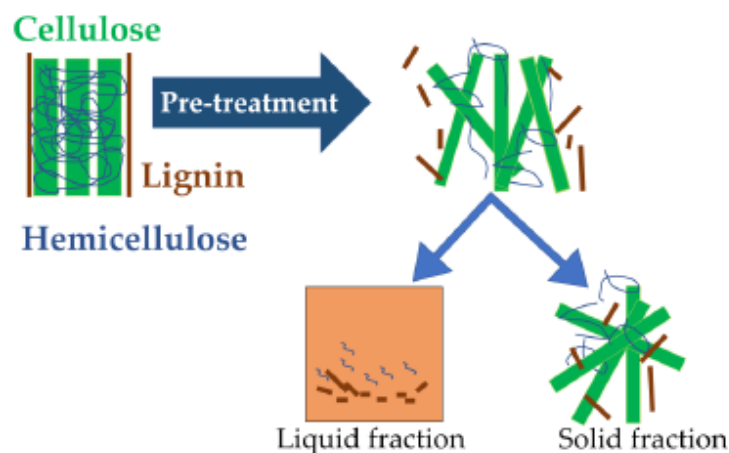


Sviluppo della filiera delle biomasse solide agroforestali

Enrico Ceotto CREA – Centro di ricerca Zootecnia e Acquacoltura



- Le biomasse lignocellulosiche comprendono una vasta tipologia di prodotti e di scarti, ottenibili da colture dedicate (erbacee ed arboree), da residui colturali, da scarti di lavorazione del legno, e dalla manutenzione del verde urbano;
- Come tratto distintivo dette biomasse sono costituite da polimeri di carboidrati (emicellulosa e cellulosa) e da polimeri aromatici (la lignina); I polimeri di carboidrati sono legati in maniera molto stretta alla lignina;
- L'efficienza con la quale dette biomasse vengono convertite in vettori energetici (elettricità, metano, idrogeno, etanolo) è oggetto di viva attività da parte della comunità scientifica;



**Progetti finanziati dal
Ministero sulle
biomasse
lignocellulosiche ad uso
energetico**

- TISEN (2002-2005)
- Bioenergie (2005-2008)
- BIOSEA (2010-2014)
- SUSCACE (2008-2022)
- FAESI (2009-2022)
- **AGROENER (2016-2023)**

- La continuità del filone di ricerca si è rivelata fondamentale per la produzione di articoli scientifici di pregio.

Strategia agronomica per ottimizzare le produzioni di biomassa e metano dell'Arundo

Enrico Ceotto CREA - Centro di ricerca Zootecnia e Acquacoltura



Perchè l'Arundo?

❑ **Punti di forza:**

- Elevatissima produttività
- Sequestro di carbonio nel suolo
- Efficiente uso dell'azoto da reflui zootecnici
- Spazzino di nitrati nel suolo
- Non richiede pesticidi
- Non richiede irrigazione

❖ **Adatta a terreni marginali**

❑ **Punti deboli:**

- contenuto di ceneri 5%-10%
- contenuto di lignina 10%



Perchè abbiamo fatto questa ricerca?

Domanda di ricerca:

➤ Il revisore scientifico di un articolo del 2013:

dovreste individuare una strategia di raccolta utile a “ringiovanire” il tasso di crescita estivo della coltura;

Domanda proveniente dal mondo imprenditoriale:

➤ Un imprenditore del settore biogas è venuto a trovarmi a Bologna e mi ha rivolto le seguenti domande:

- *quanto produce la coltura se faccio un primo taglio a giugno ed un secondo a fine stagione?*
- *La produttività rimane costante negli anni consecutivi?*



Biomass and methane yield of giant reed (*Arundo donax* L.) as affected by single and double annual harvest

Enrico Ceotto¹  | Ciro Vasmara² | Rosa Marchetti² | Stefano Cianchetta¹ | Stefania Galletti¹

¹Research Centre for Agriculture and Environment, CREA - Council for Agricultural Research and Economics, Bologna, Italy

²Research Centre for Animal Production and Aquaculture, CREA - Council for Agricultural Research and Economics, S. Cesario sul Panaro (MO), Italy

Correspondence

Enrico Ceotto, CREA - Council for Agricultural Research and Economics, Research Centre for Agriculture and Environment, Via di Corticella 133, 40128 Bologna, Italy.
Email: enrico.ceotto@crea.gov.it

Funding information

MiPAAF. Grant/Award Number: 45642 and 26329

Abstract

The replacement of silage maize with giant reed as energy crop has been proposed as a mean for reducing the need of irrigation water as well as monetary and environmental costs of cultivation. Little is known about giant reed response to within-season harvesting, and its effect on the methane production in anaerobic digestion. The effect of three harvest schedules on yield, biomass composition and methane production of giant reed was evaluated at one site of the Po Valley, northern Italy, for three consecutive years. In a completely randomized block design with four replicates the treatments applied annually were: (i) double harvest 1: first cut at the end of June + second cut at the beginning of October (DH1); (ii) double harvest 2: first cut at the end of July + second cut at the beginning of October (DH2); (iii) single harvest at the beginning of October (SH). The crop stand was established in the year 2015 and treatments were repeatedly applied in the years 2016, 2017 and 2018. The SH treatment determined the highest average annual dry matter (DM) yield (59.0 Mg DM ha⁻¹). The DM yield for treatments with double harvest was significantly lower, that is, -30% for DH1 and -15% for DH2. In terms of specific methane yield there was little advantage in harvesting biomass twice during the growing season. The average specific methane yield varied substantially between years (i.e. from 144 to 233 ml CH₄ g⁻¹ VS), and in every year the values tended to decrease with the ageing of harvested biomass. Methane yield per hectare, however, was driven by DM yield, thus SH also determined the highest average value (9110 m³ CH₄-STP ha⁻¹). In conclusion, the single annual harvest at the end of the growing season is an ideal strategy for maximizing methane production from giant reed.

KEYWORDS

anaerobic digestion, *Arundo*, biogas, biomass composition, single and double harvest

1 | INTRODUCTION

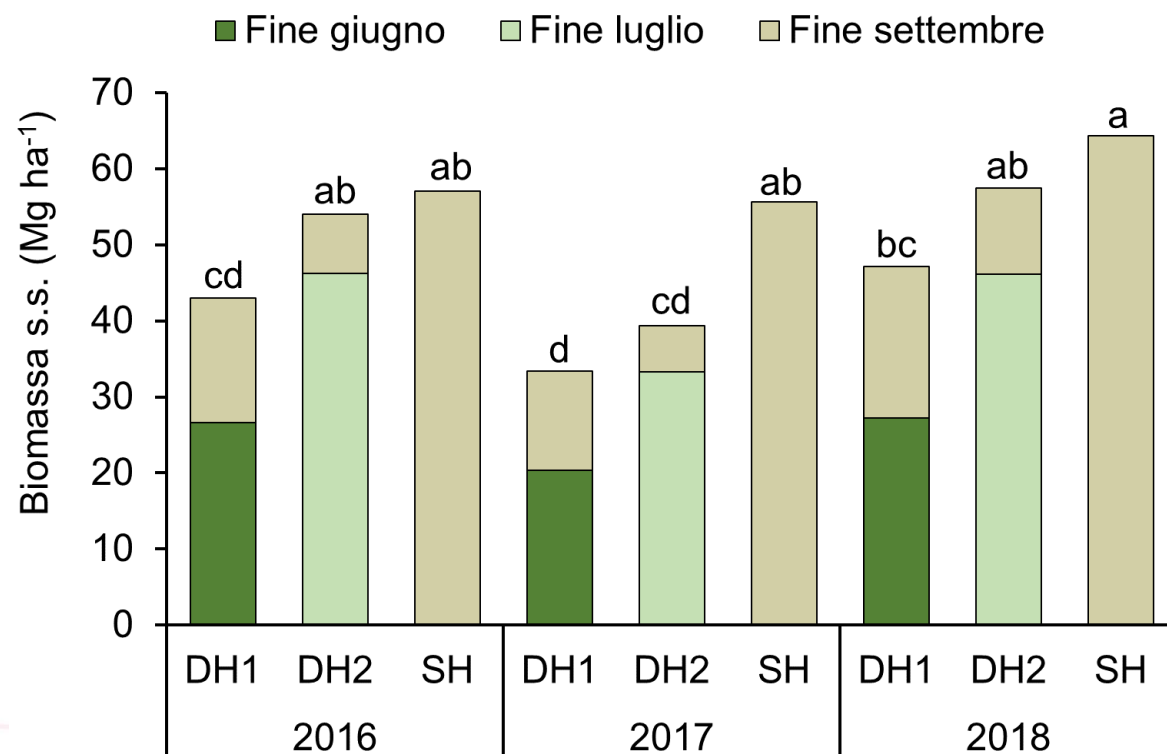
Over the last two decades, Italy has witnessed a substantial proliferation of biogas plants. Most of these plants are

concentrated in areas with intensive livestock activities and use silage maize (*Zea mays* L.) and/or livestock manure as feedstocks for the anaerobic digestion (AD; Carrosio, 2014). In such areas maize has been traditionally the prevalent crop,

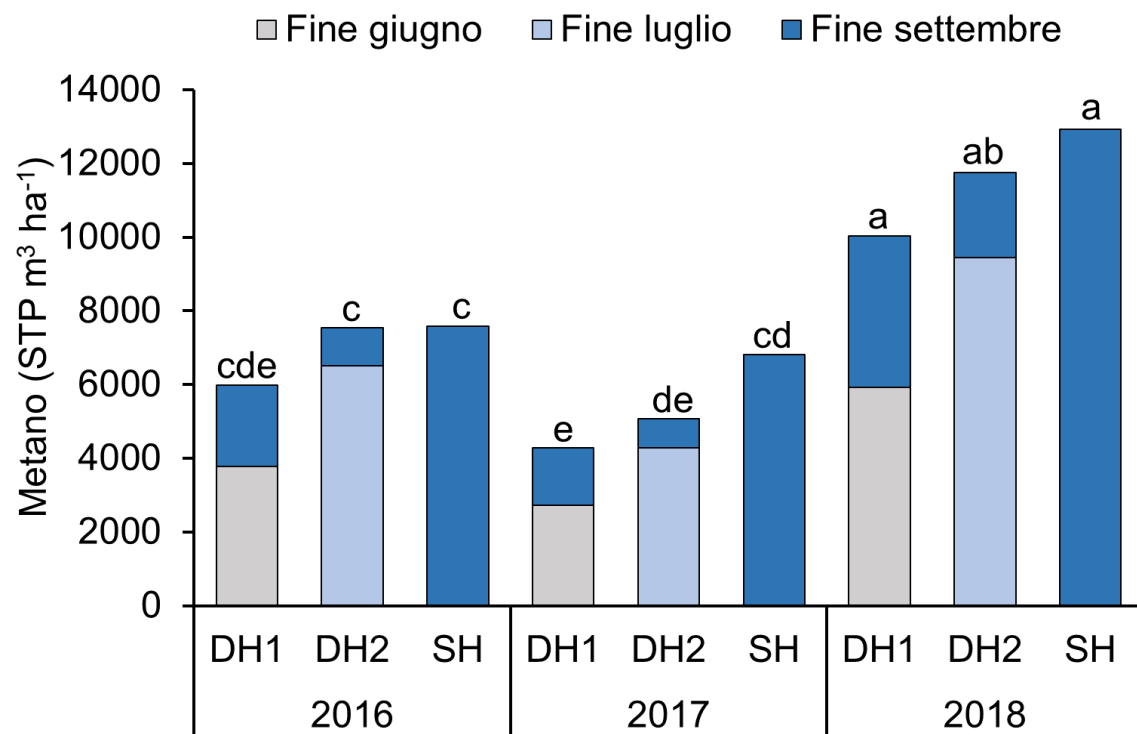
This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

© 2020 The Authors. *GCB Bioenergy* Published by John Wiley & Sons Ltd

Produzioni di biomassa per ettaro

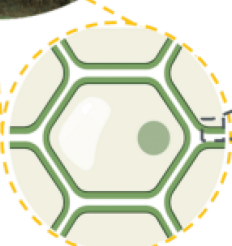


Produzioni di metano per ettaro

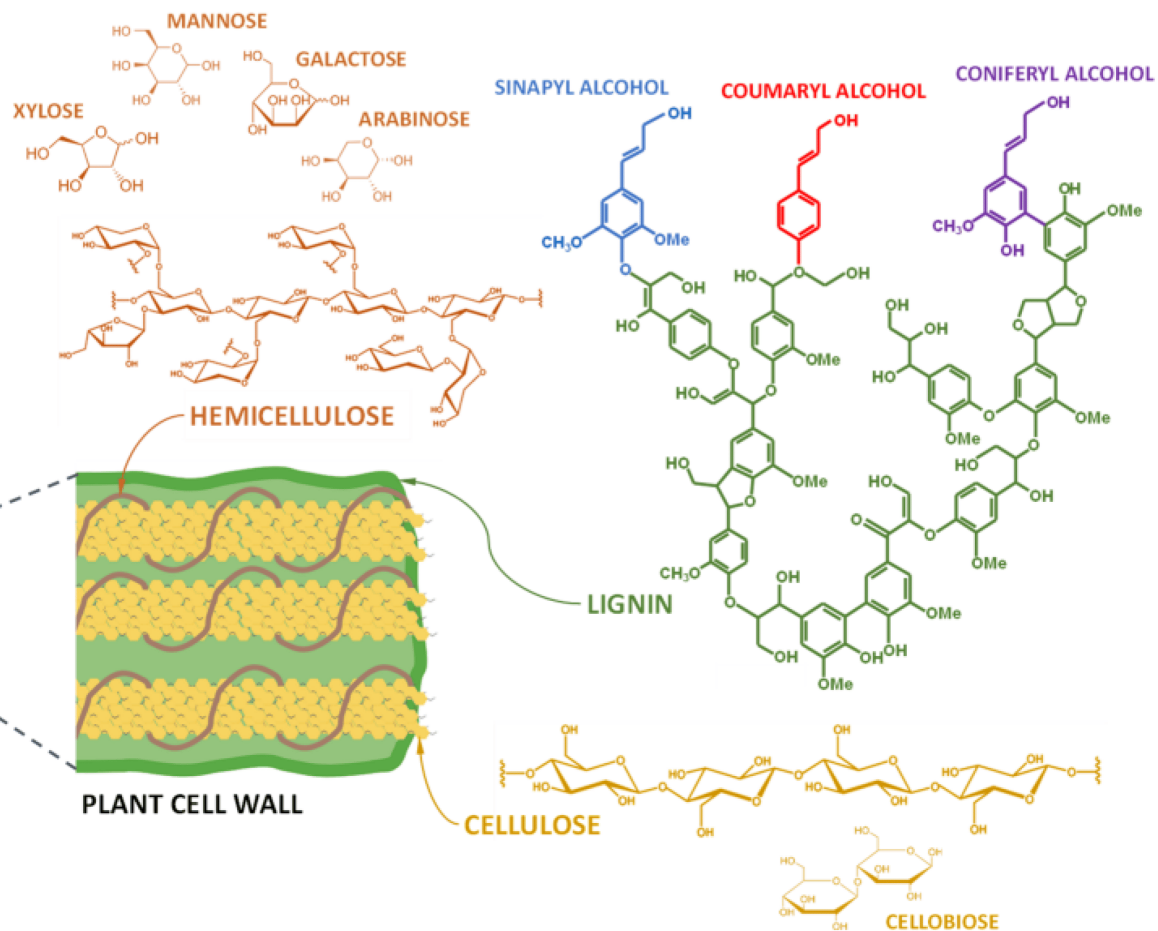


Riferimento: il silomais produce circa 6000 m³ per ettaro

GIANT REED BIOMASS



PLANT CELL



Le terre fertili sono una risorsa preziosa e vulnerabile, in progressiva diminuzione sotto la pressione di altre attività antropiche





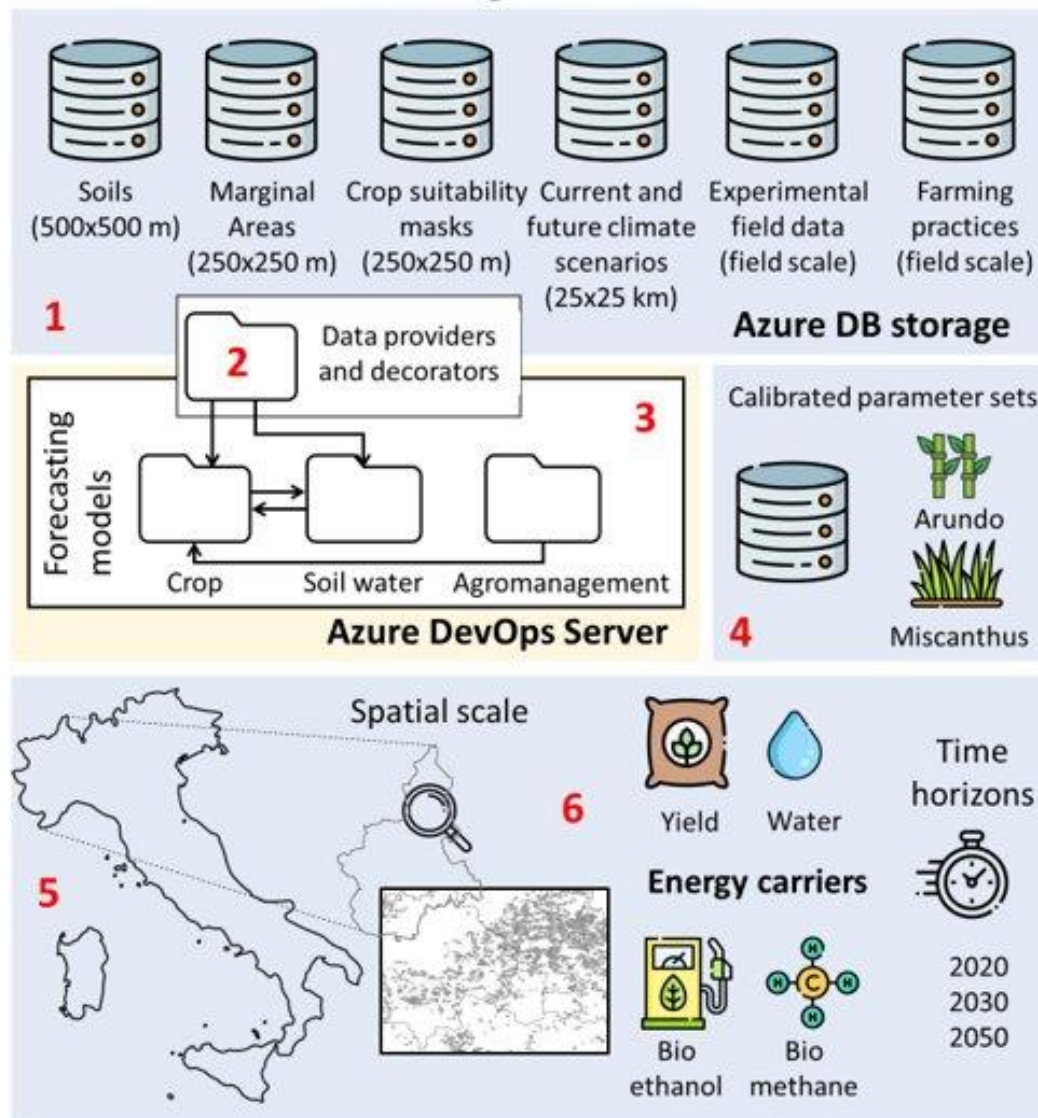
How much energy can giant reed and Miscanthus produce in marginal lands across Italy? A modelling solution under current and future scenarios

Journal:	GCB Bioenergy
Manuscript ID:	Draft
Wiley - Manuscript type:	Research Article
Date Submitted by the Author:	n/a
Complete List of Authors:	Cappelli, Giovanni Alessandro; CREA - Council for Agricultural Research and Economics, Research Centre for Agriculture and Environment Ginaldi, Fabrizio; CREA - Council for Agricultural Research and Economics, Research Centre for Agriculture and Environment Fanchini, Davide; CREA - Council for Agricultural Research and Economics, Research Centre for Engineering and Agro-Food Processing Ceotto, Enrico; CREA - Council for Agricultural Research and Economics, Research Centre for Animal Production and Aquaculture Donatelli, Marcello; CREA - Council for Agricultural Research and Economics, Research Centre for Engineering and Agro-Food Processing
Keywords:	Biomethane, biophysical modelling, climate change, ethanol, giant reed, marginal lands, Miscanthus

Activities

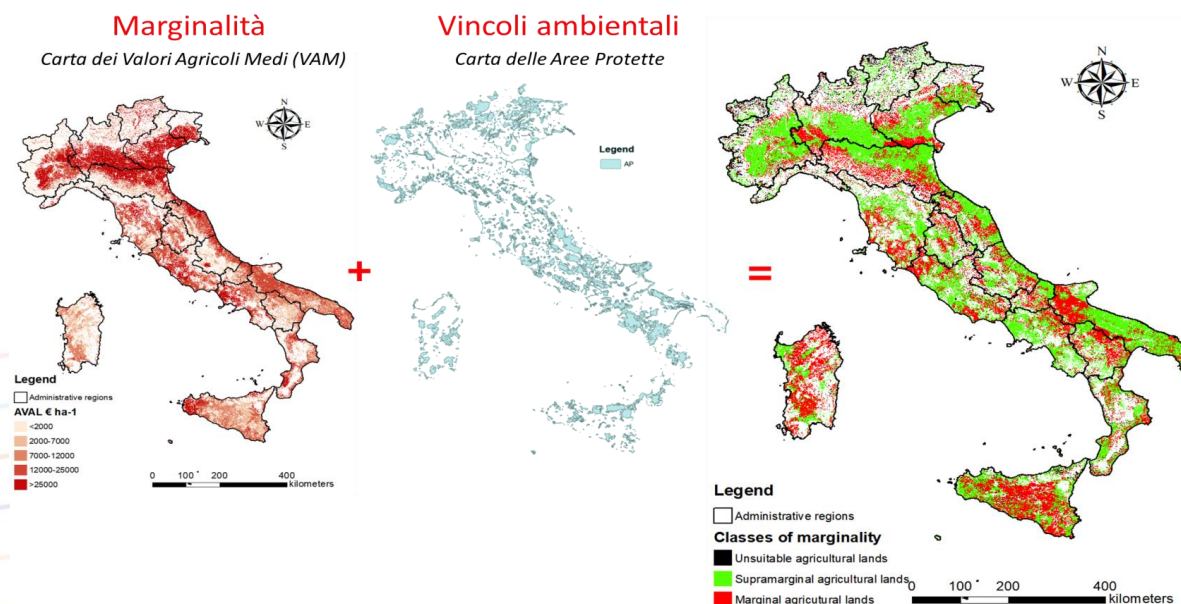
1. Collection and storage of data sources in Azure DB
2. Development of data providers and decorators for feeding simulation models
3. Reimplementation of Arungro in cloud using BioMA architecture
4. Arungro calibration using experimental data for Arundo and Miscanthus
5. Spatially-explicit 20-years simulations at national, regional and province levels
6. Analysis of attainable crop biomass, transpiration and energy yields in current and future climate

Technological solution



Definizione ed individuazione delle aree marginali sul territorio nazionale

Aree marginali: terreni non irrigui (con pendenza <30%), senza vincoli di meccanizzazione e/o di conservazione, ma con bassa redditività (cioè con VAM < 60% del VAM medio regionale).



Aree vocate per Arundo e Miscanto

Individuazione dei terreni vocati ad Arundo e Miscanthus: relazioni multivariate tra diversi fattori ambientali e le esigenze ecologiche delle colture.

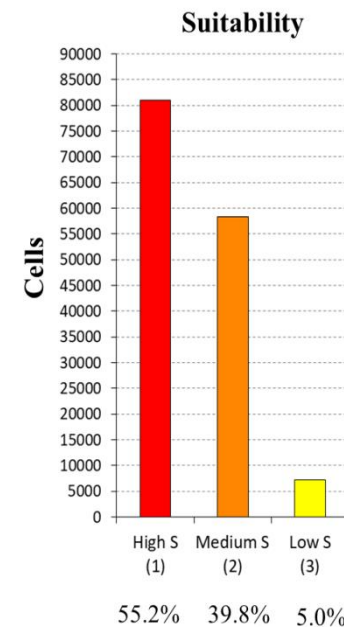
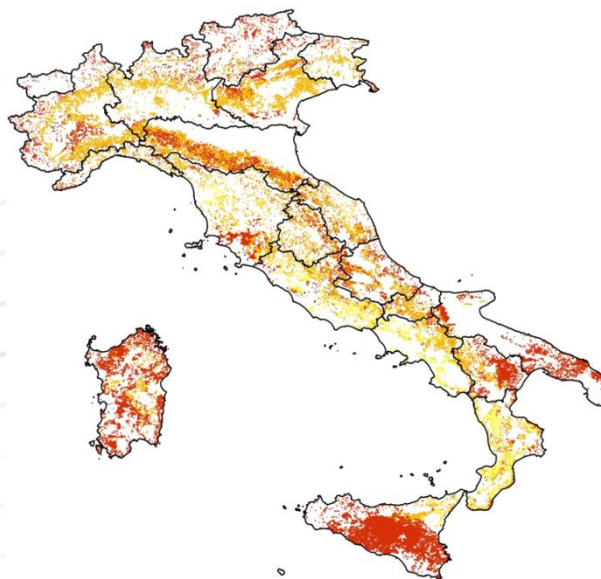
- Clima: temp.media, temp. minima, precipitazione cumulata annuali;
- Topografia: distanza dal mare, pendenza;
- Pedologia: tessitura e profondità.

Classificazione da 0 (non adatto) a 1 (adatto) in funzione dell'idoneità alla coltivazione.

Aggregazione in un indice finale di Suitability con 3 classi :

- idonei (0.90-1.00);
- mediamente idonei (0.70-0.89);
- poco idonei (0.00-0.699).

Total cells number: 146,813

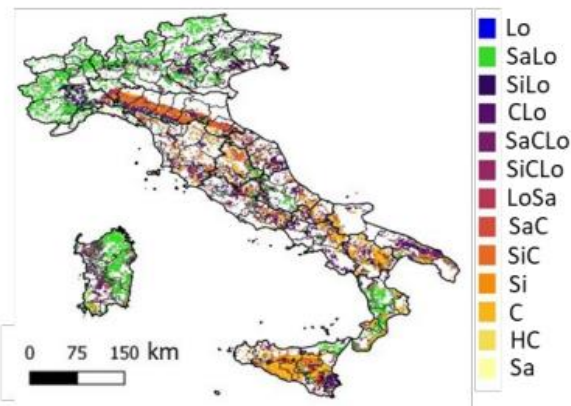


I dati sulle proprietà chimico-fisiche del suolo in territorio nazionale sono stati mappati a 500 m di risoluzione (Digital Soil Mapping, Fantappié et al., 2023).

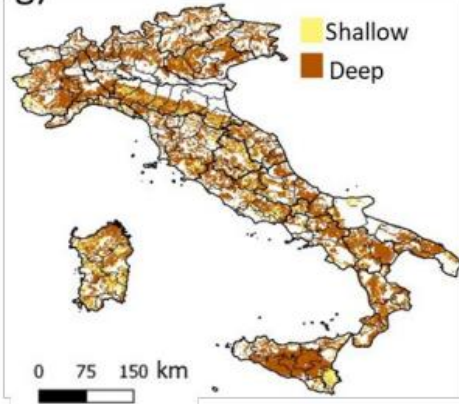
c) **Marginal lands**



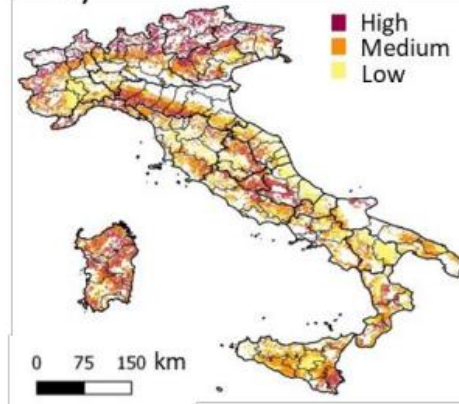
f) **Soil texture**



g) **Soil depth**



h) **SOC**





Variazione dei parametri per ottenere
la massima precisione tra dati
osservati e simulati - RMSE

Calibrazione estensiva utilizzando
19 dataset pluriennali (1992-2014),
in sistemi irrigati e non, senza
considerare carenze da nutrienti
e incidenza di malattie.

Gestione colturale

- Epoca di trapianto e taglio,
- Densità di impianto,
- Gestione irrigua

Dai in input

- Tessitura del suolo,
- Idrologia (inizializzazione: FC, PA),
- Dati meteo (T, pioggia, vento, rad)

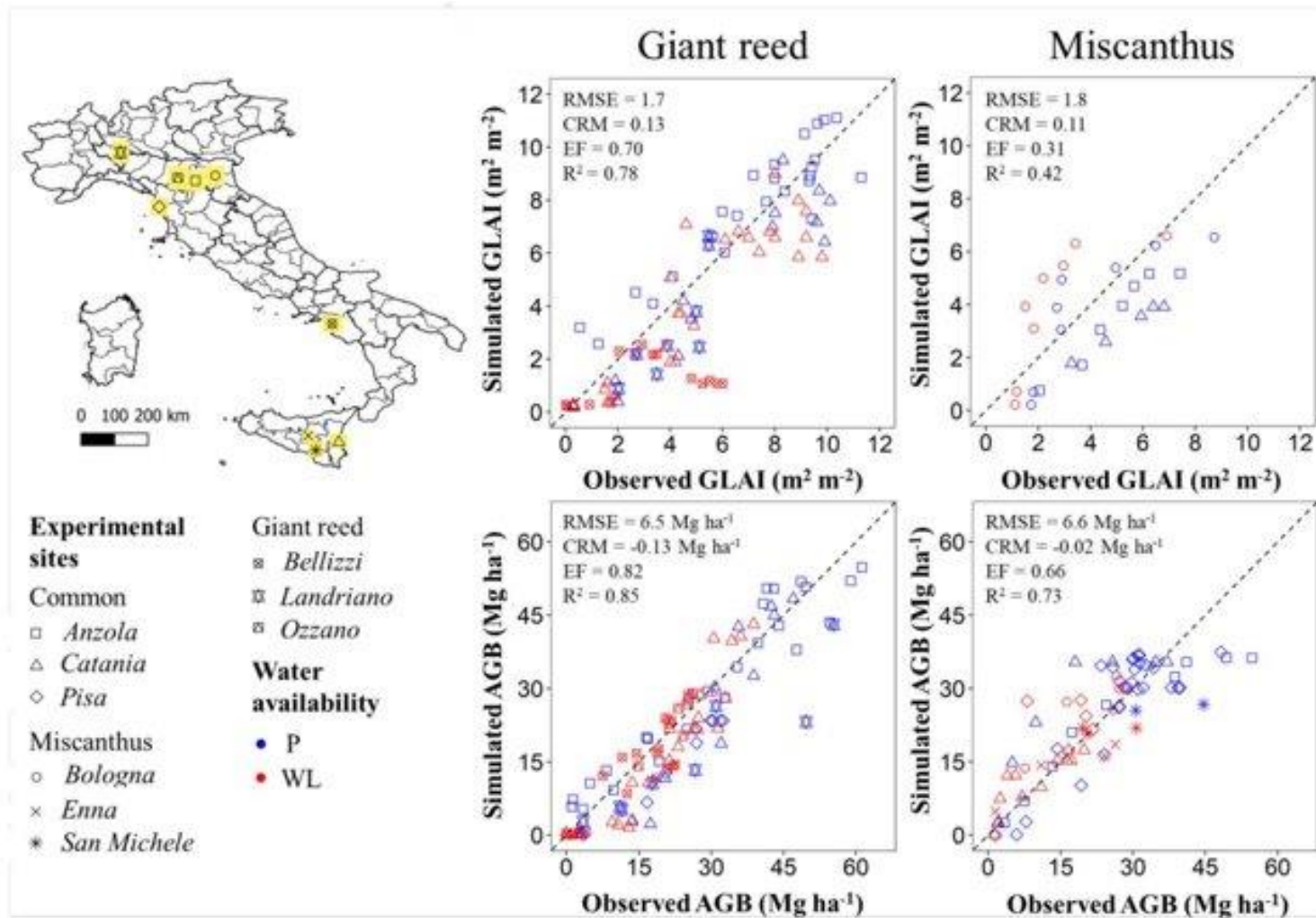
Variabili misurate di riferimento

Misure ricorsive durante la stagione

- GLAI ($\text{m}^2 \text{m}^{-2}$),
- AGB (Mg ha^{-1}),
- Contenuto idrico del suolo ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$).

Simulazione di Arundo e Miscanto

Simulazione accurata di indice di area fogliare (LAI) e biomassa aerea prodotta per entrambe le colture: modello Arungro in grado di spiegare 85% e 73% della variabilità osservata.



Obiettivi raggiunti: per ogni regione italiana e ciascuna provincia ed sono stati determinati superficie delle aree marginali, % dell'area totale regionale, AGB media, metano ed etanolo totali, energia da metano ed etanolo, differenze attese nel 2030 e 2050.

Region	ML (km ²)	% total area	Mean AGB (Mg ha ⁻¹)		Total Met. (Nm ³ 10 ⁶)		Total Et. (L 10 ⁶)		Energy Met. (GJ 10 ⁶)		Energy Et. (GJ 10 ⁶)		Delta 2030 (%)		Delta 2050 (%)	
			GR	Misc	GR	Misc	GR	Misc	GR	Misc	GR	Misc	GR	Misc	GR	Misc
Abruzzo	1700	11.7	16.4 ± 2.4	17.1 ± 4.5	770	759	608	783	19.66	19.38	12.85	16.53	-2.5	9.3	-4.8	-1.4
Apulia	2391	9.3	15.4 ± 2.2	14.4 ± 3.6	1012	899	799	927	25.83	22.95	16.88	19.57	4.6	17.3	-13.1	-9.9
Basilicata	2277	17.3	15.3 ± 2.7	14.1 ± 4.0	958	836	757	862	24.46	21.34	15.98	18.20	5.8	21.7	1.3	6.5
Calabria	2147	11.0	17.5 ± 2.4	18.0 ± 3.6	1035	1013	818	1045	26.43	25.87	17.27	22.06	3.4	10.4	1.7	2.2
Campania	1678	9.3	15.7 ± 2.2	17.2 ± 3.9	724	751	572	774	18.48	19.17	12.08	16.35	2.3	3.5	-0.1	-14.7
Emilia-Romagna	5002	15.9	14.7 ± 2.2	20.3 ± 3.6	2028	2567	1602	2647	51.77	65.55	33.83	55.90	-3.2	1.5	-5.5	-8.4
Friuli V.G.	528	4.7	15.0 ± 1.8	24.9 ± 2.6	218	344	172	355	5.57	8.79	3.64	7.49	-0.5	2.2	-1.3	1.0
Lazio	2404	10.4	16.2 ± 2.5	16.1 ± 4.6	1073	972	848	1002	27.41	24.81	17.91	21.16	-2.5	3.7	-2.9	-10.2
Liguria	491	6.5	16.4 ± 2.0	22.9 ± 3.3	222	281	176	290	5.68	7.17	3.71	6.12	-3.1	-0.9	-3.5	-11.2
Lombardy	2185	6.4	13.9 ± 1.9	22.6 ± 2.4	835	1288	660	1329	21.33	32.90	13.93	28.06	-1.6	2.7	-1.1	-3.4
Marche	1157	9.0	15.8 ± 2.2	20.7 ± 4.0	503	621	398	641	12.85	15.86	8.40	13.53	0.5	2.8	-0.6	-6.0
Molise	857	14.4	15.7 ± 2.1	17.6 ± 3.8	372	394	293	406	9.49	10.05	6.20	8.57	1.8	3.7	-0.4	-13.4
Piedmont	3262	9.1	15.0 ± 1.9	23.3 ± 2.8	1351	1984	1067	2046	34.49	50.66	22.53	43.20	-2.5	1.3	-1.8	-9.0
Sardinia	4790	15.2	16.1 ± 2.2	15.7 ± 3.2	2128	1875	1681	1933	54.34	47.86	35.51	40.82	5.8	12.0	-3.8	5.4
Sicily	10458	32.2	16.8 ± 2.8	13.8 ± 4.4	4846	3771	3828	3888	123.72	96.28	80.83	82.11	2.4	13.8	-1.7	8.0
Tuscany	2636	8.3	16.3 ± 2.6	19.0 ± 4.0	1184	1273	936	1313	30.24	32.51	19.76	27.73	-0.2	2.7	-2.4	-10.3
Trent. A.A.	747	3.8	6.8 ± 2.1	7.2 ± 1.4	139	140	110	144	3.55	3.57	2.32	3.04	40.0	50.5	51.1	74.8
Umbria	941	8.1	15.5 ± 2.7	17.2 ± 4.0	402	411	318	423	10.30	10.48	6.71	8.94	-0.2	2.4	-1.2	-10.4
Valle d'Aosta	35	0.8	1.4 ± 0.7	1.3 ± 0.2	1	1	1	1	0.03	0.03	0.02	0.02	162.4	86.0	312.7	219.0
Veneto	3412	13.0	14.8 ± 1.7	23.6 ± 2.7	1390	2110	1098	2175	35.50	53.86	23.18	45.94	-3.7	0.4	-3.5	-1.0

Grazie per la pazienza!!

per contatti:

enrico.ceotto@crea.gov.it

