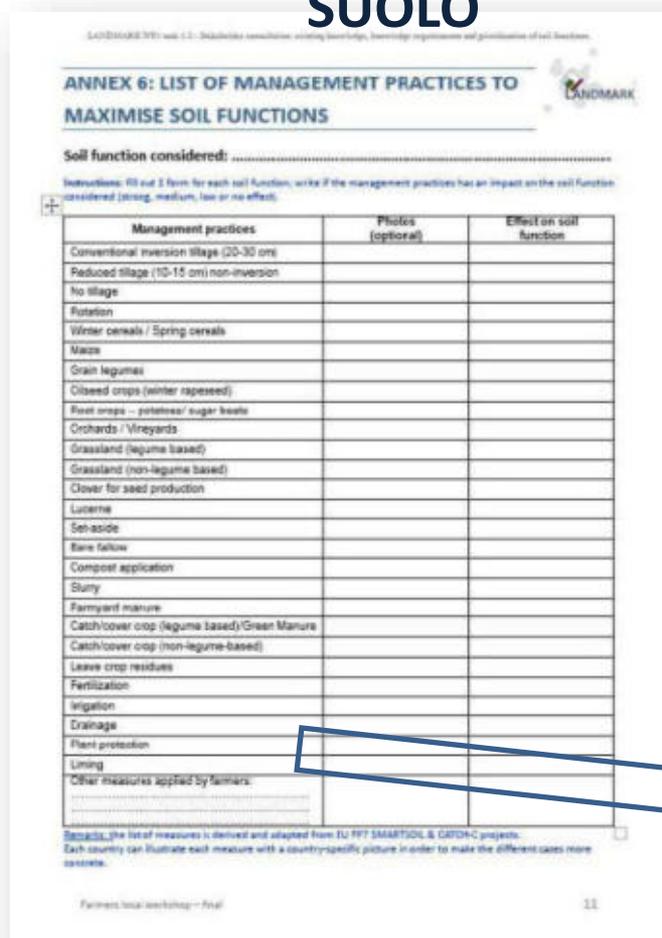


# CLASSIFICARE LE FUNZIONI DEL SUOLO: AGRICOLTORI E CONSULENTI AGRICOLI

Workshop	pp	Land Use	Climate zone		PP	WRP	C	NC	BD	
Toulouse, Midi-Pyrénées, France	12	CROP	Conservation Agriculture	MED	Mediterranean	9	2	1	1	1
Gasconne, Toulouse, Midi-Pyrénées, France	12	CROP	Conventional Agriculture - cereals	MED	Mediterranean	12	0	0	0	0
Groß Enzersdorf, Lower Austria (NÖ)	6	CROP	Arable	P	Pannonian	4	3	1	2	1
Montlieu La Garde, Charente-Maritime, France	14	WINE	Wine makers	L	Lusitanian	11	5	1	2	1
Upper Austria (OÖ) - Linz	4	MIX	Mixed	C	Continental	2	0	1	2	0
Valdahon, Doubs, Franche-Comte, France	8	GRAS	Grassland ( Dairy farmers)	AN	Continental	4	1	0	0	5
Bad Kreuznach, Rhineland-Palatinate, South-West Germany	9	WINE	Wine makers & vegetable farmers	C	Continental	6	5	2	3	2
Bad Kreuznach, Rhineland-Palatinate, South-West Germany	15	CROP	Arable	C	Continental	13	1	0	1	1
Argenton-sur-Creuse (Indre + agri. de la Creuse et de la Haute-Mienne), France	10	MIX	Mixed	AC	Atlantic Central	9	1	1	0	3
Chemins, Jura, Franche-Comté, France	10	CROP	Mixed crop/grassland ( 7/10 cereals)	AC	Atlantic Central	8	3	0	0	1
Maves, Loir et Cher, Region Centre, France	16	CROP	Cropland (cereals)	AC	Atlantic Central	13	5	2	4	4
Aunich, Lower Saxony, North-West Germany	11	CROP	Arable ( Marsh)	AN	Atlantic North	10	5	3	3	3
Odense, Fyn region, Denmark	10	MIX	Mixed	AN	Atlantic North	7	5	3	4	3
Cloppenburg, Lower Saxony, North-West Germany	8	CROP	Arable	AN	Atlantic North	6	2	2	2	4
Maaroom, county Cork, Ireland	10	GRASS	Dairy and beef farmers	AN	Atlantic North	5	1	0	1	0
National ITUS Wexford, Ireland	55	CROP	Cropland	AN	Atlantic North	4.176	2.742	2.131	3.297	2.669



# PRATICHE AGRICOLE CHE MASSIMIZZANO LE FUNZIONI DEL SUOLO



## Risultati di un workshop con agricoltori danesi

Management practices	Effects on soil functions				
	Primary Production	Water regulation	Carbon sequestration	Nutrient cycling	Habitat biodiversity
Ploughing (20-30 cm)	+++		-	++	-
Reduced tillage - non-inversion(10-15 cm)	+++	++ <sup>1</sup>	+	++	++
No tillage	+++	+++	+++	++	+++
Crop rotation	+++	++	++	++	++
Winter cereals	+++			++	+
Spring cereals	++			+	++
Corn	+++		-	- <sup>t</sup> +	
Grain legumes (spring)	++	-		+++	+
Oil seed rape (winter)	+++	+++	++	++	++
Potatoes	+++	-	-	-	
Sugar beets	+++	+++	++	++	++
Grass (with clover)	+++	+++	+++	-	+++
Grass (without clover)	+++	+++	+++		++
Grass outside rotation			+++		++
Grass seeds	+++	+++	+++		++
Spinach	+			+++	+
Environmental protection zones / extensive management of sensitive areas			+++	+	++
Tree alleys for wind protection	+		++	-	+++
Slurry	+++	-	+	+++	+++
Farmyard manure	+++	+	+++	+++	+++
Catch/cover crop with legumes / green manure	+	-	++	+++	++
Catch/cover crop without legumes (mandatory by law)	++	+	++	++	++
Leave crop residues	+	++	++	++	++
Fertilization	+++	++	+++	+++	+++
Irrigation	+++	+++	+++	+++	+++
Drainage	+++	+++	+++	+++	+++
Plant protection - chemical	+++	+	+	+	+
Plant protection - mechanical	+++	- <sup>t</sup> +	-	+	++
Liming	+++	+	-	+++	

Sturel S. *et al.* (2018) Report on optimised suites of soil functions, as prioritised by stakeholder groups, LANDMARK Deliverable D1.2, <http://landmark2020.eu/work-package/work-package-1/>

Ghaley, B.B.; Rusu, T.; Sandén, T.; Spiegel, H.; Menta, C.; Visioli, G.; O'Sullivan, L.; Gattin, I.T.; Delgado, A.; Liebigh, M.A.; Vrebos, D.; Szegi, T.; Michéli, E.; Cacovean, H. and Henriksen, C.B (2018). [Assessment of Benefits of Conservation Agriculture on Soil Functions in Arable Production Systems in Europe](#). *Sustainability*, 10, 794.



Avere accesso ad informazioni chiare, affidabili e convalidate sulla gestione del suolo e dei terreni.

Avere accesso a consigli indipendenti e di alta qualità sulla gestione del suolo e dei terreni

Rafforzare la scienza del suolo nell'istruzione media e superiore, non solo per gli agricoltori, ma anche per le professioni legate all'agricoltura. In particolare: agricoltori e consulenti dovrebbero essere formati su metodi semplici per osservare e valutare le proprietà dei suoli in campo

Avere l'opportunità di scambiarsi regolarmente su questioni relative al suolo, in particolare all'interno dei gruppi di discussione

Risposte frequenti degli agricoltori e dei consulenti agricoli

Avere uno strumento diagnostico per valutare le proprietà e le funzioni del suolo e guidare la scelta delle pratiche agricole appropriate

Volontà' di comprendere: Come aumentare l'attività biologica dei suoli / materia organica del suolo / disponibilità di nutrienti per le piante. Come gestire l'agricoltura di conservazione

Photo: Argenton sur Creuse, France 2016



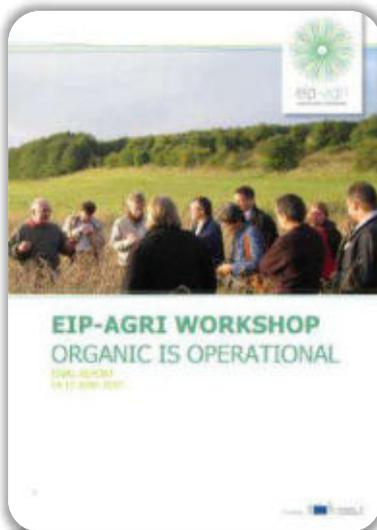
## Risposte frequenti a livello nazionale e regionale

Richieste per l'istituzione di un sistema nazionale armonizzato per il monitoraggio del suolo (nei paesi in cui non esiste)

Richieste per un monitoraggio delle funzioni ecosistemiche del suolo

Includere esperimenti a lungo termine in schemi di monitoraggio del suolo

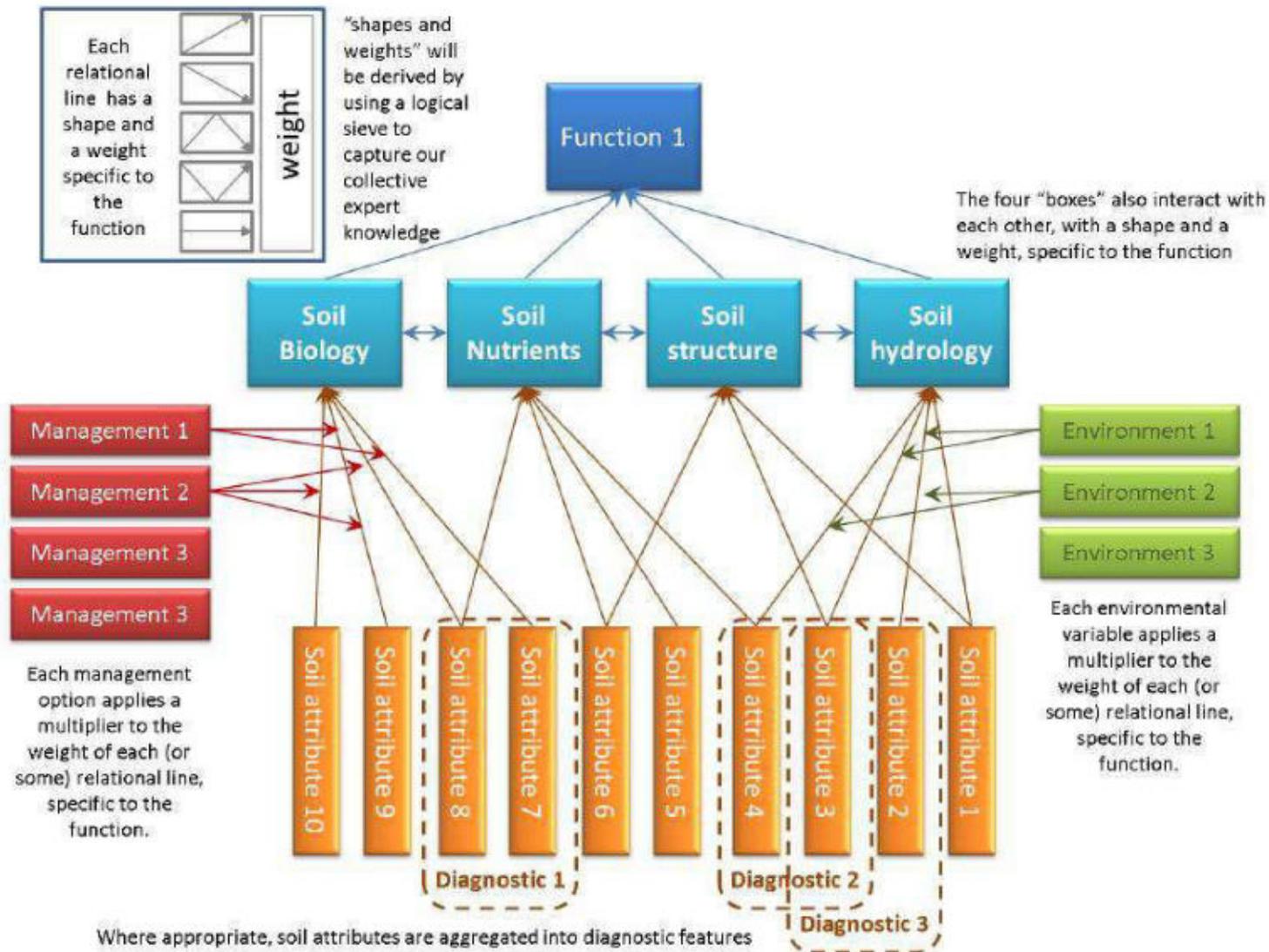
# Amburgo Giugno 2017.. Dove tutto comincio'. Workshop PEI-AGRI *Biologico e' operativo*



Rapporto <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/event/eip-agri-workshop-organic-operational>



# QUADRO CONCETTUALE PER LA MODELLIZZAZIONE DELLE FUNZIONI DEL SUOLO

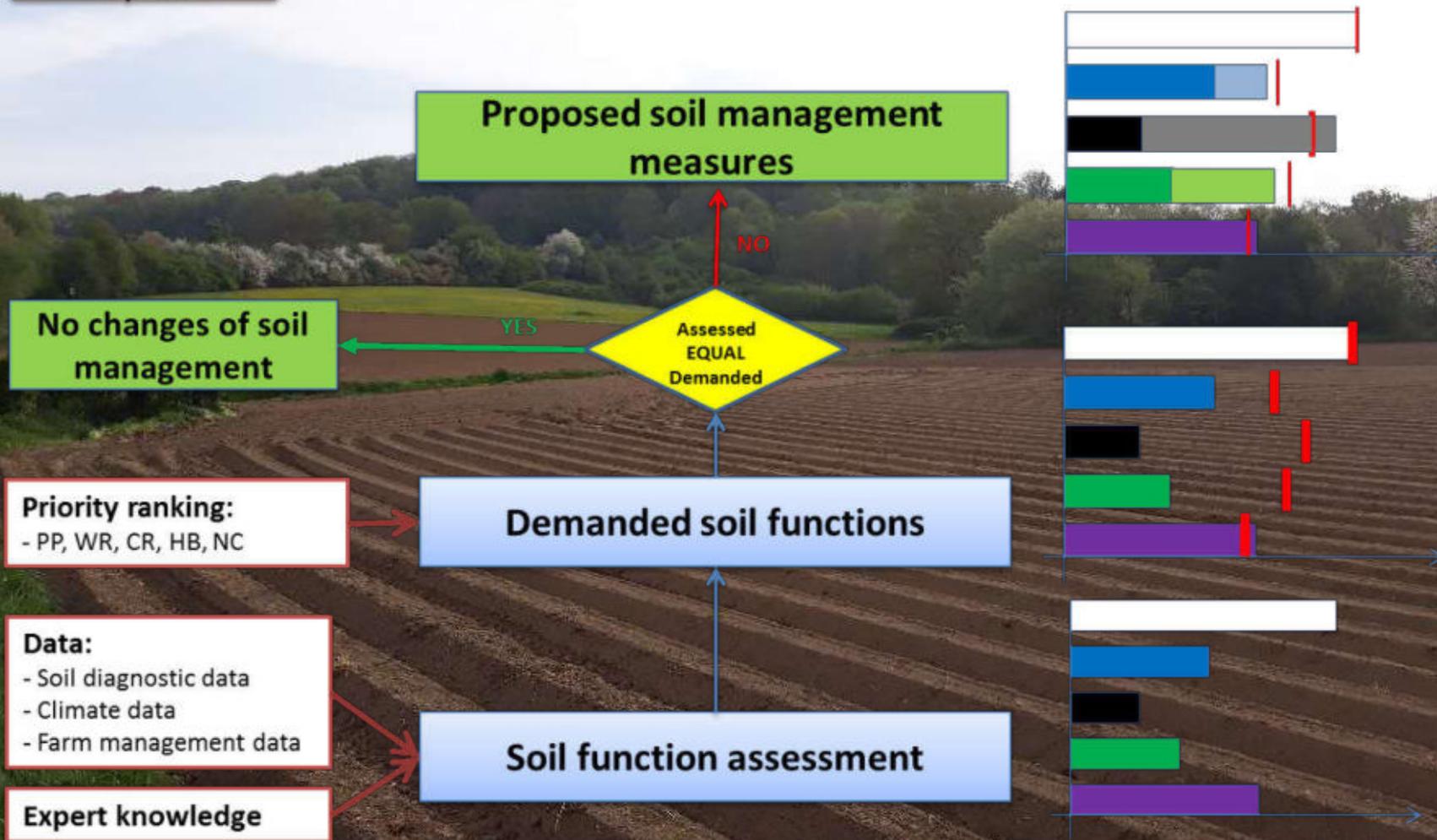


# DECISIONE A SCALA AGRICOLA: IL SOIL NAVIGATOR



Outputs

Inputs



# Tavola rotonda n 6 – Ottobre 2017, Parma, Italia

## Test del Soil Navigator



<http://landmark2020.eu/meeting/roundtable-6-italy/>



Aziende agricole Scalabrini e Carcarena appartenenti a vari GO tra cui PRATI-CO ([http://www.pedologia.net/InfoSuolo\\_lista.jsp](http://www.pedologia.net/InfoSuolo_lista.jsp))



Regione Emilia Romagna



SZIU, Godollo, Ungheria

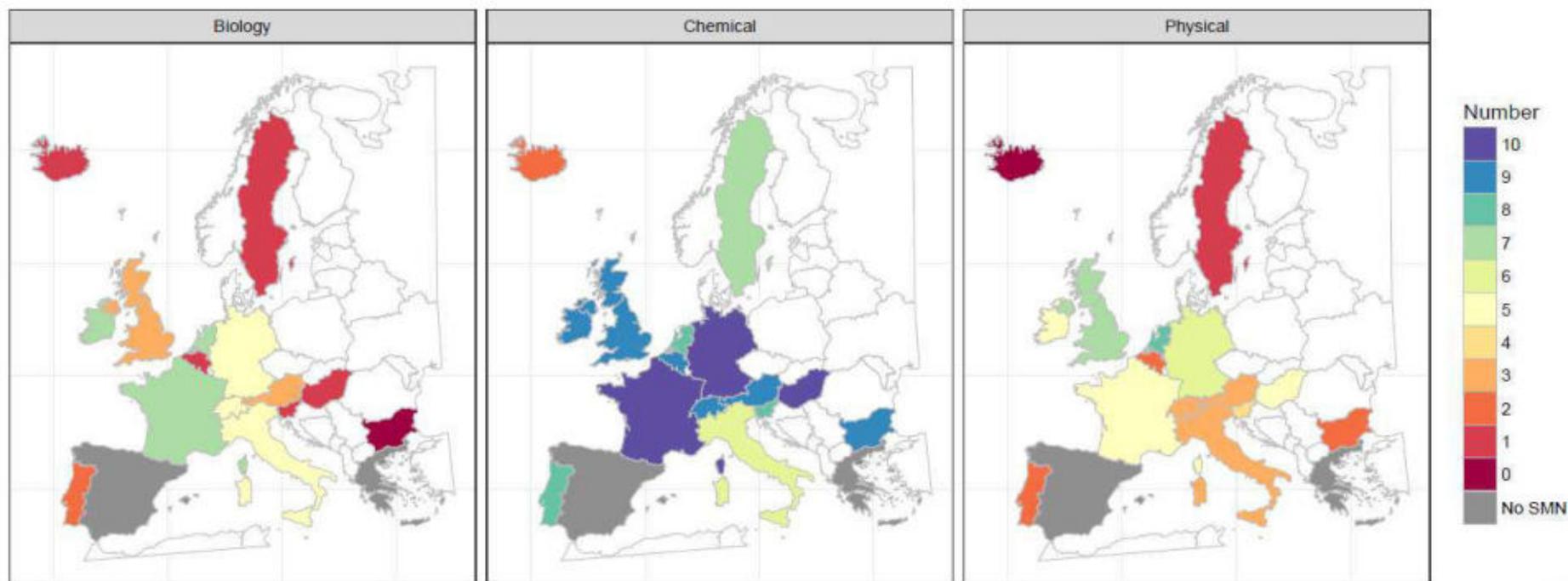


# Test del Soil Navigator insieme





# DECISIONE A SCALA NAZIONALE: MONITORAGGIO DEI SUOLI A SCALA REGIONALE



Come misurare e monitorare le funzioni ecosistemiche del suolo?

van Leeuwen, J.P. Saby, N.P.A., Jones, A., Louwagie, G., Micheli, E., Rutgers, M., Schulte, R.P.O., Spiegel, H., Toth, G., Creamer, R.E. (2017). **Gap assessment in current Soil Monitoring Networks across Europe for measuring soil functions**. Environmental Research Letters.



# Indicatori per il suolo

## Biologico

Nematode diversity

Earthworm diversity

Fungal biomass

Bacterial biomass

Rooting depth

NPP (Yield) N offtake

## Fisico

Texture

Bulk Density

Soil drainage class

Groundwater Depth

Hydraulic Conductivity

Wilting point days

Infiltration Capacity

## Chimico

CEC

K

P

C:N

pH

Salinity

Soil organic matter



## Indicatori per la gestione:

Type of crops

Cover crops

No. of crops in rotation

Crop diversity

Crop residues

% Legumes

Tillage

Mineral N Fertiliser

Organic N Fertiliser

Mineral P Fertiliser

Organic P Fertiliser

Livestock density

Pest Management

Irrigation

## Indicatori ambientali:

Annual precipitation

Annual Ave Temp

No. of days > 5°C



# Questionario sulla gestione dei terreni dell'azienda agricola

Questionnaire for farm visits in (answers to given by ticking boxes)↵

Questionario per visite in fattoria (Inserire una crocetta nella casella)¶

## 1.-> Farm¶

¶	¶	¶	0¶	1-25¶	26-50¶	51-75¶	76-99¶	100¶
1.1¶	Land-cover↵ ↵ ↵ <i>Copertura del suolo¶</i>	Share (%) of grassland in UAA↵ <i>Quota (%) di cereali nella SAU (Superficie Agricola utile)¶</i>	¶	¶	¶	¶	¶	¶

¶



¶	¶	Conventional /- <i>Convenzionale</i> ¶	Integrated /- <i>Integrata</i> ¶	Organic /- <i>Biologica</i> ¶	Conservation /- <i>Conservazione</i> ¶
1.2¶	Farm management type↵ <i>Tipo di gestione dell'azienda agricola¶</i>	¶	¶	¶	¶

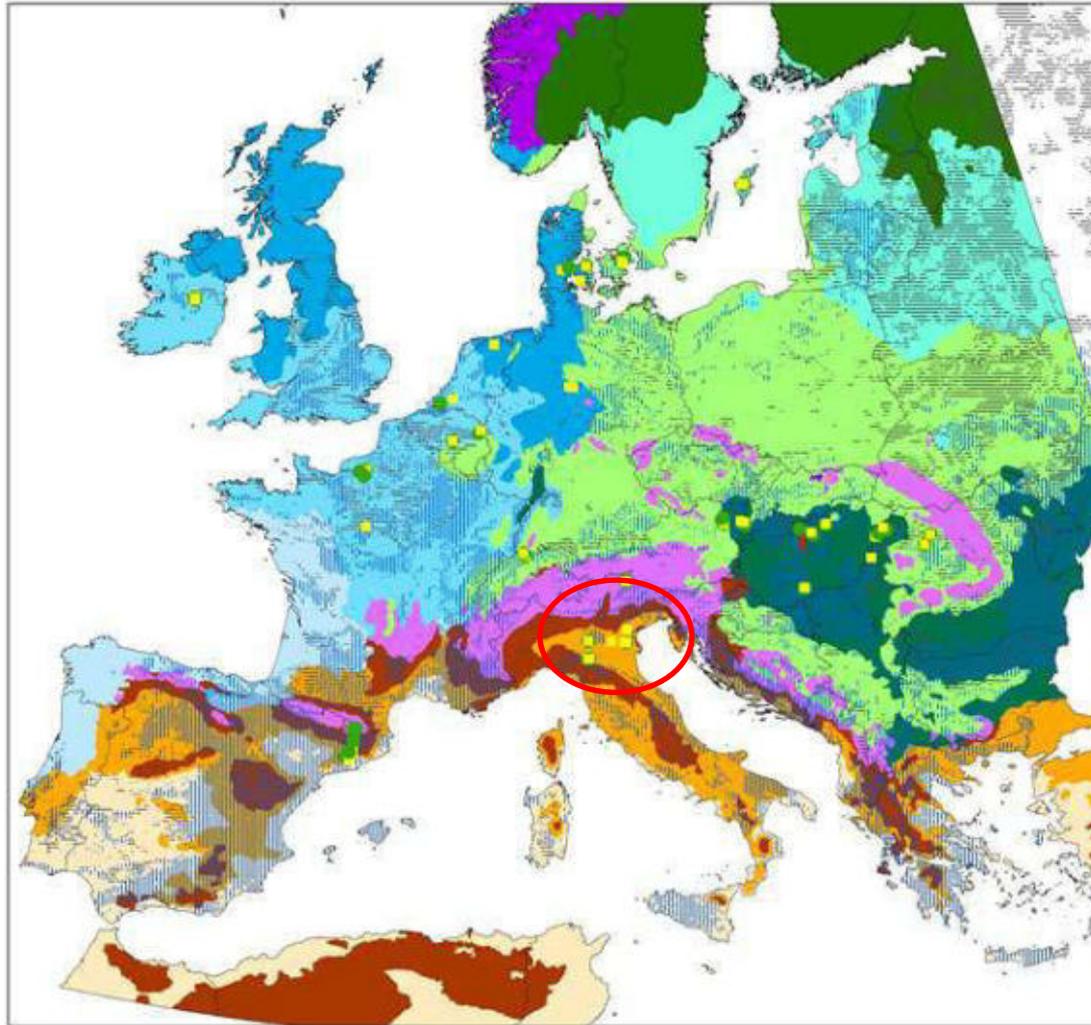
¶

¶	¶	Yes /- <i>Sì</i> ¶	No /- <i>No</i> ¶
1.3¶	Artificial drainage measures (e.g. tile drains, ditches)↵ <i>Misure di drenaggio artificiale (ad esempio: canali di scolo, fossati)¶</i>	¶	¶

¶

¶	¶	Yes /- <i>Sì</i> ¶	No /- <i>No</i> ¶
1.4¶	Irrigation measures (e.g. flooding, sprinklers, drippers)↵ <i>Misure di irrigazione (ad esempio allagamento, sprinkler, gocciolatori)¶</i>	¶	¶

# DECISIONE A SCALE REGIONALE: CAMPIONAMENTO E TEST DELLA FUNZIONI ECOSISTEMICHE DEI SUOLI IN EUROPA



## Legend

### Sampled points & land use

● Cereal	-> 48
● Grassland	-> 46

### Climatic zones/ Diagnostic horizons

■ Alpine North	
■ Boreal	
■ Nemoral	
■ Atlantic North	-> 5
■ Alpine South	-> 13
■ Continental	-> 20
■ Atlantic Central	-> 15
■ Pannonian	-> 22
■ Lusitanian	
■ Mediterranean Mountains	
■ Mediterranean North	-> 19
■ Mediterranean South	
■ Calcic	-> 47
■ Argic	-> 47





Earthworm diversity



Infiltration Capacity

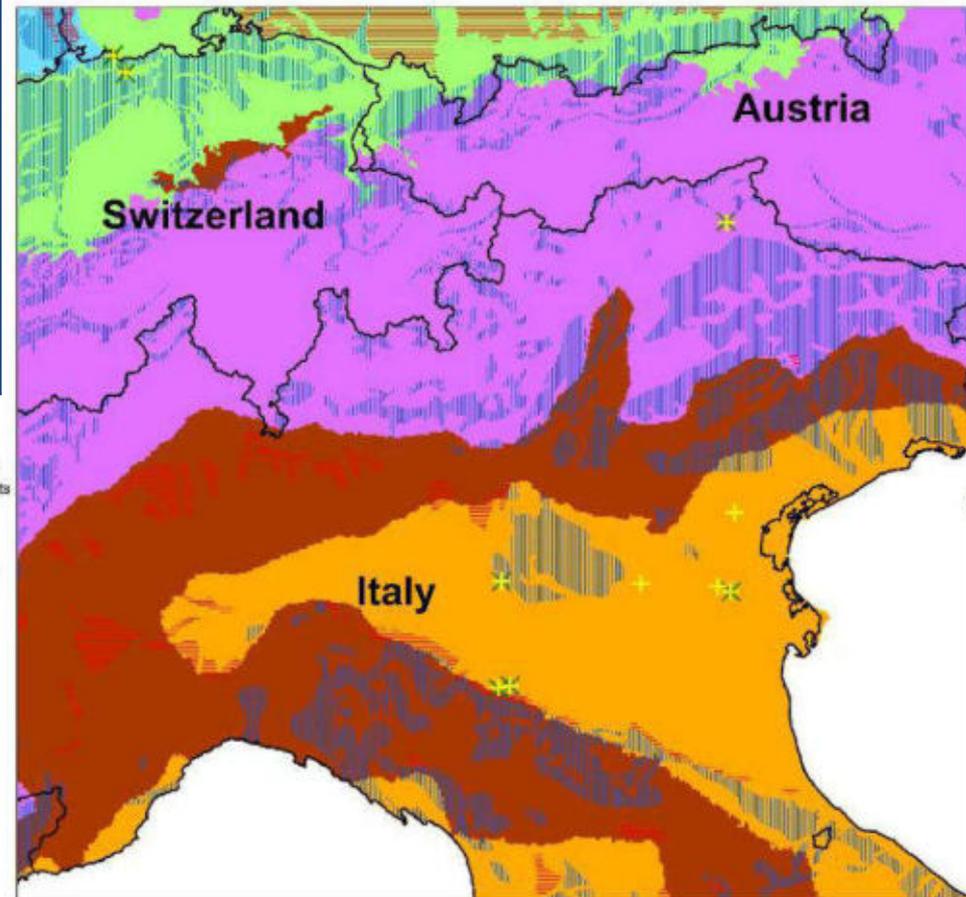
Bulk Density

In  
collaborazione  
con

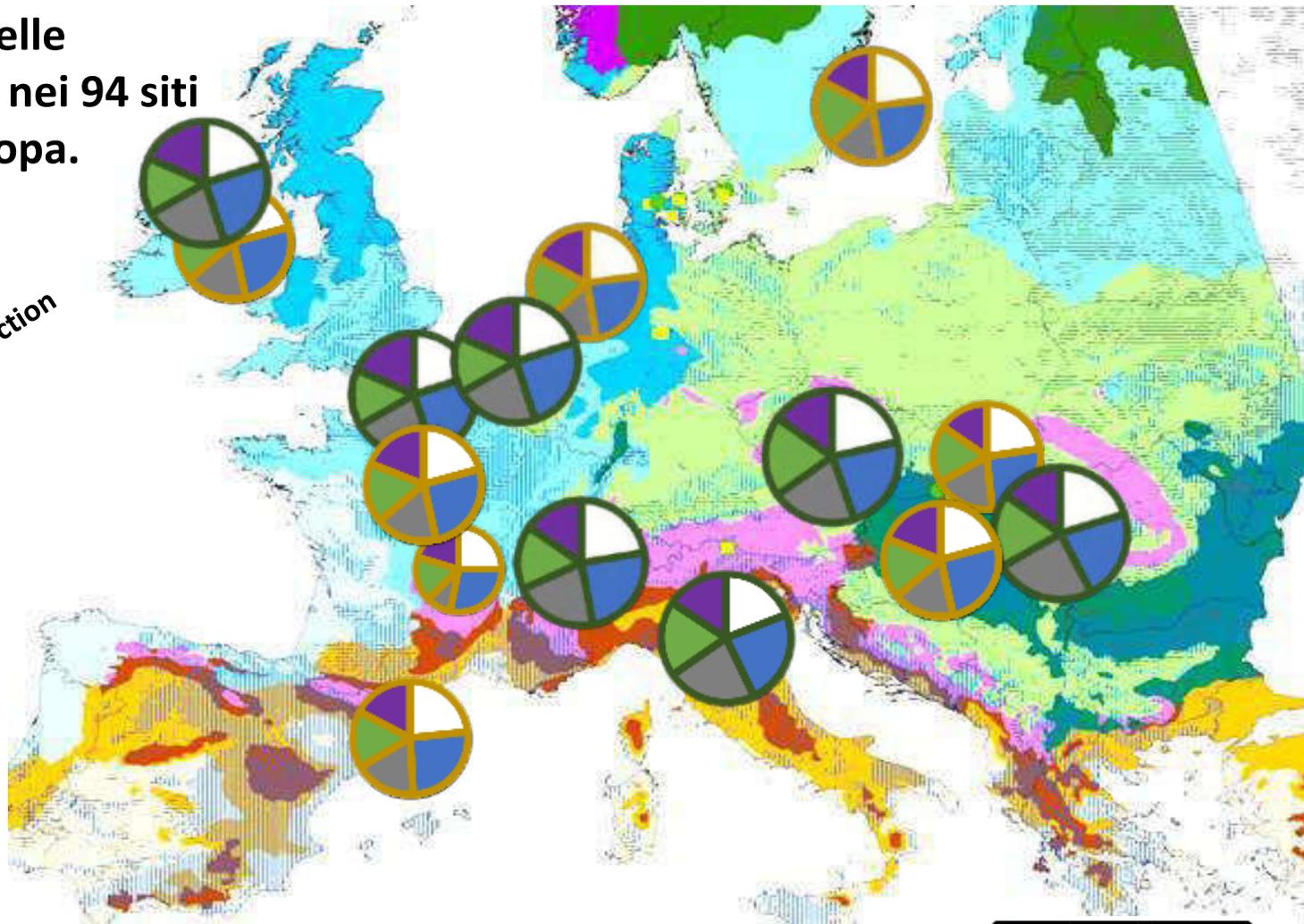
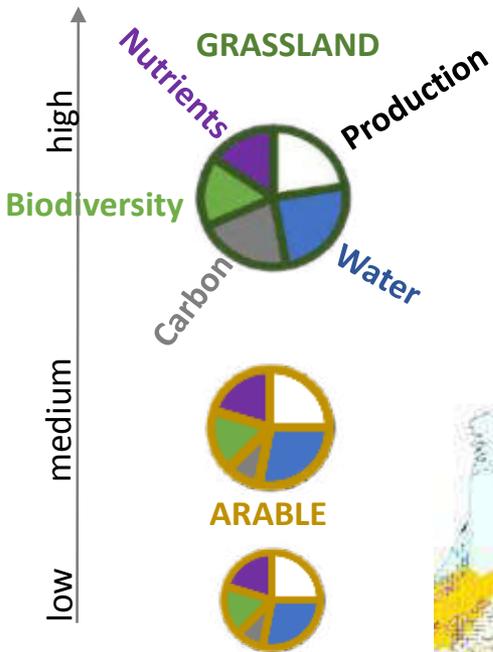


# UN OCCHIO AI SITI IN ITALIA

Land Use	Soil	Climatic zone	N sites	OC (%)	N nematodes /100gr soil	N earthworms /m2
cereal	Argic	Alpine south	1	2.07	1473.381	17
grassland		1	2.42	3629.503	29	
cereal	Argic	Mediterranean north	2	1.875	1358.911	38
grassland			2	2.88	2424.168	93
cereal	Calcic		4	2.0075	939.1434	11
grassland			2	3.22	862.4629	48
cereal	Cambic		1	1.96	3313.818	6



# Quantificazione delle funzioni del suolo nei 94 siti campionati in Europa.



Test del Soil navigator DSS con i dati raccolti per quantificare le funzioni ecosistemiche



# IL SOIL NAVIGATOR

The screenshot shows the SOIL NAVIGATOR web application interface. The top navigation bar is green and contains the text "SOIL NAVIGATOR" and a hamburger menu icon. On the right side of the top bar, there are flags for Germany, Denmark, United Kingdom, France, and Italy. Below the top bar, there is a breadcrumb trail "Home / navigator". A left sidebar menu contains the following items: "Pagina iniziale", "Navigator", "Inserimento", "Ottimizzazione", "Ricostruzione", and "Archivio". The main content area is titled "Scenario" and contains a text input field for "Inserire il nome dello scenario". Below this, there is a section titled "INSERIMENTO DATI" with a sub-header "AGROECOSISTEMA" and "PAGE 1 / 1". A grey box contains the text: "L'inserimento nei campi sotto riportati è obbligatorio a meno che non si selezioni la selezione di opzioni per l'inserimento in altri campi. Pertanto, ogni cambiamento determinerà l'eliminazione di valori inseriti in precedenza". Below this, there are three form fields: "Stato" with a dropdown menu showing "- Selezione -", "Zona climatica" with a dropdown menu showing "- Selezione -", and "Tipo di suolo" with radio buttons for "Seminativo" and "Praterie". On the right side of the interface, there are several buttons: "Approfondisci", "Accesso soil functions", "Salva", and "Salva Al Nuovo".

Visit [www.soilnavigator.eu](http://www.soilnavigator.eu)



# IL SOIL NAVIGATOR

SOIL NAVIGATOR

Home / navigator

Pagina iniziale  
Navigatore  
Inserimento  
Ottimizzazione  
Ricostruzione  
Archivio

INserIMENTO DATI

AMBIENTE

Clima

Precipitazioni annuali  <300 mm

Precipitazioni nel primo mese di germinazione  <30 mm  >30 mm

Precipitazioni da Ottobre a Febbraio  <300 mm  300-500 mm  >500 mm

Precipitazioni da Marzo a Agosto  <300 mm  300-500 mm  >500 mm

Temperatura media annuale  6-9 °C

Temperatura media del primo mese di germinazione  <5 °C  >5 °C

Numero di giorni con temperatura superiore a 5°C  >210 giorni

Topografia

Altitudine  <200 mslm  200-400 mslm  >400 mslm

Pendenza  Piano (<2°)  Leggermente collinare (2-10°)  Collinare (>10°)

PAGE 3 / 4

Visit [www.soilnavigator.eu](http://www.soilnavigator.eu)

# IL SOIL NAVIGATOR

SOIL NAVIGATOR

Home / navigator

Pagina iniziale  
 Navigatore  
 Inserimento  
 Ottimizzazione  
 Riecoconto  
 Archive

INSERIMENTO DATI

AMBIENTE

Clima

INITIALLY ASSESSED AND DESIRED CAPACITY OF SOIL FUNCTIONS

Produttività primaria    Depurazione e regolazione delle acque    Fornitura di biodiversità funzionale e intrinseca    Fornitura Ciclo e approvvigionamento dai nutrienti    Sequestro e regolazione del carbonio

Initial and desired capacity

Capacity of soil functions

Produttività primaria

Desired

Importanza

Depurazione e regolazione delle acque

Initial

Flessibilità

Fornitura di biodiversità funzionale e intrinseca

Initial

Flessibilità

Fornitura Ciclo e approvvigionamento dei nutrienti

Initial

Flessibilità

Assessment of functional indicators

Produttività primaria

Condizioni ambientali  
 Condizioni del suolo  
 Sistema coltivato  
 Pratiche gestionali

Depurazione e regolazione delle acque

Riserva idrica  
 Drenaggio e infiltrazione di Azoto (N)  
 Dispersione perdite di P

Fornitura di biodiversità funzionale e intrinseca

Nutrienti

Topogra

PAGE 3 / 4

Visit [www.soilnavigator.eu](http://www.soilnavigator.eu)





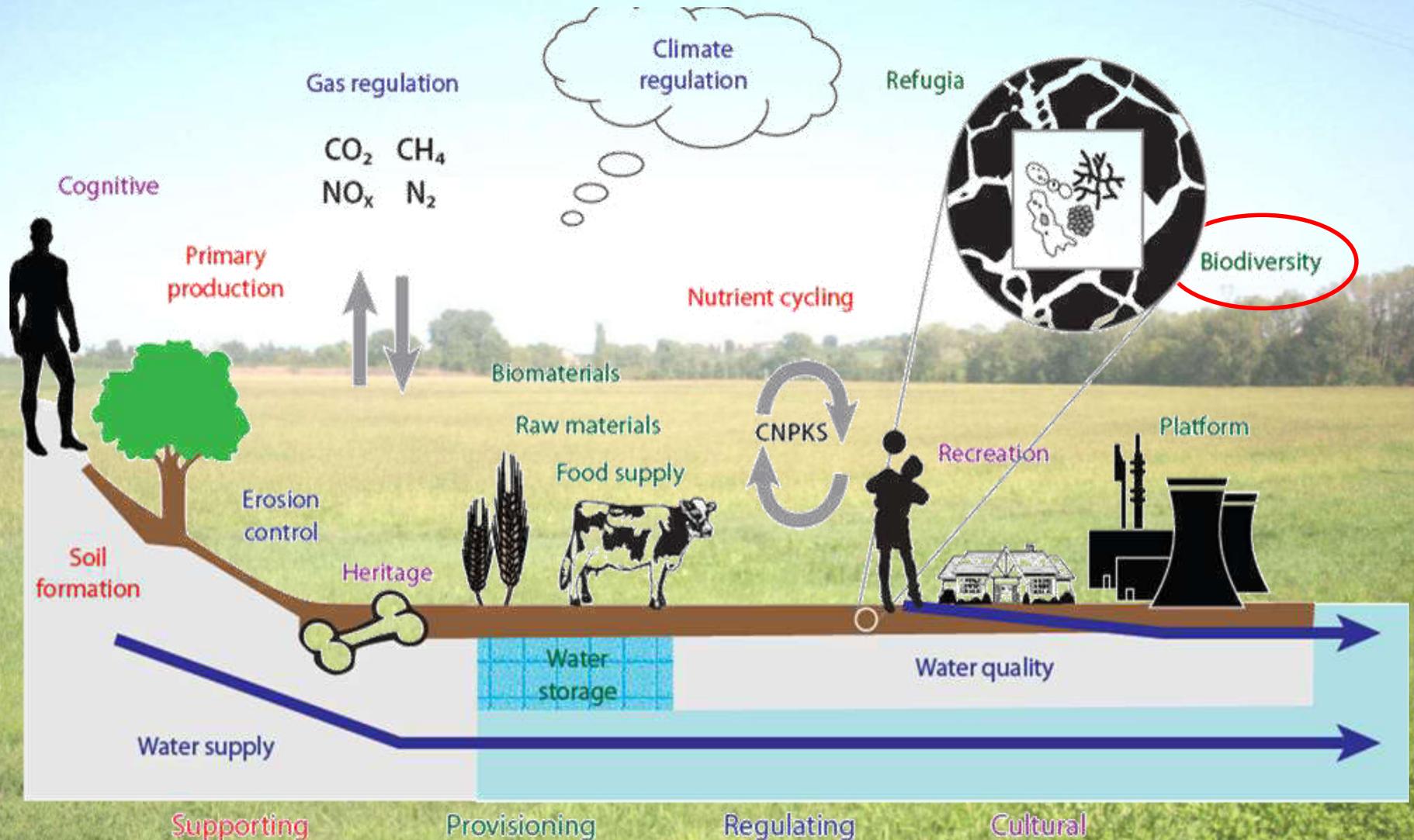
Dr Fabio Gatti (UNIPARMA), Lancio del Soil navigator, Wageningen, Agosto 2019



# Prati stabili: una importante risorsa di biodiversità



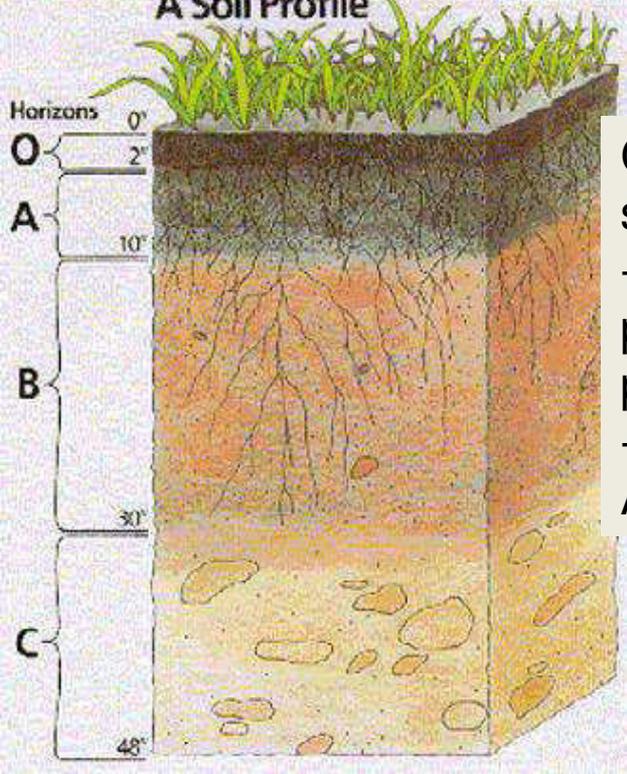
# SERVIZI ECOSISTEMICI attribuiti al suolo



*The role of soil biota in the supply of ecosystem services has become a key focus for soil science over the last few decades (FAO and ITPS, 2015), and soils and soil biodiversity in general have been receiving increasing attention.*

**FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture**

## A Soil Profile

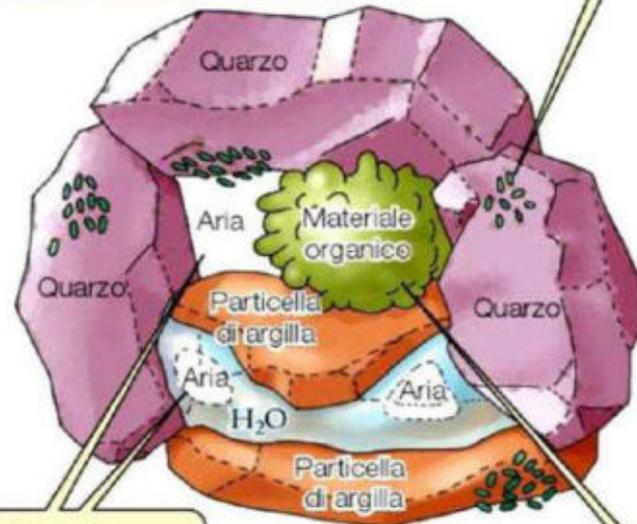


Componenti del suolo:

- 50 % SOLIDA: parte MINERALE e parte ORGANICA
- 50% CAVITA': 25 % ARIA, 25% ACQUA

Oltre alle particelle minerali, il suolo contiene anche argilla e quarzo.

Vi si trovano anche organismi viventi, come i batteri.

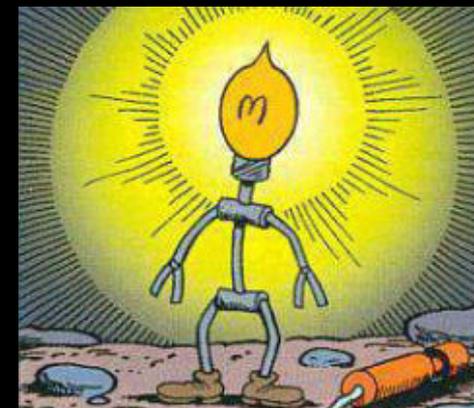


Le cavità che si formano fra le particelle del suolo contengono aria e acqua.

Il suolo contiene inoltre materia organica di derivazione vegetale, animale e fungina.



Nel suolo manca la luce!



**SOIL BIODIVERSITY** as 'the multitude of **soil organisms and processes**, interacting in an ecosystem, providing society with a rich biodiversity source and contributing to a habitat for above ground organisms'  
Van Leeuwen et al., 2019

**SOIL BIODIVERSITY PROVIDES ECOSYSTEM SERVICES**



Wall D.H.

# Il suolo è uno tra gli habitat più ricchi di biodiversità del pianeta Terra

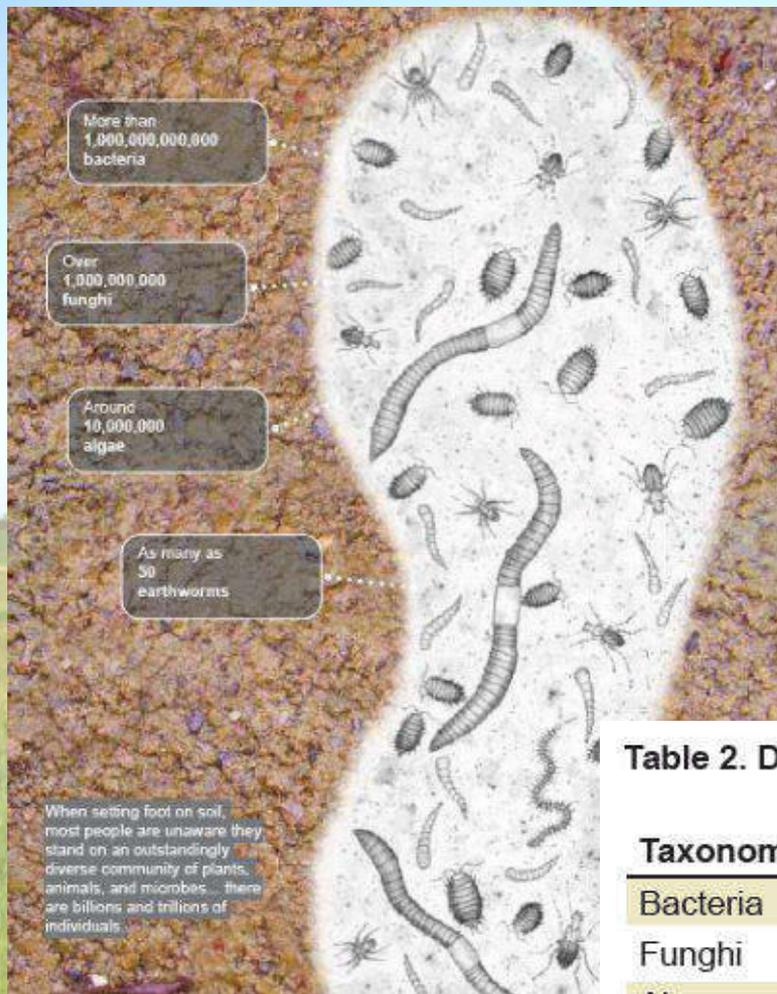


Table 2. Dimensions of biodiversity under a footprint.<sup>5</sup>

Taxonomic group	Number of individuals	Biomass (g/m <sup>2</sup> )
Bacteria	10 <sup>12</sup> - 10 <sup>14</sup>	100 - 700
Funghi	10 <sup>9</sup> - 10 <sup>12</sup>	100 - 500
Algae	10 <sup>6</sup> - 10 <sup>9</sup>	20 - 150
Protozoa	10 <sup>7</sup> - 10 <sup>9</sup>	6 - 30
Nematodes	10 <sup>4</sup> - 10 <sup>6</sup>	5 - 50
Mites	2 · 10 <sup>2</sup> - 4 · 10 <sup>3</sup>	0.2 - 4
Springtails	2 · 10 <sup>2</sup> - 4 · 10 <sup>3</sup>	0.2 - 4
Insect larvae	up to 50	< 4.5
Diplopoda	up to 70	0.5 - 12.5
Earthworms	up to 50	30 - 200

# Interazioni microbiche nella rizosfera

**Rizosfera:** area di contatto tra il suolo e l'apparato radicale

## 1) PIANTA-MICRORGANISMI

Fitostimolazione

Rilascio di nutrienti

Rizodeposizione

Micorrize

## 2) SUOLO-BATTERI

Produzione di nutrienti (N)

Ciclo dei nutrienti (C, N, P)

Stabilizzazione del suolo

## 3) ALTRI ORGANISMI-MICROFLORA

Biocontrollo di funghi, nematodi, artropodi, batteri

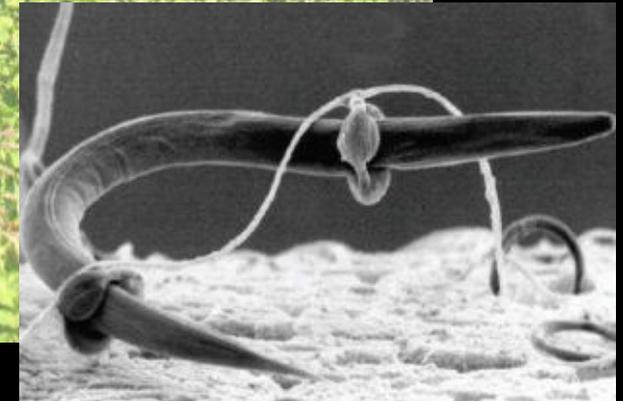
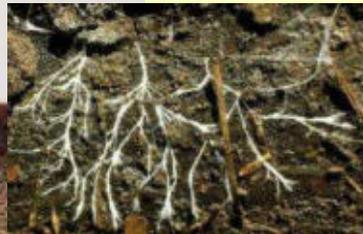
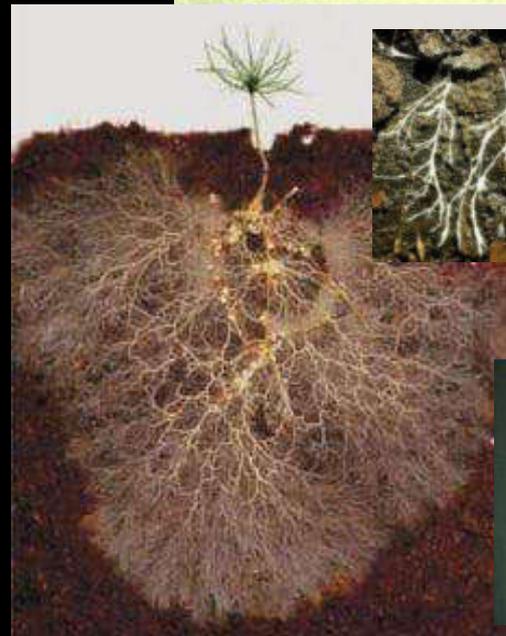
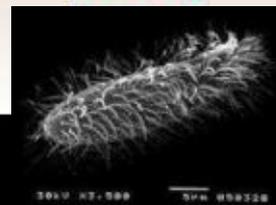
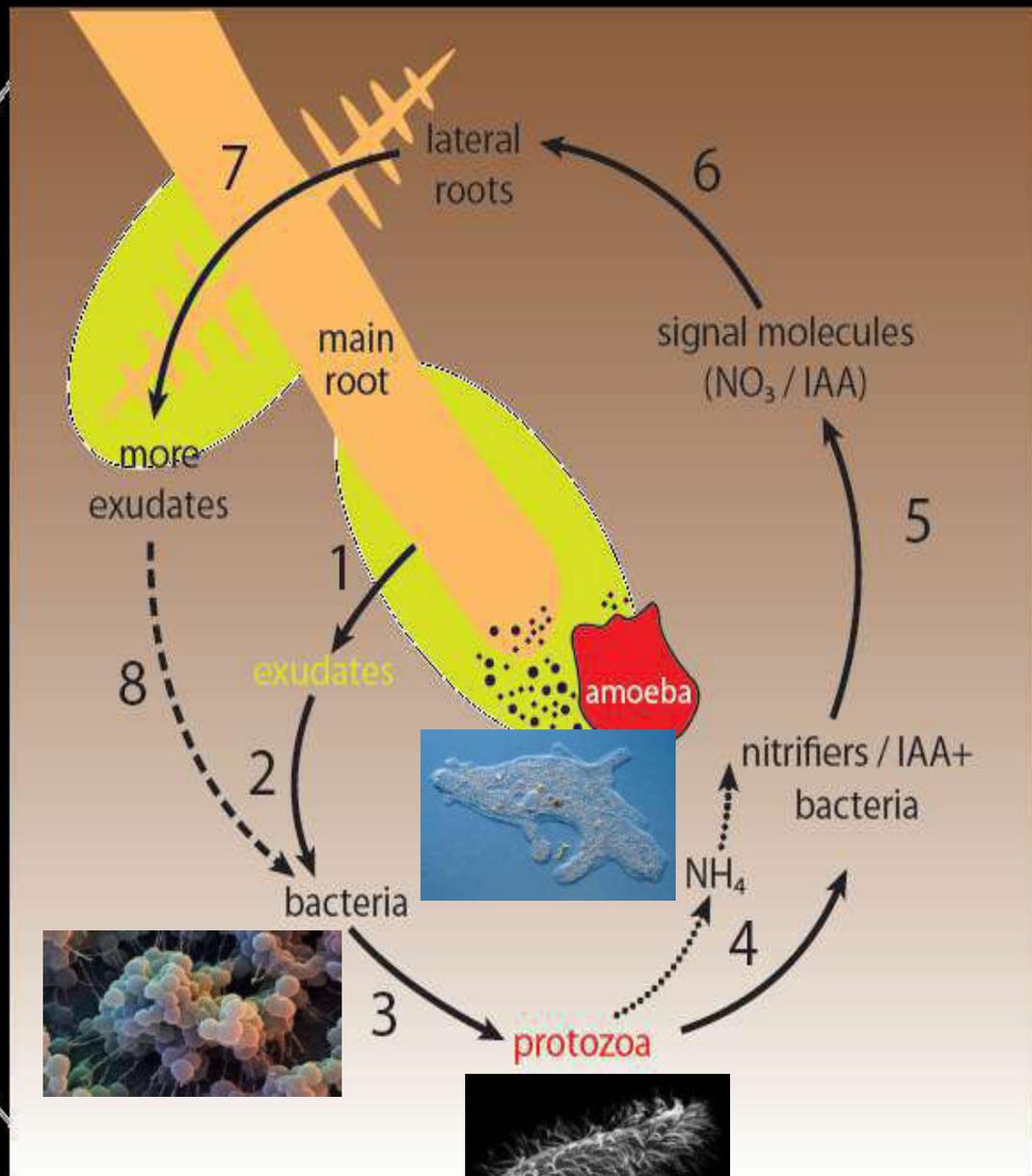
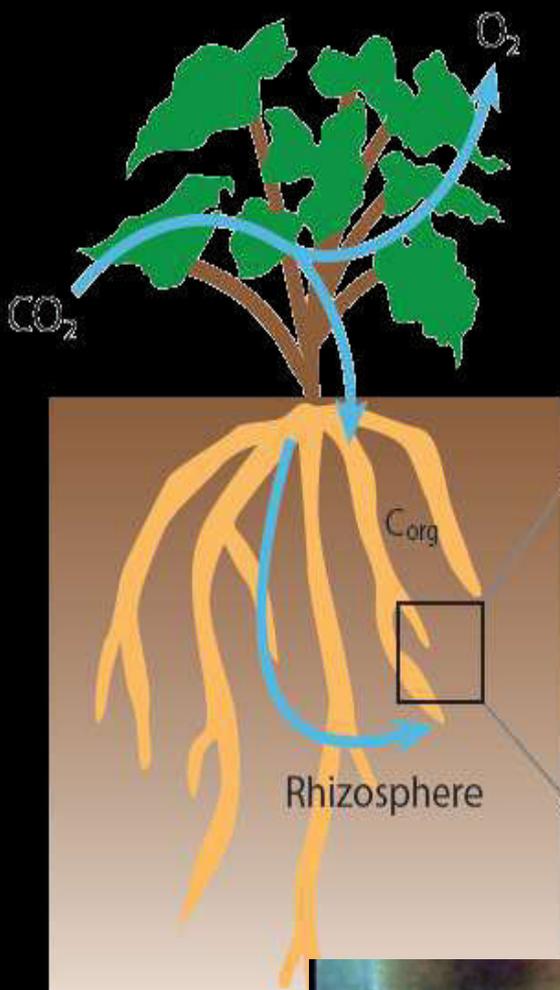


Fig. IIIJ: In the above image the fungal mycelium which forms the mycorrhizal association with the plant roots are clearly visible. The white growth is almost all fungi and not plant roots as it may first appear. (PDI)

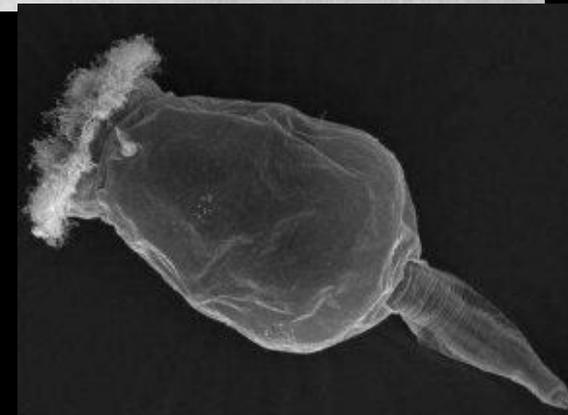
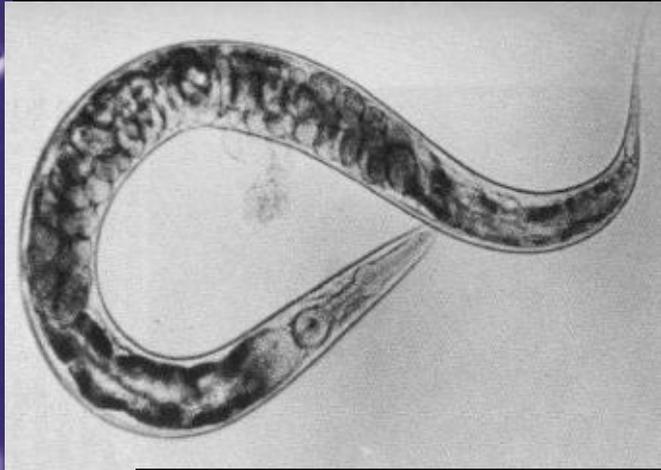


2010 07.000 000 000000

## MICROFAUNA (<0,2 mm)

**Protozoi** (10 milioni di Amebe per mq, 1 milione di Ciliati per g di suolo; 3 g di protozoi per mq di prato; 20 g per mq di suolo forestale)

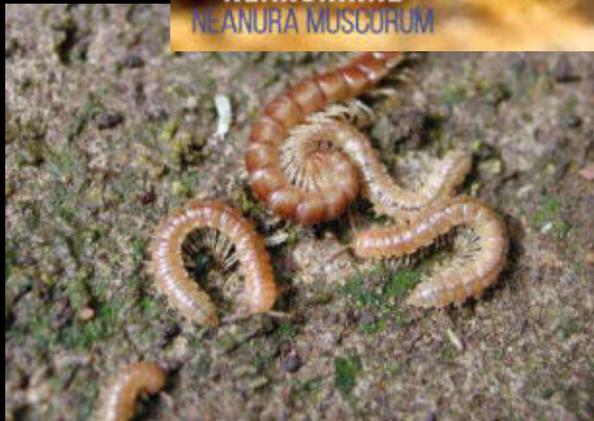
**Nematodi** (10 milioni per mq in prati, 30 milioni per mq in suoli di foresta; 1 grammo per mq)



**Tardigradi** (da 50 a 500 per mq)

**Rotiferi**

# MESOFAUNA (0,2-10 mm)



# MACROFAUNA (> 10 mm)



# PERMANENZA - RAPPORTI



Temporary inactive geophiles

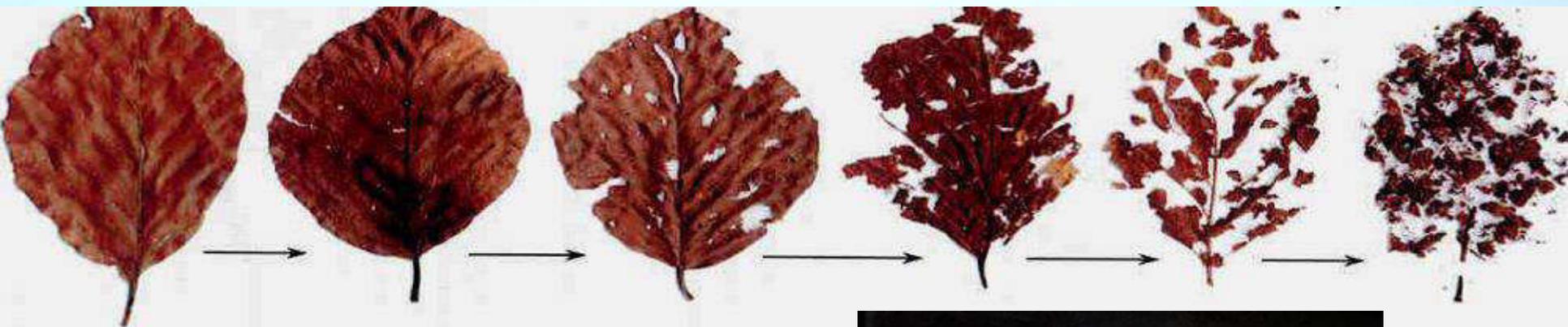
Temporary active geophiles

Periodical geophiles

Geobionts

# RUOLO DEGLI INVERTEBRATI EDAFICI

## Triturazione e demolizione della sostanza organica fresca

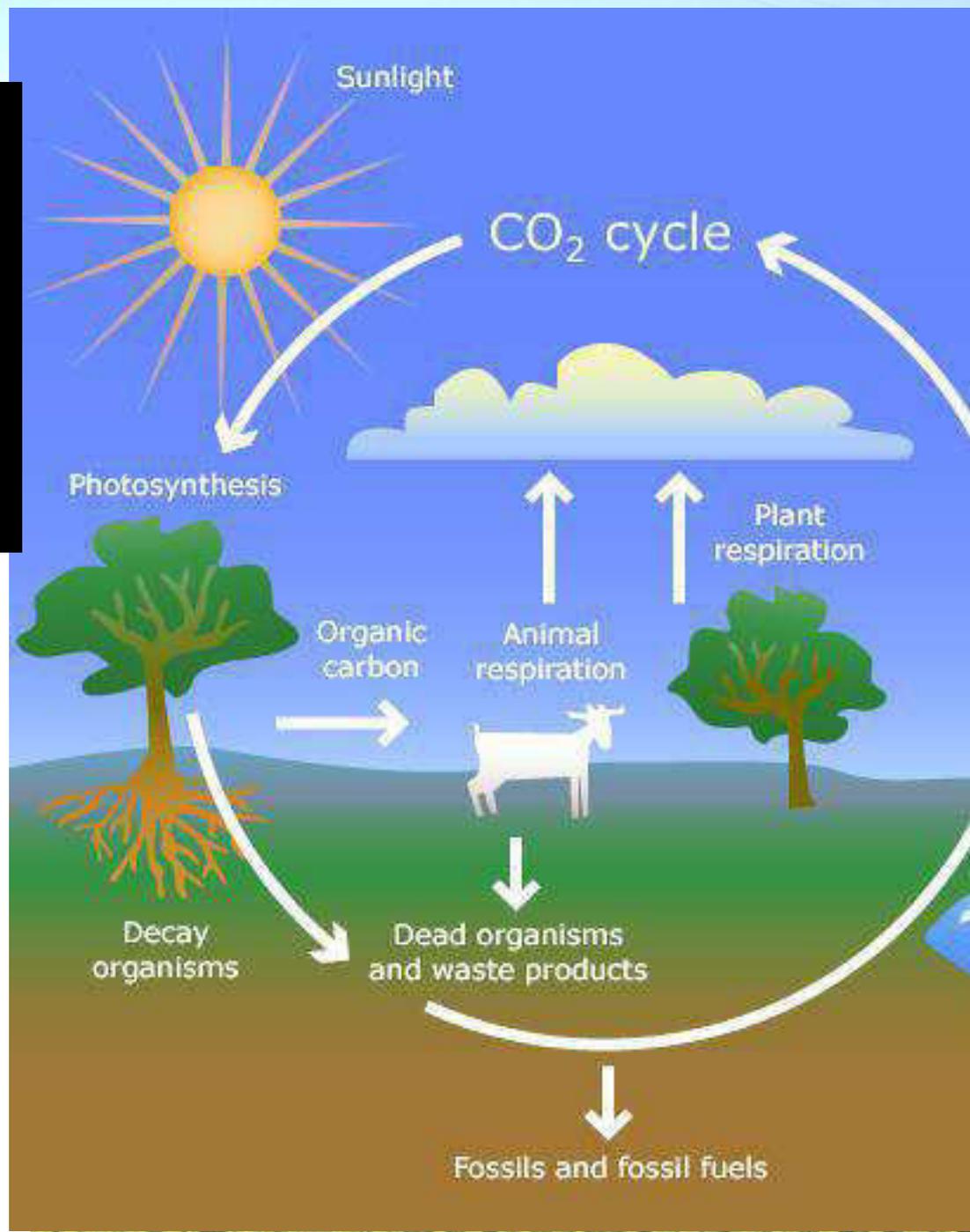
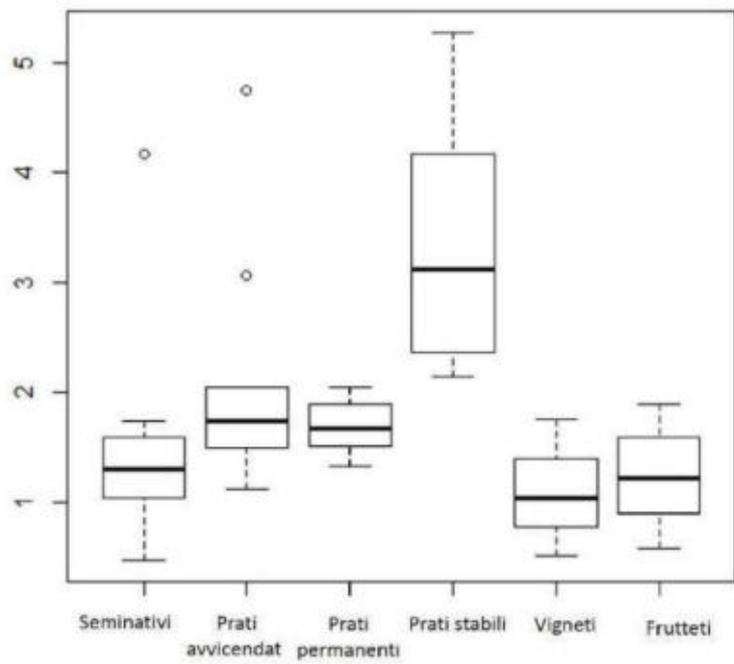


Dalla decomposizione di vegetali, animali e microrganismi deriva sostanza organica (humus) che, oltre a contribuire enormemente alla fertilità naturale del suolo aiuta a limitare le emissioni di  $\text{CO}_2$  in atmosfera



Esistono dei serbatoi attorno a noi che “immagazzinano” il carbonio impedendo che si disperda in atmosfera, alcuni di questi sono naturali, come il suolo o le piante ...

**I PRATI STABILI SONO IMPORTANTISSIMI SERBATOI DI CARBONIO**



# Bioturbazione

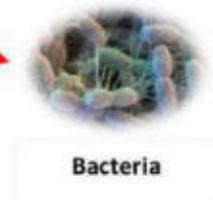
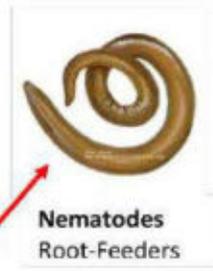
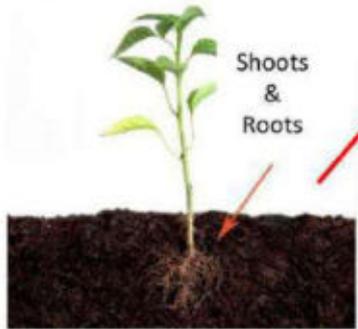
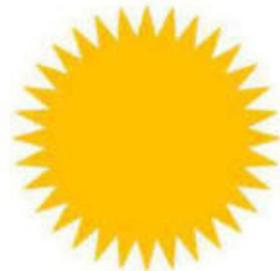


## Biological process

## Earthworm ecotype

	Epigeic	Endogeic	Anecic
Aggregation at the soil surface	high	low	high
Aggregation within the soil profile	low	high	low
Formation of biopores	low	high	high
Decomposition - surface residues	high	low	high
Decomposition - subsurface residues	low	high	low
Carbon sequestration	low	high	low
Nutrient mineralisation	high	high	high
Nutrient loss	low	low	high
Microbial activity	high	high	high
Primary production	low	high	high

# The Soil Food Web



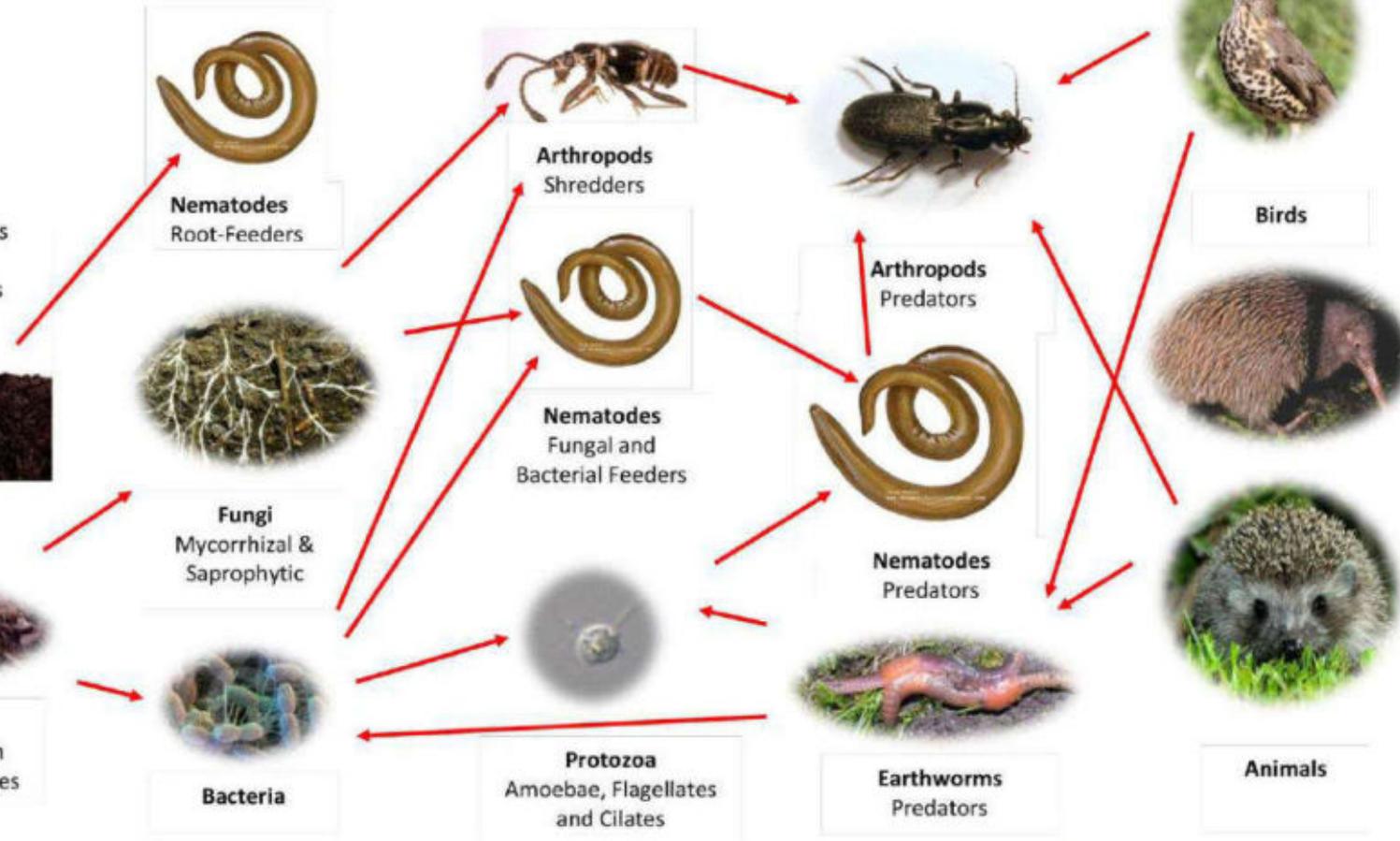
**First Trophic Level:**  
Photosynthesizers

**Second Trophic Level:**  
Decomposing Mutualists  
Pathogens, Parasites  
Root-Feeders

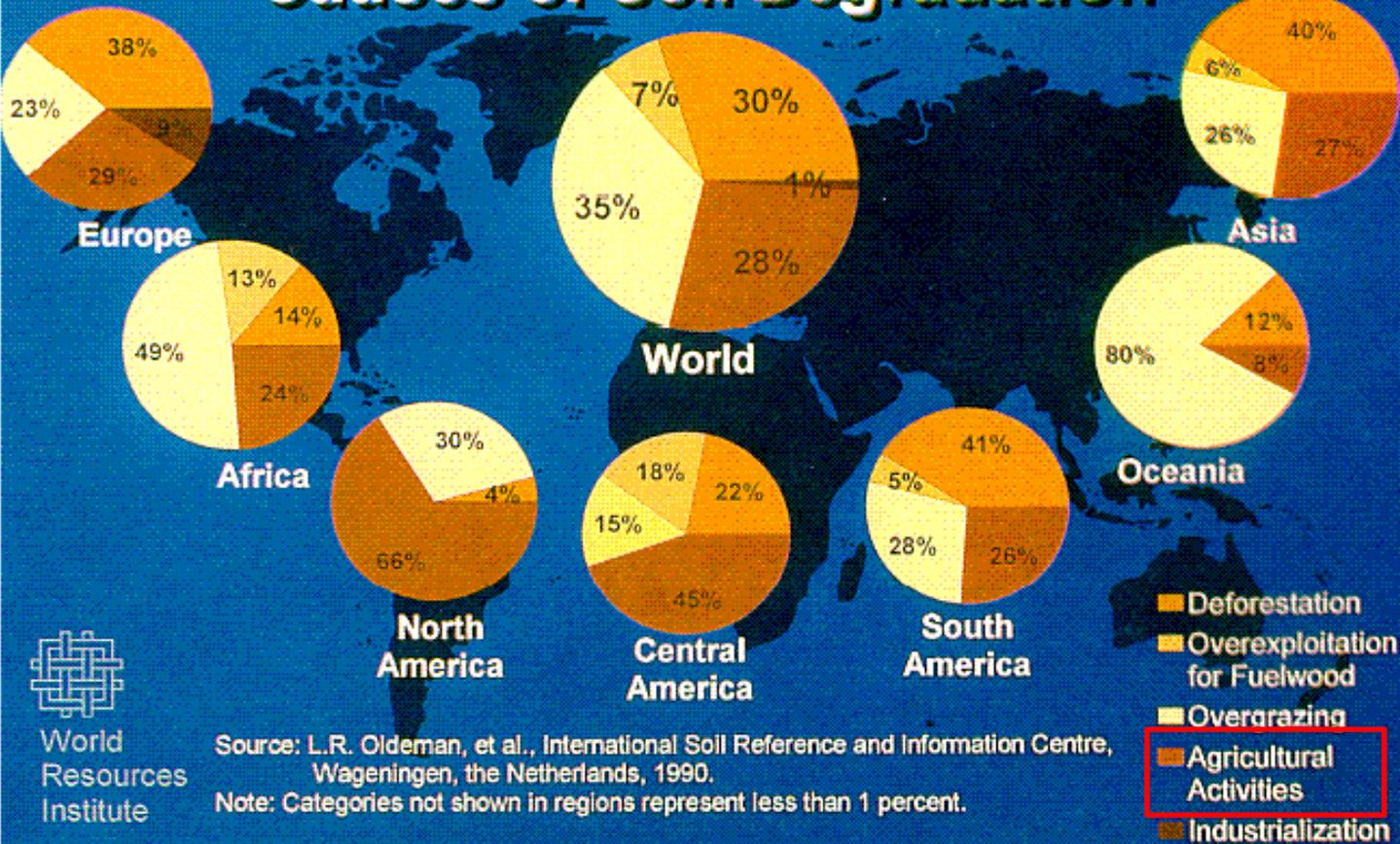
**Third Trophic Level:**  
Shredders  
Predators  
Grazers

**Fourth Trophic Level:**  
Higher level predators.

**Fifth & Higher Trophic Level:**  
Higher level predators.



# Causes of Soil Degradation



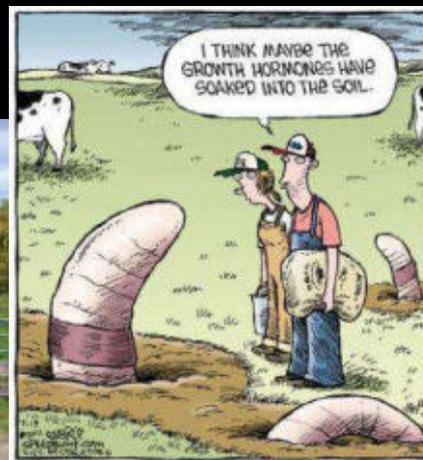
World Resources Institute

Source: L.R. Oldeman, et al., International Soil Reference and Information Centre, Wageningen, the Netherlands, 1990.  
 Note: Categories not shown in regions represent less than 1 percent.



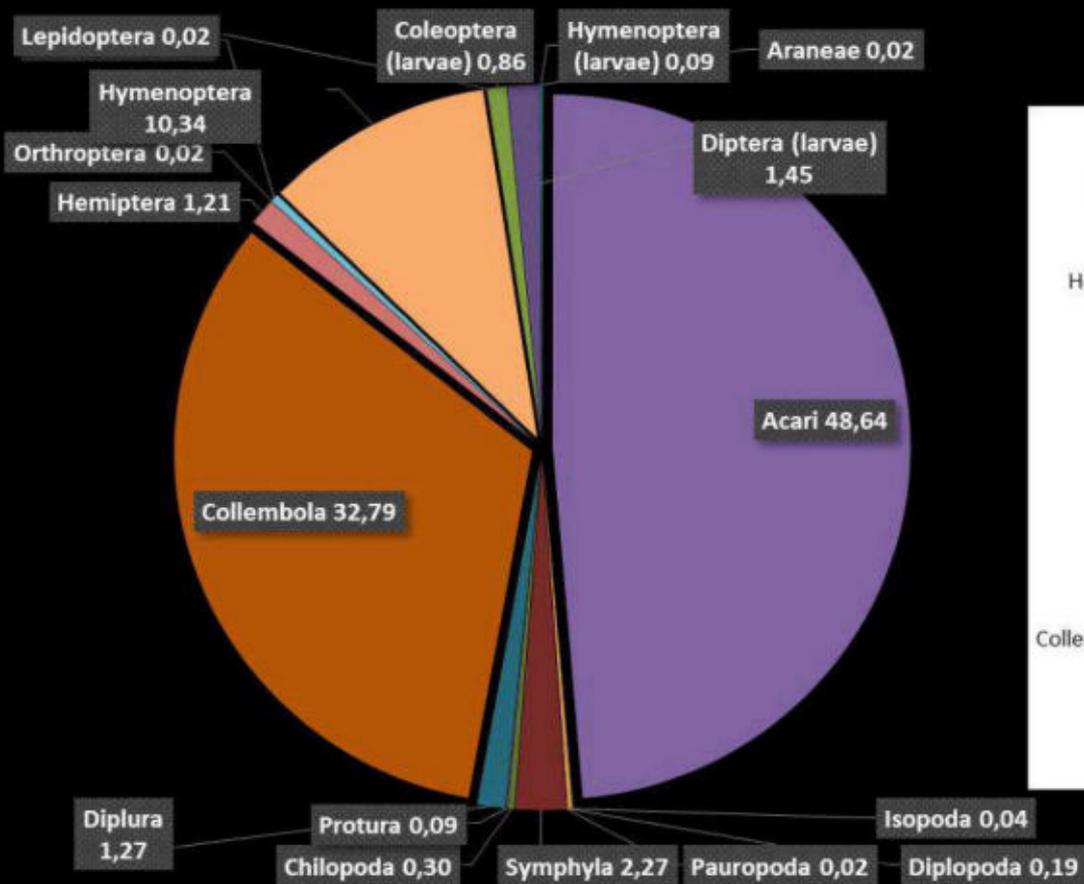
# L'integrità della biodiversità del suolo è fortemente influenzata dalle pratiche agricole

- Trattamento con residui organici
- Avvicendamenti
- Applicazione di pesticidi, fertilizzanti, compost, fanghi
- Drenaggio e irrigazione
- Traffico veicolare

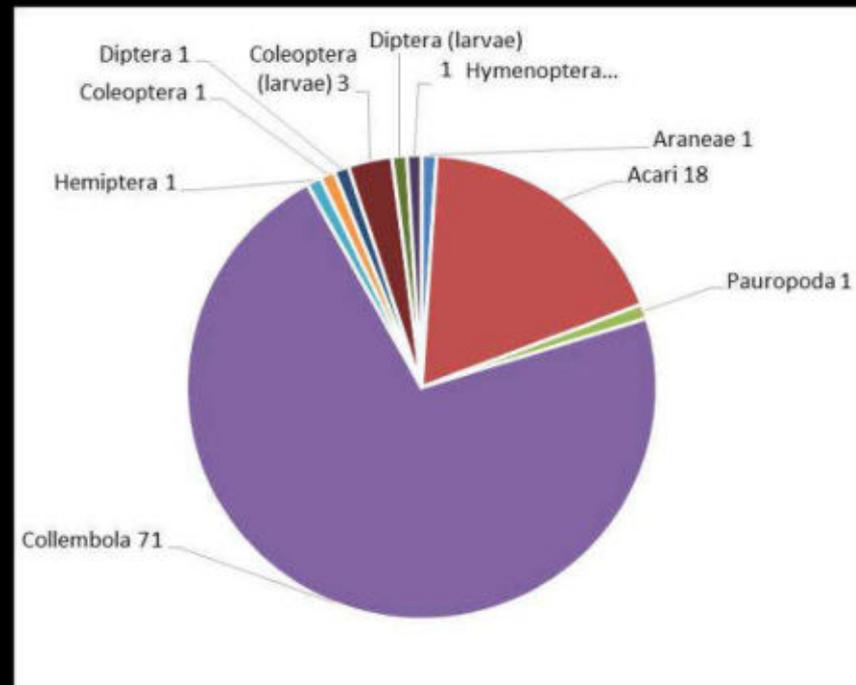


# Composizione media della comunità di microartropodi

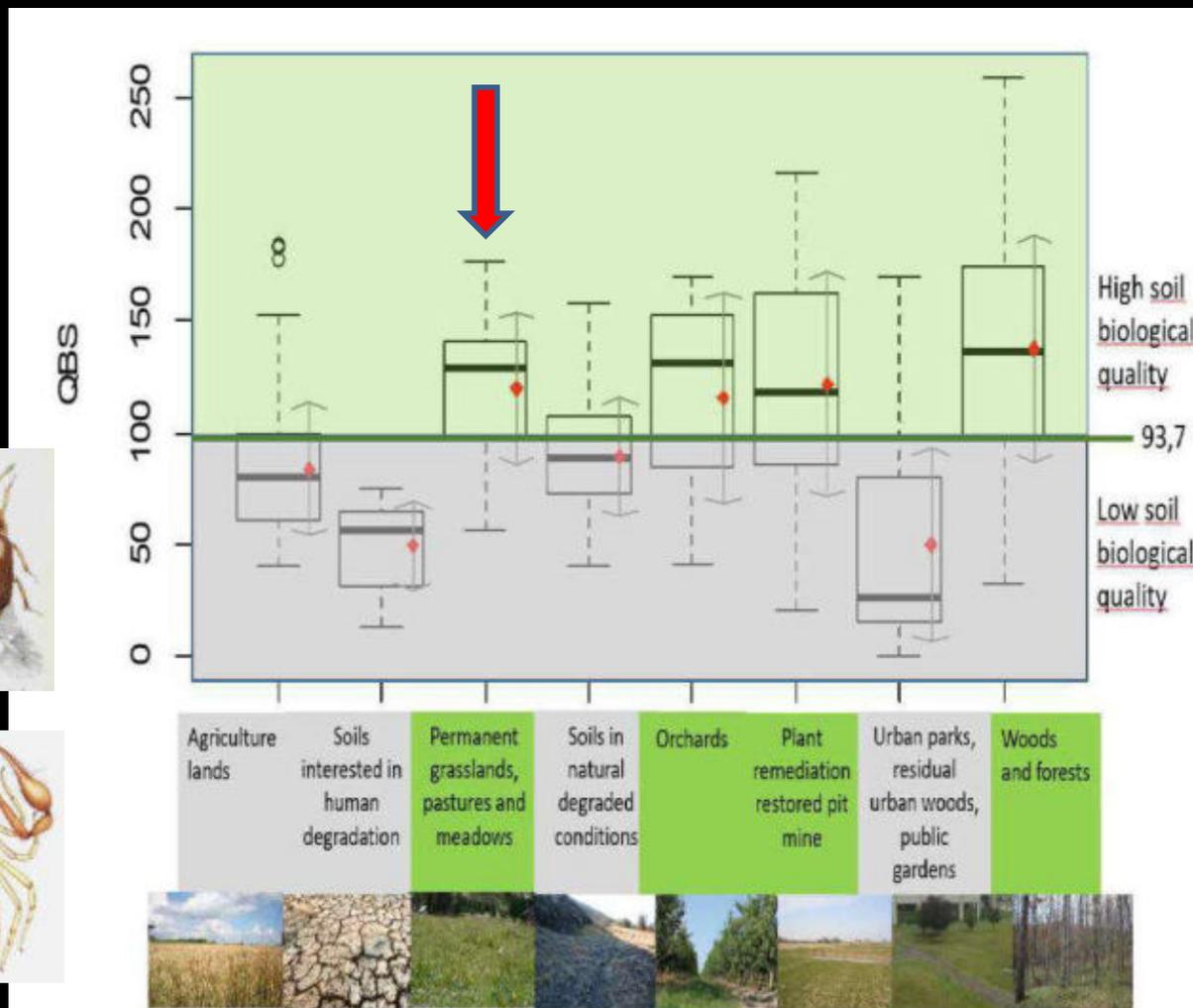
Prato polifita permanente



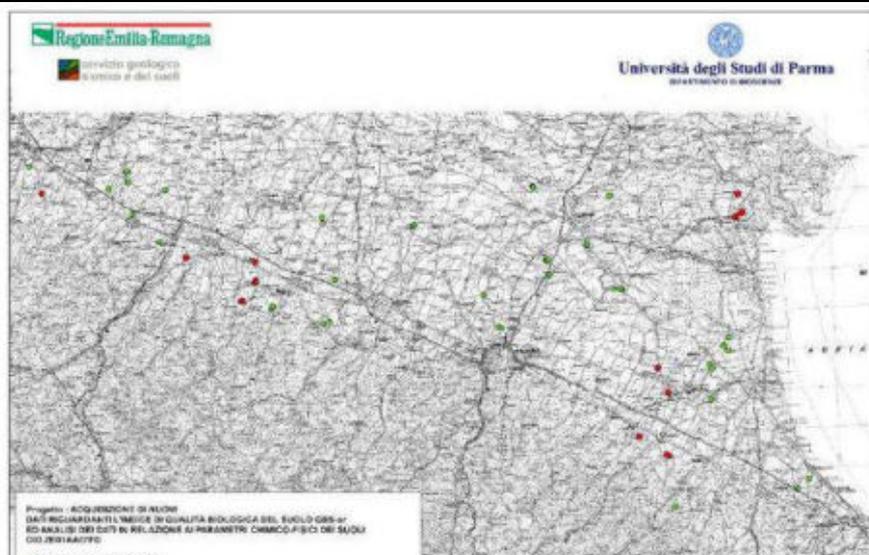
Seminativi



Gruppo	EMI
Proturi	20
Dipluri	20
Collemboli	1-20.
Microcoryphia	10
Zygentomata	10
Dermatteri	1
Ortotteri	1-20.
Embiotteri	10
Blattari	5
Psocotteri	1
Emitteri	1-10.
Tisanotteri	1
Coleotteri	1-20.
Imenotteri	1-5.
Ditteri (larva)	10
Altri olometaboli (larva)	10
Altri olometaboli (adulti)	1
Pseudoscorpioni	20
Palpigradi	20
Opilioni	10
Araneidi	1-5.
Acari	20
Isopodi	10
Diplopodi	10-20.
Paupodi	20
Sinfili	20
Chilopodi	10-20.

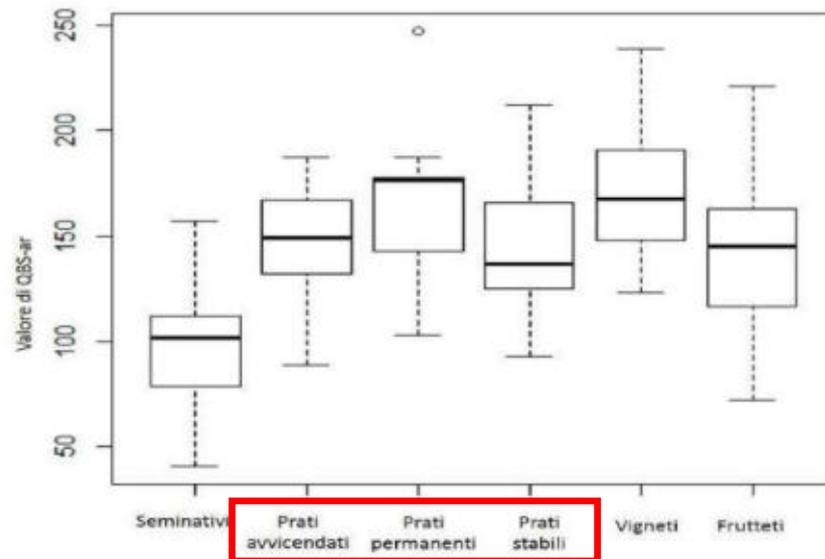


# Emilia - Romagna



Dal 2015 ad oggi: oltre 60 siti agricoli: Piacenza, Parma, Reggio Emilia, Modena, Bologna, Ferrara, Ravenna, Forlì-Cesena province

Campionamenti: primavera e autunno



Soil Use	Number of sites	Croptypes	Practices
Arable Land	15	Wheat, Sorghum, Barley, Maize	Conventional Tillage, No-till, Subirrigation
Grassland	8	Alfalfa or polyphita	Rotation meadow (< 5 years)
	5	Polyphita	Permanent meadow (5-30 years)
	2	Polyphita	Stable meadow (> 30 years)
Orchard	9	Pear, Peachtrees	Integrated, Organic and Traditional farming
Vineyard	4	Grapes	Integrated, Traditional farming

We can't breathe, eat, drink, or be healthy  
without sustainably managing soils.

*Wall & Six, Science, 2015*



*Grazie per l'attenzione!*  
E-mail: [cristina.menta@unipr.it](mailto:cristina.menta@unipr.it)