

Delimitazione delle zone agricole soggette a vincoli naturali: Applicazione dei criteri biofisici in Italia

(Reg. (UE) n. 1305/2013)

Documento Metodologico

Marzo 2019

Delimitazione delle aree agricole svantaggiate italiane

Applicazione dei criteri biofisici (Reg. (UE) n. 1305/2013)

Documento Metodologico

Marzo 2019

**Documento realizzato nell'ambito del
Programma Rete Rurale Nazionale 2014-20
Piano di azione biennale 2019-20
Scheda progetto 18.1 "CREA"**

Autorità di gestione: Ministero delle
politiche agricole alimentari e forestali
Ufficio DISR2 - Dirigente: Paolo Ammassari

Autori

Edoardo Costantini, Maria Fantappiè, Luca
Fraschetti, Angelo Libertà, Flavio Lupia,
Daniela Storti

Elaborazioni Cartografiche: Livia
D'Angelo, Maria Fantappiè, Flavio Lupia

Impaginazione Grafica : Francesco Ambrosini

Indice

Lista degli acronimi.....	4
Executive summary.....	5
Introduzione	7
Metodologia	8
Creazione della griglia a 500 m.....	8
Calcolo dei criteri climatici (CLIMATE).....	8
Dati e metodi d'interpolazione.....	8
Valutazione dell'accuratezza di stima delle variabili meteorologiche	10
Length of growing period (LGP).....	10
Thermal-time sum > 5°C (THS)	10
Dryness (DRY)	11
Indicizzazione dello svantaggio climatico.....	11
Calcolo del criterio clima-suolo (CLIMATE and SOIL)	12
Excess soil moisture (ESM)	12
Calcolo dei criteri pedologici (SOIL).....	12
Stato dell'arte dell'informazione pedologica in Italia	12
L'approccio metodologico	18
Indicizzazione dello svantaggio pedologico.....	55
Calcolo dei criteri morfologici (TERRAIN)	55
Individuazione delle aree agricole comunali	55
Applicazione dei criteri biofisici e calcolo della superficie agricola comunale svantaggiata.....	56
<i>Tabelle di sintesi</i>	58
Tabella 1 - Superfici (ha) delle aree agricole secondo la precedente delimitazione delle Less Favoured Areas	58
Tabella 2 – Superfici (ha) delle aree agricole svantaggiate calcolate attraverso l'applicazione dei criteri biofisici (prima del Fine-tuning).....	58
Metadati	59
Riferimenti.....	60
Elenco allegati.....	60
Cartografie.....	61

Lista degli acronimi

AGEA Agenzia per le erogazioni in agricoltura

ANC Area with Natural Constraints

BDAN Banca Dati Agrometeorologica Nazionale

DEM Digital Elevation Model (modello digitale del terreno)

CREA Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria

CREA-AA Centro di Ricerca Agricoltura e Ambiente

CRM Coefficient of Residual Mass

DALAM Data Assimilation Limited Area Model

ESM Excess Soil Moisture

LAU Local Administrative Unit

LGP Length of Growing Period

LPIS Land-parcel Identification System

PET Potential Evapotranspiration (evapotraspirazione potenziale)

THS Thermal-time sum $> 5^{\circ}\text{C}$

DRY Dryness

LFA Less Favoured Areas

MAE Mean Absolute Error

SIAN Sistema Informativo Agricolo Nazionale

SMU Soil Mapping Unit

Executive summary

Il Regolamento del Consiglio (CE) N. 1305/2013 (art. 32.3) sul sostegno allo sviluppo rurale nell'attuale fase di programmazione (2014-2020) fissa le regole per il processo di revisione delle zone svantaggiate intermedie (ex art. 19 del regolamento (CE) n. 1257/99), da parte degli Stati Membri. Si tratta di individuare quelle zone soggette a vincoli naturali significativi (ANC - Areas with Natural Constraints) e diverse dalle zone montane, sulla base di una serie di specifici parametri biofisici (allegato III Reg. 1305/2013).

Il rispetto delle condizioni di svantaggio deve esser garantito al livello delle unità amministrative locali (livello LAU 2) o al livello di un'unità locale chiaramente definita che copra un'unica zona geografica contigua avente un'identità economica e amministrativa. Dall'elenco delle zone individuate sulla base dei parametri biofisici gli Stati Membri dovranno escludere le zone in cui sia documentabile il superamento in termini economici della condizione di svantaggio legata all'esistenza di vincoli naturali.

Il processo di revisione ha tenuto conto delle indicazioni metodologiche formulate dai servizi tecnici della Commissione Europea attraverso un intenso processo di confronto con gli Stati Membri ed è basato sull'utilizzo del suddetto insieme di criteri biofisici di tipo pedoclimatico e morfologico per la caratterizzazione delle aree agricole nazionali. L'applicazione di questo approccio ha consentito di identificare i comuni appartenenti alla categoria ANC, ovvero quelli in cui la predominanza del territorio agricolo (almeno il 60%) presenta uno svantaggiato pedoclimatico o morfologico.

L'Italia ha applicato un metodo in linea con le indicazioni della DG Agri per la valutazione dei parametri climatici, pedologici e morfologici e per la stima della superficie agricola totale a livello comunale. Il metodo proposto dalla DG Agri valuta la superficie agricola sulla base delle singole superfici georeferenziate degli appezzamenti agricoli della banca dati LPIS.

La spazializzazione dei criteri climatici e pedologici è avvenuta discretizzando il territorio italiano con una griglia di celle regolari di 500 m. L'applicazione dei criteri climatici al territorio italiano è stata eseguita riportando sulle celle della griglia i parametri climatici (es. indice di aridità) derivati da una griglia alla risoluzione di 10 km. La griglia è ricostruita con approccio geostatistico con i dati di un insieme di stazioni meteorologiche per la serie temporale 1981-2010, stimati a partire dai dati giornalieri validati e rilevati dalla Rete Agrometeorologica Nazionale del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare e degli Osservatori meteorologici del CREA-AA (Unità di ricerca per il Clima e la Meteorologia applicata all'Agricoltura del CREA)

I criteri morfologici riguardano esclusivamente la pendenza delle aree agricole che è stata calcolata dal modello digitale del terreno dell'Italia disponibile attraverso una griglia alla risoluzione di 20 m.

Inoltre, i criteri pedologici sono stati calcolati con un metodo misto statistico-deterministico utilizzando sia informazioni tematiche ambientali che dati di campionamento dei suoli. In particolare, nella determinazione della presenza o assenza di ogni limitazione nei suoli di ogni cella rivestono un ruolo fondamentale

i dati puntuali delle circa 46.000 osservazioni pedologiche presenti nella banca dati dei suoli del Centro Nazionale di Cartografia Pedologica del CREA-AA. Un significativo ruolo di calibrazione e validazione dei risultati è stato realizzato dalle amministrazioni regionali che hanno collaborato al lavoro e in alcuni casi fornito dati pedologici di maggior dettaglio per consentire un affinamento dei risultati.

La combinazione di tutti i criteri consente di stimare per ogni comune la percentuale di area agricola con limitazioni e di classificare il relativo comune come appartenente o meno alla categoria ANC.

Introduzione

Il rapporto descrive in dettaglio l'approccio metodologico sviluppato dall'Italia e l'informazione elaborata per la mappatura dei criteri biofisici e la successiva delimitazione delle aree agricole italiane con svantaggi naturali (ANC).

L'approccio è stato applicato ai seguenti insiemi:

- comuni ex art. 19,
- comuni attualmente non svantaggiati,
- fogli di mappa non svantaggiati afferenti ai comuni parzialmente montani (ex art. 18).

Nel rapporto sono allegate le mappe tematiche dei singoli svantaggi biofisici.

I contenuti e la loro organizzazione sono conformi alle indicazioni contenute nei documenti: "Updated common bio-physical criteria to define natural constraints for agriculture in Europe - Definition and scientific justification for the common biophysical criteria (JRC Scientific and Technical Report 2014 - EUR 26638 EN)" e "Updated guidelines for applying common criteria to identify agricultural areas with natural constraints (JRC Technical Reports 2016 - EUR 27950 EN).

Gli algoritmi di calcolo dei criteri biofisici sono stati implementati su due distinte strutture geometriche georiferite che ricoprono l'intero territorio italiano:

- griglia con celle di 500 m per la spazializzazione dei criteri biofisici Clima, Clima-Suolo e Suolo. I parametri climatici sono stati inizialmente ricostruiti utilizzando serie storiche meteorologiche trentennali riferite a una griglia con celle di dimensione media 10 Km e successivamente riportati sulla griglia di 500 m;
- reticolo con distanza orizzontale tra i punti di 20 m sul quale sono state elaborate le pendenze massime locali e localizzati gli appezzamenti agricoli all'interno dei comuni.

Il presente rapporto integra tutti gli aggiornamenti ed i chiarimenti ricevuti dal JRC a partire da febbraio 2017. La metodologia, alla luce dei vari emendamenti, è stata rivista estendendo a livello nazionale l'utilizzo del reticolo altimetrico (modello digitale del terreno) per localizzare le aree agricole e mappare il criterio morfologico (siti con pendenza maggiore del 15%) alla scala geografica degli appezzamenti agricoli. Per la mappatura delle aree agricole è stato sovrapposto il reticolo altimetrico ai mosaici georiferiti della copertura del suolo del Progetto Refresh Agea¹ e a ogni punto del reticolo è stata associata la copertura di suolo della cella entro cui ricade.

¹ Progetto finalizzato alla certificazione preventiva della componente territoriale delle aziende agricole italiane.

Metodologia

Creazione della griglia a 500 m

Il calcolo dei criteri Clima, Clima-Suolo e Suolo è stato riportato alle unità areali di una griglia a celle quadrate di 500 m (25 ha). Ne segue una discretizzazione del territorio italiano in poco più di 1.206.000 unità areali su circa 8.000 comuni. La scelta della griglia con celle di 500 m per la mappatura dei suddetti è ben giustificata dalla rappresentatività areale delle informazioni meteorologiche e pedologiche disponibili. La densità geografica tra i punti di campionamento meteorologico e pedologico non permette di valutare in modo accurato le variazioni locali meteorologiche e le differenze di suolo interne alle celle di 500 m.

Le variazioni termiche e pluviometriche tra siti geografici a distanza inferiore a 500 m sono in genere trascurabili, specialmente nelle zone agricole italiane, e non possono essere ricostruite da una rete di stazioni meteorologiche in cui la distanza tra le stazioni meteorologiche non è quasi mai inferiore ai 10 Km. Variazioni termiche locali, su distanze inferiori a 500 m, possono verificarsi nelle zone alpine e appenniniche in corrispondenza di significative differenze altimetriche, aree geografiche in cui l'agricoltura è assente. I parametri climatici (Annesso III del Reg. (UE) 1305/2013) sono stati stimati sulle celle di una griglia di dimensione media di 10 Km (Climate Mapping Units) a partire dalle serie storiche giornaliere rilevati da un centinaio di stazioni meteorologiche registrate nella Banca Dati Agrometeorologica Nazionale del Sistema Informativo Agricolo Nazionale (SIAN).

Le variazioni fisiche e chimiche dei suoli tra siti geografici a distanza inferiore a 500 m presentano un'elevata indeterminatezza. Le carte dei suoli italiane, ad eccezioni di limitate zone geografiche, sono tracciate alla scala di 1:250.000 (1 mm equivale a 250 m) o a scale più vaste. Pertanto, a ciascuna cella (Soil Mapping Unit) è realistico associare i caratteri e le proprietà dei suoli più probabili sulla base delle informazioni tematiche ambientali, dei dati dei campionamenti pedologici esistenti ed utilizzando opportuni modelli inferenziali. I parametri di svantaggio pedologico (Annesso III del Reg. (CE) 1305/2013) sono stati quindi stimati per le celle di 500 m. A tal scopo, l'informazione relativa alla presenza o assenza di ogni limitazione nei suoli è stata ottenuta dalle circa 46.000 osservazioni pedologiche puntuali presenti nella banca dati dei suoli del Centro Nazionale di Cartografia Pedologica del CREA-AA, spazializzata statisticamente utilizzando una serie di covariate, quali la carta dei suoli d'Italia in scala 1:1.000.000, le carte del contenuto di argilla e sabbia dei Sistemi pedologici prodotti ad una scala di riferimento di 1:500.000, dati disponibili su internet e prodotti dal progetto Global Soil Grid, ecc. I risultati sono stati validati sia con i dati della stessa banca dati, sia con la collaborazione di alcuni servizi pedologici regionali.

Calcolo dei criteri climatici (CLIMATE)

Dati e metodi d'interpolazione

Per calcolare gli indici climatici Length of growing period (LGP), Thermal-time sum >5°C (THS) e Dryiness (DRY), come definiti nell'Allegato III del Reg. (CE) 1305/2013, sono state utilizzate le serie storiche giornaliere di temperatura, precipitazione ed evapotraspirazione potenziale (PET) dal 1981 al 2010 delle 3193 celle di una griglia

regolare estesa sull'intero territorio italiano (griglia di monitoraggio degli eventi meteorologici). Le celle hanno una risoluzione di $0,14^\circ$ di longitudine e $0,10^\circ$ di latitudine corrispondente, alle latitudini italiane, a una cella quadrata di circa 10 km di lato. I valori giornalieri di evapotraspirazione potenziale delle 3193 celle sono stati calcolati applicando la formula di Penman-Monteith ai dati meteorologici giornalieri della stessa cella.

I dati meteorologici giornalieri, utilizzati per calcolare la PET e gli indici climatici, sono stati stimati a partire dai dati giornalieri validati rilevati dalle stazioni della Rete Agrometeorologica Nazionale e del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare e degli Osservatori meteorologici del CREA-AA (Unità di ricerca per il Clima e la Meteorologia applicata all'Agricoltura del CREA). Il numero medio di stazioni meteorologiche attive nel periodo 1981-2010 è 107. Per la validazione dei dati sono applicati specifici algoritmi statistici che controllano la coerenza climatica (confronto del dato rilevato dalla stazione meteorologica con la media climatica del sito e del periodo dell'anno) e la consistenza meteorologica spazio-temporale (confronto con i dati rilevati dalle stazioni meteorologiche vicine). I dati meteorologici sono stati estratti dalla Banca Dati Agrometeorologica Nazionale (BDAN) del SIAN.

La stima dei dati meteorologici giornalieri delle 3193 celle di griglia è stata eseguita applicando opportuni stimatori geostatistici. L'Ordinary Kriging è stato utilizzato per stimare la precipitazione totale giornaliera ed il CoKriging non stazionario con deriva esterna per stimare le variabili meteorologiche con trend geografico, ossia con variazioni sistematiche osservate su tutte le scale spaziali risolte dalla rete di stazioni di monitoraggio, quali la temperatura minima e massima giornaliera, l'umidità relativa giornaliera, ecc.

Il CoKriging non stazionario con deriva esterna (Chilés e Delfiner 1999, 2012) è stato scelto per:

- imporre alla stima delle variabili meteorologiche la coerenza fisica dei valori estremi giornalieri (temperatura minima minore della massima giornaliera) e, allo stesso tempo, per migliorare la precisione di stima nei casi di mancata misurazione di uno dei due valori giornalieri;
- integrare i dati giornalieri rilevati dalle stazioni meteorologiche con un secondo insieme di dati meteorologici consistenti sia con le leggi fisiche conosciute, che spiegano la dinamica spazio-temporale dell'atmosfera, sia con la fisiografia e la morfologia del territorio, discretizzate sulle stesse unità areali della griglia. Questo secondo insieme di dati giornalieri è elaborato dal modello meteorologico idrostatico ad area limitata DALAM (Data Assimilation Limited Area Model) su tutte le 3193 celle di griglia e consente di modellare i gradienti spaziali delle variabili meteorologiche (spatial pattern).

La struttura spaziale delle variabili meteorologiche (variogramma) è stata modellata con i dati giornalieri rilevati dalle stazioni meteorologiche dal 1981 al 2010. I variogrammi sono stati modellati per i 12 mesi dell'anno e per le 2 seguenti aree geografiche:

- Nord Italia – Sono stati calcolati i variogrammi delle 4 direzioni geografiche: W-E (Ovest-Est 0°), SW-NE (Ovest-Est 45°), S-N (Ovest-Est 90°) e SE-NW (Ovest-Est 135°). La direzione Est-Ovest coincide con l'asse della pianura Padana e con l'allineamento principale di sviluppo delle Alpi;

- Centro-Sud Italia – Sono stati calcolati i variogrammi delle 4 direzioni geografiche: Ovest-Est 40°, Ovest-Est 85°, Ovest-Est 130° e Ovest-Est 175°. La direzione Ovest-Est 130° coincide con l'allineamento degli Appennini.

Valutazione dell'accuratezza di stima delle variabili meteorologiche

La verifica della validità degli stimatori geostatistici applicati è stata eseguita utilizzando 83 ulteriori stazioni meteorologiche esterne al SIAN (stazioni di controllo), omogeneamente distribuite sul territorio nazionale e non incluse nel dataset di stazioni utilizzate per la stima (external validation). La tecnica statistica di validazione è centrata sul confronto dei dati meteorologici giornalieri rilevati dalle 83 stazioni con i dati meteorologici giornalieri stimati nei punti di localizzazione delle stesse stazioni di controllo. Ne segue che di ogni stazione di controllo sono calcolati gli errori di stima giornaliera (differenza tra dato stimato e dato rilevato).

Per valutare l'accuratezza della stima sono stati utilizzati alcuni indici statistici: MAE (Mean Absolute Error) e CRM (Coefficient of Residual Mass). Dall'indice MAE emerge un errore medio di stima dei dati di temperatura minima e massima giornaliera di ± 2.0 °C per le tre fasce altimetriche: minore di 200 m, comprese tra 200 m e 400 m e maggiore di 400 m. E dall'indice CRM risulta una lieve tendenza a sovrastimare le temperature minime giornaliere e a sottostimare le temperature massime giornaliere. Quest'ultimo risultato è particolarmente significativo in quanto i 2 errori di stima tendono ad annullarsi nella stima della temperatura media giornaliera ottenuta come media aritmetica della temperatura minima e massima giornaliera. Il MAE della precipitazione totale giornaliera per le tre suddette fasce altimetriche è ± 2.4 mm.

Length of growing period (LGP)

L'indice LGP è stato stimato per tutte le 3193 celle della griglia di monitoraggio degli eventi meteorologici. Di ogni cella, e per gli anni dal 1981 al 2010, è stato calcolato il numero di giorni del periodo infrannuale (dall'1 gennaio al 31 dicembre) nei quali la temperatura media giornaliera (T_{med} = media aritmetica della temperatura minima e massima giornaliera) si mantiene sopra la soglia di 5 °C per più di 4 giorni consecutivi. Il numero di giorni di questo periodo è definito "lunghezza della stagione di crescita" dell'anno i -esimo.

Di ogni cella è stata calcolata la frequenza percentuale degli anni tra il 1981 e il 2010 in cui la lunghezza della stagione di crescita è risultata minore o uguale a 180 giorni (Annesso III del Reg. (CE) 1305/2013). Le celle la cui frequenza percentuale è maggiore del 20% sono state classificate svantaggiate per l'agricoltura; per queste celle l'indice biofisico LGP è stato codificato con "1". Le rimanenti celle sono state classificate non svantaggiate e l'indice biofisico LGP è stato codificato con "0".

L'indice LGP stimato per le celle di dimensione media 10 Km è stato successivamente riportato alle celle unitarie di lato 500 m. A ogni cella è stato assegnato l'indice LGP della cella di dimensione media 10 Km entro cui ricade il suo punto centrale (baricentro).

Thermal-time sum > 5°C (THS)

L'indice THS è stato stimato per tutte le 3193 celle della griglia di monitoraggio degli eventi meteorologici. Di ogni cella e per gli anni dal 1981 al 2010 è stata calcolata la

somma termica nel periodo infrannuale della stagione di crescita (periodo nel quale la temperatura media giornaliera si mantiene sopra la soglia di 5 °C per più di 4 giorni consecutivi). Di ogni anno sono stati sommati gli scarti giornalieri della temperatura media rispetto alla soglia di 5°C. Non sono stati sommati gli scarti giornalieri negativi ($T_{med} < 5^{\circ}C$).

Di ogni cella è stata calcolata la frequenza percentuale degli anni tra il 1981 e il 2010 in cui la somma termica con soglia 5 °C è risultata minore o uguale a 1.500 °C/giorno (Annesso III del Reg. (CE) 1305/2013). Le celle la cui frequenza percentuale è maggiore del 20% sono state classificate svantaggiate per l'agricoltura; per queste celle l'indice THS è stato impostato a "1". Le rimanenti celle sono state classificate non svantaggiate e l'indice biofisico THS è stato impostato a "0".

L'indice biofisico THS stimato per le celle di dimensione media 10 Km è stato successivamente riportato alle celle unitarie di lato 500 m con il medesimo approccio applicato all'indice LGP.

Dryness (DRY)

L'indice DRY è stato stimato per tutte le 3193 celle della griglia di monitoraggio degli eventi meteorologici. Di ogni cella e degli anni dal 1981 al 2010 sono state calcolate la precipitazione totale annuale (P) e l'evapotraspirazione potenziale totale annuale (PET) come somma dei corrispondenti dati giornalieri (entrambe le quantità sono espresse in mm), e successivamente è stato calcolato il rapporto P/PET (indice di aridità).

Di ogni cella è stata calcolata la frequenza percentuale degli anni tra il 1981 e il 2010 in cui il rapporto P/PET è risultato minore o uguale a 0,5 (Annesso III del Reg. (CE) 1305/2013). Le celle la cui frequenza percentuale è risultata maggiore del 20% sono state classificate svantaggiate per l'agricoltura; per queste celle l'indice biofisico DRY è stato impostato a "1". Le rimanenti celle sono state classificate non svantaggiate e l'indice biofisico DRY è stato impostato a "0".

L'indice biofisico DRY stimato per le celle di dimensione media 10 Km è stato successivamente riportato alle celle unitarie di lato 500 m con il medesimo approccio seguito per gli indici LGP e THS.

Indicizzazione dello svantaggio climatico

Per ogni cella di 500 m è stata definita la variabile indice dello svantaggio climatico $1_c(c_i)$:

- $1_c(c_i) = 1$ se la cella i-esima presenta almeno uno degli svantaggi definiti dai criteri climatici sopradescritti;
- $1_c(c_i) = 0$ se la cella i-esima non è svantaggiata per il clima.

Lo svantaggio climatico si concretizza se esiste nella cella di 500 m almeno uno degli svantaggi definiti dagli indici LGP, THS e DRY.

Calcolo del criterio clima-suolo (CLIMATE and SOIL)

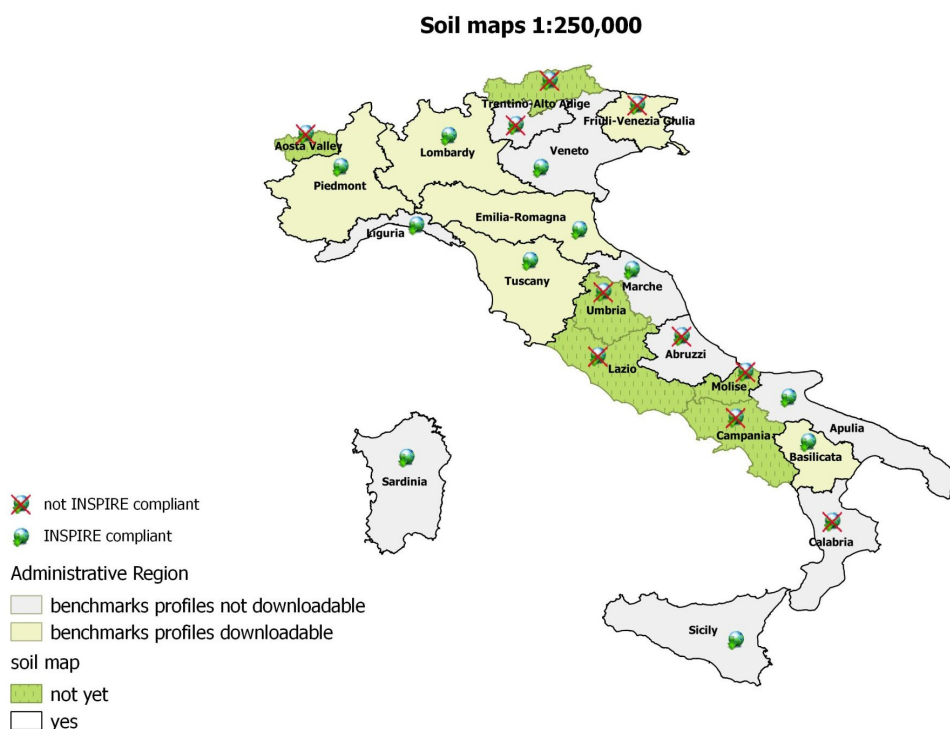
Excess soil moisture (ESM)

In Italia la distribuzione annuale degli eventi pluviometrici (regimi pluviometrici) è concentrata nei mesi primaverili e autunnali. Ne segue che nessun sito geografico italiano presenta uno svantaggio per il criterio Excess Soil Moisture (ESM), ovvero per eccesso di umidità nel suolo (numero di giorni in cui l'umidità è maggiore o uguale alla capacità idrica di campo) per numero di giorni maggiore della soglia limite di 230 giorni (Allegato III del Reg. (CE) 1305/2013).

Calcolo dei criteri pedologici (SOIL)

Stato dell'arte dell'informazione pedologica in Italia

Nella seguente figura è riportato lo stato dell'arte a livello italiano/regionale delle cartografie a scala 1:250.000 e relative banche dati.



Il laboratorio Database e cartografia digitale del suolo del CREA-AA di Firenze (<http://soilmaps.entecra.it/>) collabora a partire dal 1990 con i servizi pedologici regionali e con alcune Università dove esiste la cattedra di pedologia, o sono comunque presenti ricercatori che si occupano di questa materia.

I testi di riferimento pedologici a livello internazionale adottati dal centro nazionale di cartografia pedologica sono:

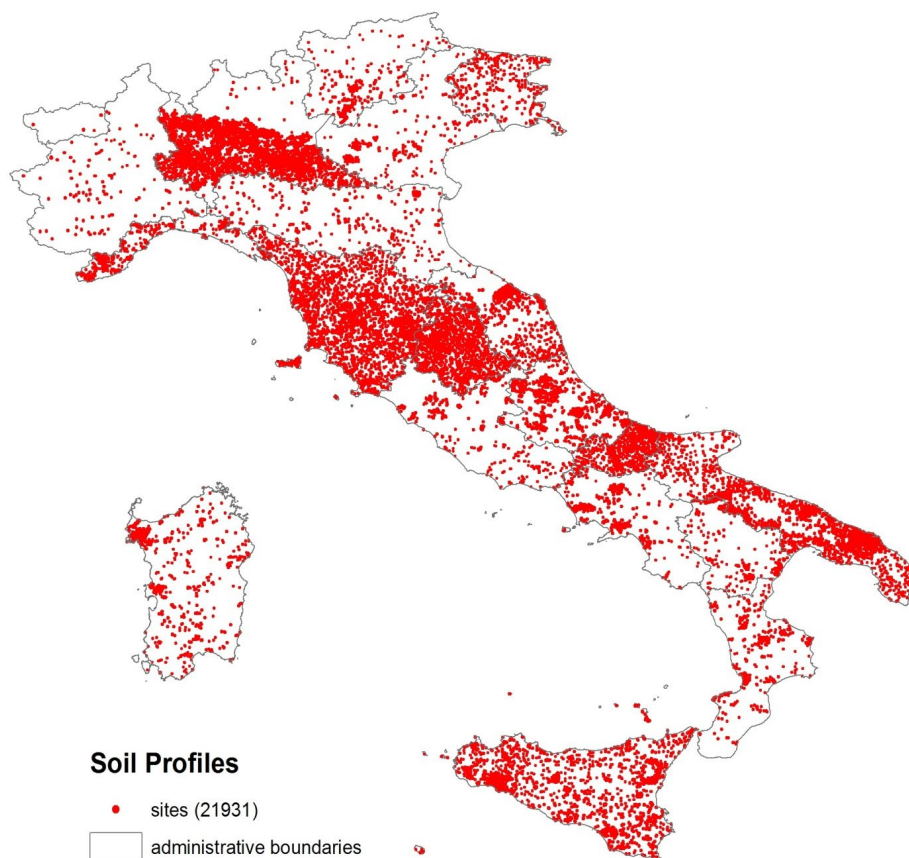
1. WRB, Soil taxonomy,
2. ESB (1998). Georeferenced Soil Database for Europe, Manual of Procedures Ver. 1. European Soil Bureau, Scientific Committee. EUR 18092 EN, 184pp. Office for Official Publications of the European Communities,

Il centro nazionale di cartografia ha inoltre elaborato e partecipato all'elaborazione dei seguenti riferimenti nazionali, insieme con ricercatori di numerose università e centri di ricerca:

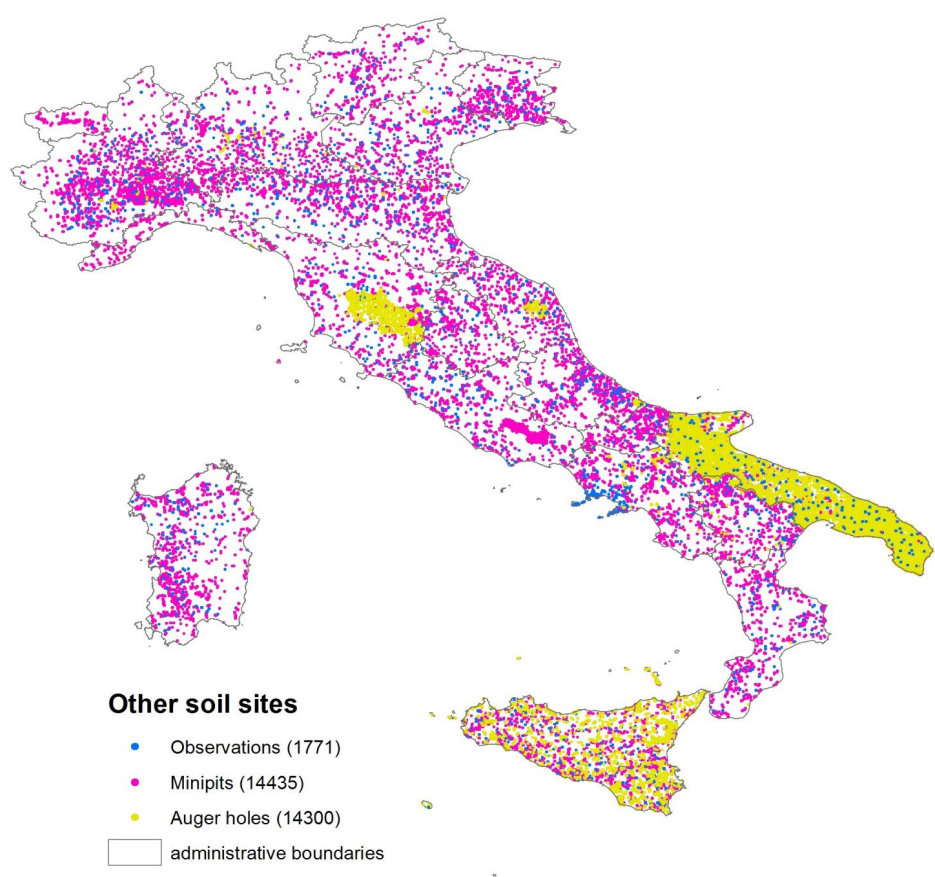
1. Costantini E.A.C., et al. (2007) Guidelines of the methods of soil survey and data informatization con CNCP 3.0, Database for soil observations and pedological units. MiPAAF
2. Costantini E.A.C. and Dazzi C. (Ed) (2013). "The Soils of Italy" Springer

In questi anni il laboratorio Database e cartografia digitale del suolo del CREA-AA di Firenze, grazie alla collaborazione con i servizi pedologici regionali, le università e grazie a progetti portati avanti dal centro stesso, ha potuto strutturare una banca dati pedologica nazionale in cui ha raccolto 46,000 informazioni puntuali, delle quali 43,504 sono state selezionate per la delimitazione delle aree svantaggiate. Questi dati pedologi sono il frutto di 425 diverse campagne pedologiche.

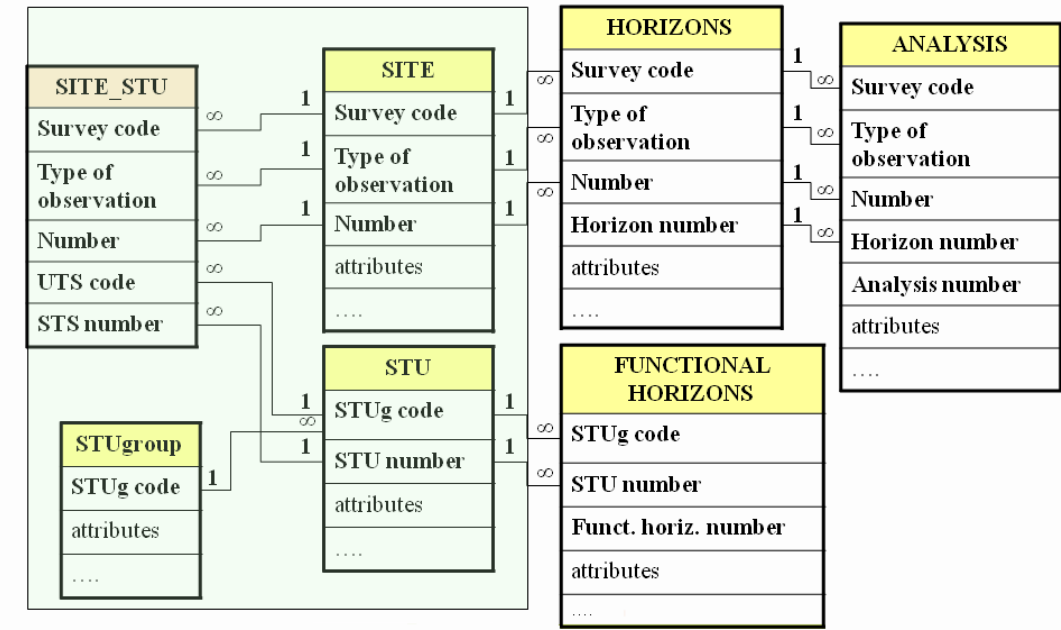
Di seguito è riportata la distribuzione geografia dei profili pedologici raccolti in banca dati

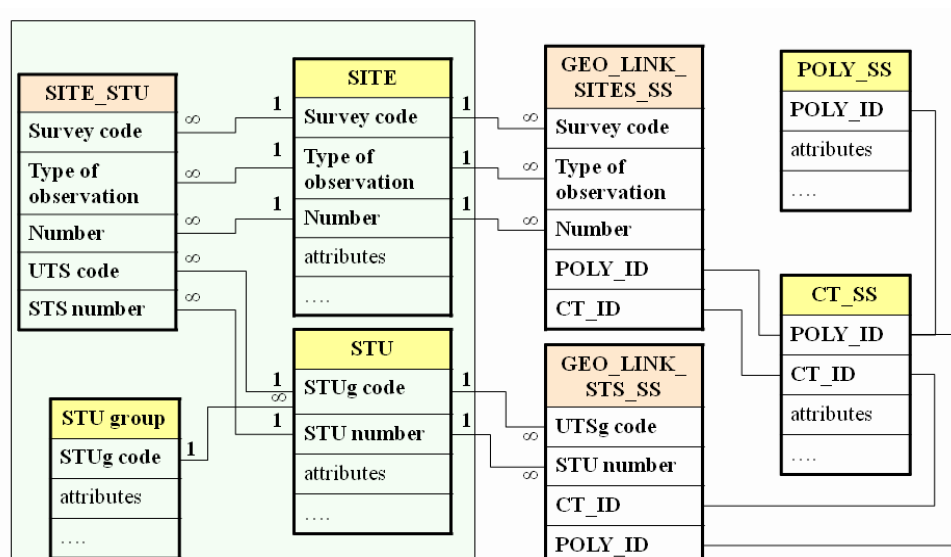


Di seguito è riportata la distribuzione geografia delle altre informazioni pedologiche puntuali raccolte in banca dati



Di seguito è riportata la struttura della banca dati.



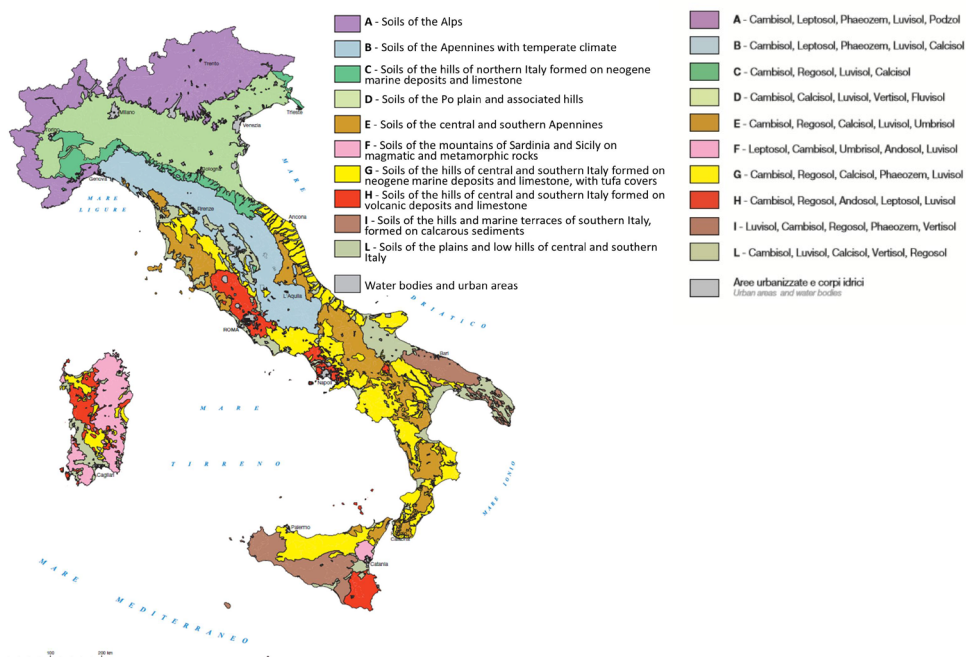


La banca dati si costituisce come geodatabase, nel senso che raccoglie sia informazioni pedologiche puntuali, che areali. Di seguito è riportata la gerarchia delle informazioni pedologiche areali raccolte.

Geography	Reference scale	Reference polygon size
Region	1:5,000,000	10^5 - 10^6 ha
Subregion	1:1,000,000	10^3 - 10^5 ha
System	1:500,000	10^3 - 10^4 ha
Subsystem	1:250,000	10^2 - 10^3 ha
Unit	1:50,000	10^1 - 10^2 ha
Element	1:10,000-25,000	10^{-1} - 10^1 ha

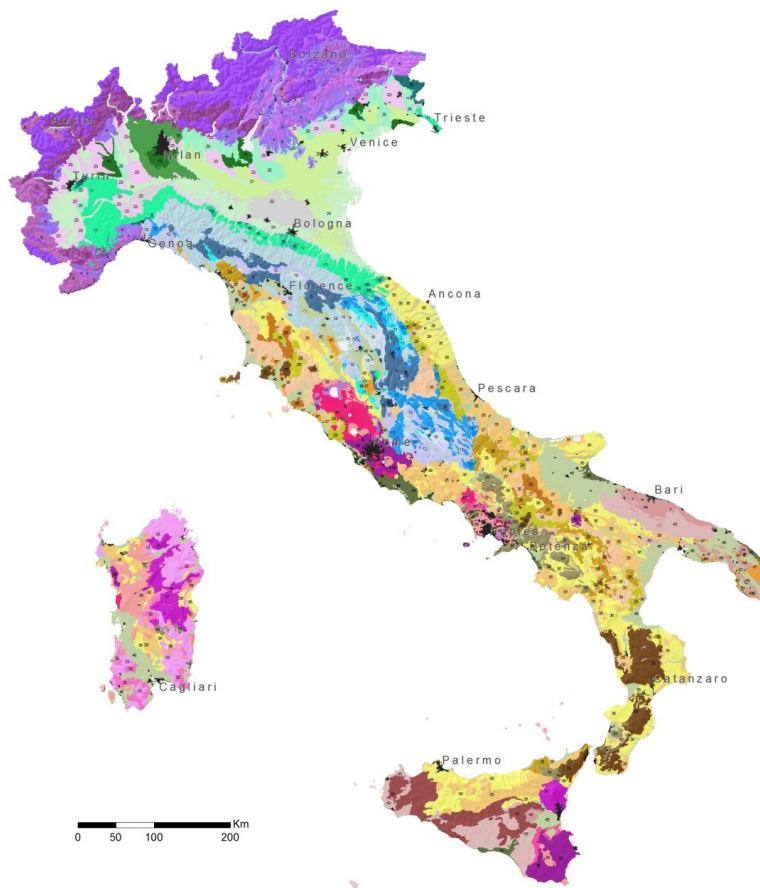


Il livello gerarchico di minor dettaglio è quello delle soil regions, che è presente in banca dati per tutto il territorio nazionale ed è costituito da 10 soil regions, caratterizzate da 11 WRB reference soil groups.



Il livello successivo a maggior dettaglio, anch'esso presente in banca dati per tutto il territorio nazionale, è quello delle subregions, costituito da 47 subregions,

caratterizzate da 148 classificazioni pedologiche, riconducibili a 22 WRB reference soil groups (WRB 2010).



Al successivo livello di scala c'è il geodatabase dei sistemi di terra, anche'esso presente in banca dati per l'intero territorio nazionale e costituito da 3357 delineazioni geografiche, raggruppate in 2182 sistemi semantici (cioè caratterizzati dallo stesso pedopaesaggio), a loro volta caratterizzati da 8906 combinazioni dei fattori della pedogenesi forma, parent material e uso del suolo, chiamate land components. I sistemi di terre e relative land components sono caratterizzate pedologicamente da 1423 tipologie di suolo (STU, soil typological units), formate dal raggruppamento di 21968 informazioni pedologiche puntuali, e classificate con 25 WRB reference soil groups (WRB 2010).



L'approccio metodologico

Le limitazioni di carattere pedologico sono state riferite alla griglia di celle con passo di 500 metri utilizzata per le elaborazioni climatiche. Le variazioni fisiche e chimiche dei suoli tra siti geografici a distanza inferiore a 500 m presentano infatti un'elevata indeterminatezza. Le carte dei suoli italiane, ad eccezione di limitate zone geografiche, sono tracciate alla scala di 1:250.000 o a scale più vaste (1 mm equivale a 250 m), in cui sono rappresentati associati nella stessa unità cartografica i suoli più frequenti. Per associare a ciascuna cella l'eventuale presenza di una limitazione si è deciso di utilizzare un metodo misto statistico-deterministico. Per quello statistico, sono stati determinati i caratteri e le proprietà dei suoli più probabili sulla base delle informazioni tematiche ambientali, dei dati dei campionamenti pedologici esistenti e utilizzando opportuni modelli inferenziali. A tal scopo, l'informazione relativa alla presenza o assenza di ogni limitazione nei suoli di ogni cella, ricavata dalle circa 43,504 osservazioni pedologiche puntuali utilizzate a partire dalle 46,000 presenti nella banca dati dei suoli del Centro Nazionale di Cartografia Pedologica del CREA-AA, è stata spazializzata statisticamente utilizzando una serie di covariate, in particolare:

Regioni di terre in scala 1:5.000.000, carta dei suoli d'Italia in scala 1:1.000.000, Carte del contenuto di argilla e sabbia dei Sistemi pedologici prodotti ad una scala di riferimento di 1:500.000, Dati disponibili su internet e prodotti dal progetto Global Soil Grid, Uso del suolo a maglia di 500 m, Carta geologica d'Italia, DEM ed indici morfologici derivati, indici climatici e bioclimatici, Carte tematiche precedentemente elaborate dal CREA-AA di Firenze. Le banche dati ausiliarie utilizzate e relativi metadati sono riassunti nella seguente tabella.

Titolo del dato ausiliario	Responsabile della creazione e mantenimento	Codice identificativo	Data di creazione	Formato	Tipo di dato	Risoluzione spaziale	Unità di misura	Qualità e validità (fonte)
Regioni pedologiche	CREA-AA, Firenze	SR	2012	vector	Categorico	1:5.000.000	n/a	Costantini et al., 2012
Province pedologiche	CREA-AA, Firenze	Sub_reg	2012	vector	Categorico	1:1.000.000	n/a	Costantini et al., 2012
Sistemi pedologici	CREA-AA, Firenze	Soil_systems	2013					Costantini et al., 2013b
Tessitura dei sistemi di pedologici	CREA-AA, Firenze	tes_cov	2012	vector	Categorico	1:500.000	n/a	Valore medio delle osservazioni ricadenti nelle delineaioni, o media delle tessiture delle tipologie pedologiche legate al poligono (con <5 osservazioni/delineazioni).
Limited Soil Drainage	CREA-AA, Firenze	GLE_Y_cov	2012	Vector	Binary class: presence (1) or absence (0)	1:500.000	n/a	Precedente consegna delle aree svantaggiate per motivi pedologici (Novembre, 2012).
Unfavourable Soil Texture and Stoniness - organic soil	CREA-AA, Firenze	HIST_cov	2012	Vector	Binary class: presence (1) or absence (0)	1:500.000	n/a	
Unfavourable Soil Texture and Stoniness - vertic properties	CREA-AA, Firenze	VERTI_cov	2012	Vector	Binary class: presence (1) or absence (0)	1:500.000	n/a	
Unfavourable Soil Texture and Stoniness - coarse fragments	CREA-AA, Firenze	coarse_cov	2012	Vector	Binary class: presence (1) or absence (0)	1:500.000	n/a	
Shallow Rooting Depth	CREA-AA, Firenze	depth_cov	2012	Vector	Binary class: presence (1) or absence (0)	1:500.000	n/a	
Poor Chemical Properties – salinity	CREA-AA, Firenze	SALIC_cov	2012	Vector	Binary class: presence (1) or absence (0)	1:500.000	n/a	
Poor Chemical Properties – sodicity	CREA-AA, Firenze	sodi_cov	2012	Vector	Binary class: presence (1) or absence (0)	1:500.000	n/a	
Poor Chemical Properties – acidity	CREA-AA, Firenze	ACID_cov	2012	Vector	Binary class: presence (1) or absence (0)	1:500.000	n/a	
Quota (mslm)		QuotaM			Continuo	30 metri	Metri	Da Aster images
Distanza dalla costa	CREA-AA, Firenze	coast_dist	2016	Raster	Continuo	1000 metri	Metri	Ottenuto con SAGA da QuotaM
Sommatoria della	CREA-AA, Firenze	relief_d	2016	Raster	Continuo	500 metri	Metri	

distanza dai principali rilievi >1500, 1000-1500 e 500-1000								
Pendenza	CREA-AA, Firenze	slope500	2016	Raster	Continuo	250 metri	cm/m	
Topographic Wetness Index	CREA-AA, Firenze	twi500	2016	Raster	Continuo	250 metri	m ² /radiant i	
Multi Resolution Index of Valley Bottom Flatness	CREA-AA, Firenze	mrvbf500	2016	Raster	Continuo	250 metri	n/a	
precipitazioni medie annue	CREA-AA, Firenze	raina	2013	Raster	Continuo	1000 metri	mm/anno	Costantini et al., 2013a
indice di aridità del suolo	CREA-AA, Firenze	sai_soilof	2013	Raster	Continuo	500 metri	giorni/anno	
stagionalità delle precipitazioni	CREA-AA, Firenze	seasonalit	2013	Raster	Continuo	500 metri	mese/anno	
contenuto idrico dei suoli alla capacità di campo	CREA-AA, Firenze	fc_500	2013	Raster	Continuo	500 metri	cm/m	
indice di Huglin	CREA-AA, Firenze	i_huglin	2013	Raster	Continuo	1000 metri	°C	Pollini et al., 2013
temperatura media del suolo a 50 cm di profondità	CREA-AA, Firenze	tmsoil	2013	Raster	Continuo	1000 metri	°C	
Soil inorganic carbon	CREA-AA, Firenze	sic500	2012	Raster	Continuo	900 metri	dag/kg	prodotte dal CREA-ABP e non pubblicate
Profondità della pedogenesi	CREA-AA, Firenze	pedo500	2012	Raster	Continuo	900 metri	Cm	
Corine land cover	ISPRA	Uso	2006	Vector	Categorico	1:100.000	n/a	Sambucini et al. (2010)
Carta litologica del Canuti	ISPRA	canuti_mod		Vector	Categorico			Servizio geologico d'Italia (1978)
contenuto di sabbia fra 0-100 cm	ISRIC	sg_sand100	2014	Raster	Continuo	250 m	dag/kg	Hengl et al., 2014. Progetto Global Soil Grid
contenuto di limo fra 0-100 cm	ISRIC	sg_silt100	2014	Raster	Continuo	250 m	dag/kg	
contenuto di argilla fra 0-50 cm	ISRIC	sg_clay50	2014	Raster	Continuo	250 m	dag/kg	
pH fra 0-100 cm	ISRIC	sg_ph	2014	Raster	Continuo	250 m	n/a	
contenuto di scheletro fra 0-50 cm	ISRIC	sg_sk50	2014	Raster	Continuo	250 m	dag/kg	

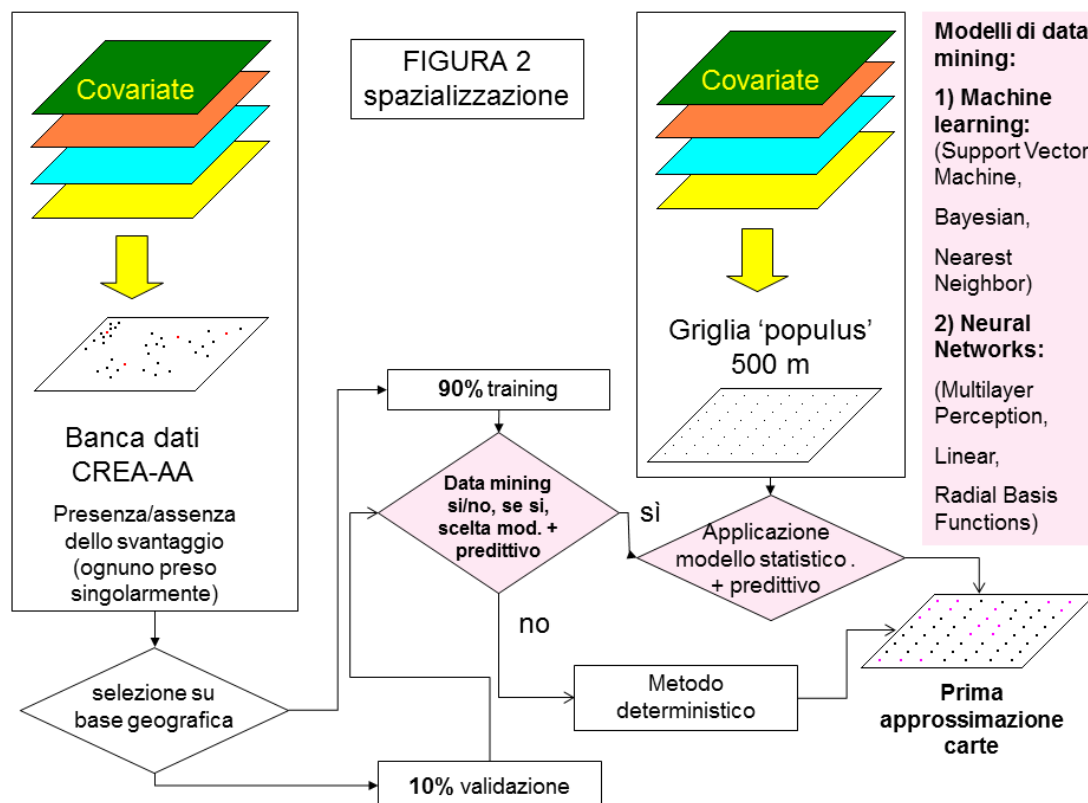
Il metodo utilizzato per “spazializzare” l’informazione pedologica puntuale è stato in forma preferenziale di tipo statistico, cioè tramite modelli di statistica spaziale, ed in particolare tramite modelli di data mining. La validazione dei risultati delle mappe finali ottenute è avvenuta utilizzando un set di siti (circa il 10%) per ogni limitazione pedologica, che non sono stati adoperati per la creazione dei modelli, e costituiscono, dunque, un dataset indipendente di validazione esterna. La scelta dei siti di validazione è stata fatta in maniera casuale automatica, con criterio spaziale.

Di seguito è riportata una tabella riassuntiva dei dati utilizzati.

Soil limitation		Training set	Validation set	Total	Points without specific information about the soil limitation	Total points used in the Italian database
Limited soil drainage		34579	3739	38318	5186	43504
Unfavourable Soil Texture and Stoniness -	coarse fragmen ts	38069	4214	42283	1221	43504
	Sand and Loamy sand	37046	4105	41151	2353	43504
	Heavy clay	36251	3892	40143	3361	43504
	Organic soils	36363	4040	40403	3101	43504
	Vertic properti es	36533	3991	40524	2980	43504
Shallow rooting depth		34951	3864	38815	4689	43504
Poor Chemical Properties –	Salinity	26178	2909	29087	14417	43504
	Sodicity	26122	2899	29021	14483	43504
	Soil acidity	23814	2646	26460	17044	43504

Per le limitazioni pedologiche per le quali il risultato della validazione ha indicato che nessun metodo di data mining forniva un risultato soddisfacente, si è utilizzato un metodo di spazializzazione di tipo deterministico, basato solo sulle carte pedologiche e sui siti. Con il metodo deterministico, in definitiva, le celle con suoli che presentano una limitazione pedologica sono quelle dove sono state effettivamente riscontrate come prevalenti le limitazioni indagate. Sono state spazializzate con metodo deterministico le limitazioni: Poor Chemical Properties – Salinity, Poor Chemical Properties – Sodicity e Unfavourable Soil Texture and Stoniness - Organic soils. Per tutte le altre limitazioni è stato usato il metodo statistico, scegliendo per ogni limitazione il metodo di data mining più predittivo per ogni area geografica omogenea (Soil region).

Uno schema semplificato della procedura di spazializzazione è riportato nella seguente figura.



Per ogni limitazione pedologica spazializzata con metodo statistico è stata effettuata una analisi preliminare delle variabili ausiliarie da utilizzare. Una prima selezione delle variabili continue è stata effettuata eliminando quelle non significative per $p < 0.0001$ al Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks test. Sulle variabili selezionate è stato effettuato uno Spearman Rank Order Correlations test, verificando quali fossero le variabili continue autocorrelate per $p > 0.8$. Fra le variabili continue autocorrelate sono state selezionate quelle con valore di Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks test maggiore. Le variabili categoriche sono state analizzate tramite la Multiple Correspondence Analysis, ed è stato calcolato il loro Contributions to Chi-Square test, in relazione a ciascuna limitazione pedologica. Sono state considerate significative le covariate categoriche con un contributo superiore al contributo medio. Si vedano le tabelle seguenti per i risultati dei test di selezione delle variabili ausiliarie.

Di seguito è riportato il risultato dello Spearman Rank Order Correlations test. Sono risultate autocorrelate per $p > 0.8$ le variabili: mrvbf500, twi500 e sg_sk50.

	QuotaM	relief_dis	coast_dist	i_huglin	raina	sai_soilof	seasonalit	tmsoil	sab_cov	arg_cov	sic500	pedo500	slope500	twi500	fc_500	mrxbf500	sg_sand100	sg_silt100	sg_clay50	sg_ph
relief_dis	-0.62																			
coast_dist	0.27	-0.27																		
i_huglin	-0.64	0.55	-0.59																	
raina	0.35	-0.62	0.33	-0.52																
sai_soilof	-0.45	0.58	-0.57	0.75	-0.79															
seasonalit	0.09	-0.04	-0.49	0.36	-0.09	0.36														
tmsoil	-0.31	0.48	-0.69	0.68	-0.65	0.80	0.40													
sab_cov	0.02	-0.05	-0.08	0.02	0.12	0.05	0.28	-0.15												
arg_cov	-0.05	0.25	-0.14	0.23	-0.39	0.31	-0.08	0.51	-0.68											
sic500	-0.29	0.25	-0.08	0.27	-0.45	0.36	-0.19	0.33	-0.33	0.44										
pedo500	-0.37	0.14	0.06	0.23	-0.11	0.17	-0.11	0.05	0.00	0.02	0.17									
slope500	0.58	-0.44	0.02	-0.35	0.25	-0.30	0.14	-0.11	-0.09	0.05	-0.14	-0.32								
twi500	-0.68	0.46	0.05	0.39	-0.26	0.29	-0.17	0.06	0.05	-0.06	0.15	0.40	-0.73							
fc_500	-0.08	0.21	-0.10	0.18	-0.34	0.23	-0.10	0.41	-0.59	0.68	0.34	0.07	0.02	0.01						
mrxbf500	-0.72	0.58	0.00	0.45	-0.31	0.35	-0.12	0.14	0.06	-0.02	0.18	0.38	-0.70	0.86	0.03					
sg_sand100	-0.04	-0.09	-0.04	-0.05	0.23	-0.10	0.21	-0.23	0.61	-0.60	-0.39	-0.05	-0.10	0.09	-0.54	0.10				
sg_silt100	-0.19	0.07	0.40	-0.11	-0.05	-0.14	-0.57	-0.20	-0.48	0.23	0.33	0.25	-0.21	0.32	0.28	0.25	-0.63			
sg_clay50	0.23	0.07	-0.28	0.17	-0.29	0.29	0.19	0.48	-0.35	0.57	0.23	-0.13	0.28	-0.36	0.44	-0.33	-0.73	0.00		
sg_ph	-0.47	0.56	-0.29	0.56	-0.67	0.64	-0.06	0.58	-0.31	0.52	0.58	0.23	-0.32	0.36	0.43	0.41	-0.55	0.38	0.39	
sg_sk50	0.79	-0.59	0.05	-0.50	0.27	-0.32	0.16	-0.16	0.06	-0.08	-0.24	-0.39	0.61	-0.74	-0.10	-0.80	0.07	-0.33	0.21	-0.51

Di seguito è riportato il risultato del Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks test. In grigio sono evidenziate le variabili escluse, cioè non utilizzate per il data mining.

	GLEY		ACID		VERTIC		DEPTH		COARSE		ARENIC		CLAY	
	K-W test, H	K-W test, p	K-W test, H	K-W test, p	K-W test, H	K-W test, p	K-W test, H	K-W test, p	K-W test, H	K-W test, p	K-W test, H	K-W test, p	K-W test, H	K-W test, p
QuotaM	575.38	0.0000	265.47	0.0000	145.24	0.0000	570.96	0.0000	2644.1	0.0000	147.55	0.0000	0.84	0.3588
relief_dis	56.59	0.0000	278.89	0.0000	113.11	0.0000	4.93	0.0264	1561.5	0.0000	2.17	0.1404	24.82	0.0000
coast_dist	255.06	0.0000	171.78	0.0000	161.05	0.0000	171.99	0.0000	1.3	0.2482	14.21	0.0002	31.93	0.0000
i_huglin	5.98	0.0145	514.14	0.0000	761.34	0.0000	73.78	0.0000	1023.1	0.0000	0.00	0.9909	35.77	0.0000
raina	29.87	0.0000	686.29	0.0000	1562.82	0.0000	0.44	0.5083	784.4	0.0000	29.13	0.0000	147.26	0.0000
sai_soilof	0.52	0.4726	711.91	0.0000	1361.61	0.0000	6.45	0.0111	574.2	0.0000	16.08	0.0001	89.27	0.0000
seasonalit	183.67	0.0000	38.56	0.0000	14.57	0.0001	53.15	0.0000	395.0	0.0000	49.40	0.0000	13.69	0.0000
tmsoil	132.10	0.0000	452.92	0.0000	2062.49	0.0000	152.11	0.0000	199.1	0.0000	282.22	0.0000	314.91	0.0000
sab_cov	95.73	0.0000	163.20	0.0000	2147.95	0.0000	0.53	0.4684	420.1	0.0000	1335.66	0.0000	418.38	0.0000
arg_cov	2.69	0.1011	481.39	0.0000	3929.98	0.0000	16.18	0.0001	407.7	0.0000	1529.03	0.0000	746.74	0.0000
sic500	282.32	0.0000	745.95	0.0000	2284.51	0.0000	181.25	0.0000	1055.7	0.0000	232.01	0.0000	95.08	0.0000
pedo500	252.70	0.0000	0.94	0.3326	653.66	0.0000	1418.94	0.0000	1646.2	0.0000	80.97	0.0000	1.78	0.1818
slope500	331.92	0.0000	103.43	0.0000	7.25	0.0071	611.12	0.0000	1972.7	0.0000	115.31	0.0000	4.90	0.0269
twi500	836.92	0.0000	116.65	0.0000	85.70	0.0000	778.56	0.0000	2071.0	0.0000	119.68	0.0000	0.00	0.9687
fc_500	46.22	0.0000	279.06	0.0000	3614.84	0.0000	9.95	0.0016	517.5	0.0000	1527.82	0.0000	745.88	0.0000
mrvbf500	712.16	0.0000	140.71	0.0000	89.71	0.0000	639.85	0.0000	2955.3	0.0000	93.73	0.0000	1.24	0.2645
sg_sand100	48.69	0.0000	592.38	0.0000	2652.16	0.0000	192.24	0.0000	827.3	0.0000	1357.35	0.0000	389.11	0.0000
sg_silt100	601.39	0.0000	225.27	0.0000	746.45	0.0000	833.66	0.0000	1695.9	0.0000	440.18	0.0000	47.02	0.0000
sg_clay50	57.72	0.0000	408.05	0.0000	2192.40	0.0000	17.81	0.0000	1.0	0.3274	791.17	0.0000	436.72	0.0000
sg_ph	78.94	0.0000	1181.57	0.0000	2228.99	0.0000	254.10	0.0000	2272.2	0.0000	369.56	0.0000	162.39	0.0000
sg_sk50	787.67	0.0000	264.92	0.0000	116.74	0.0000	882.08	0.0000	4595.3	0.0000	29.02	0.0000	1.04	0.3073

Di seguito sono riportati I risultati Contributions to Chi-Square test risultante dalla Multiple Correspondence Analysis per le variabili categoriche. Sono significative le variabili con Contribution to Chi-Square > 16.67 %, per GLEY, ACID, VERTIC, DEPTH e COARSE, e > 20 % per ARENIC e CLAY. In grigio sono evidenziate le variabili escluse, cioè non utilizzate successivamente per il data mining.

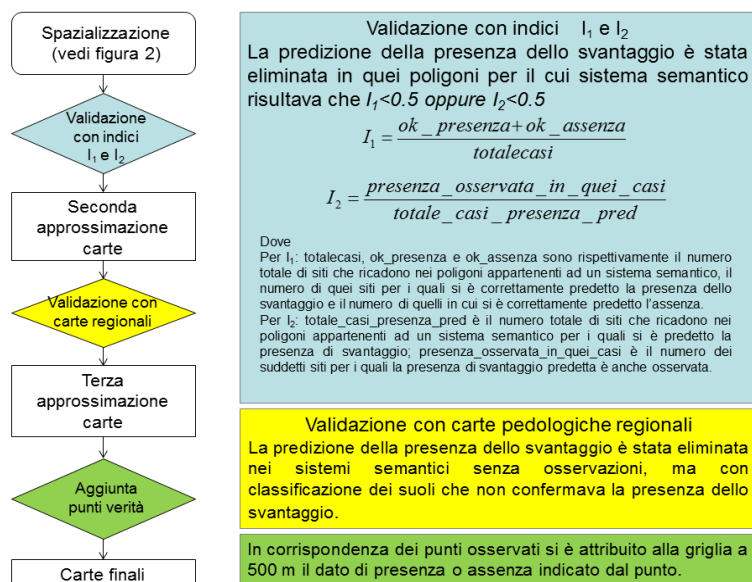
	GLEY	ACID	VERTIC	DEPTH	COARSE	ARENIC	CLAY
SR	18.46	11.59	10.11	13.18	19.07	11.03	15.39
Sub_reg	31.75	37.24	21.30	23.85	23.94	21.45	25.55
canuti_mod	17.75	8.49	9.43	29.53	18.36	14.96	12.04
uso	10.62	17.09	7.24	21.14	16.56	5.61	8.07
tes_cov	5.37	6.66	26.21	1.07	3.61	46.95	38.95
SOIL_cov ¹	16.05	18.92	25.70	11.22	18.47	-	-
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

1. SOIL_cov: per GLEY è GLEY_cov; per acid è ACID_cov; per vertic è VERTI_cov; per DEPTH è depth_cov; per coarse è coarse_cov; non presente per ARENIC e CLAY.

La spazializzazione è stata raffinata escludendo le delineazioni di Sistema di Terre dove il modello dava una predittività positiva (calcolata col dataset di validazione) inferiore al 50%. La carta dei Sistemi di Terre è stata inoltre utilizzata per escludere dalla spazializzazione i punti localizzati all'interno di delineazioni dove le classificazioni delle tipologie di suolo indicate dalla carta escludevano la presenza della limitazione. Questo è stato fatto per incrementare il livello di confidenza della carta finale ed essere più restrittivi. La carta dei Sistemi di Terre è in scala 1:500.000 e contiene informazioni sulle tipologie di suolo più frequenti in ogni delineazione. Le tipologie di suolo sono descritte per WRB 2014 e la classificazione USDA, includendo tutti i qualificatori WRB 2014, e tutte le famiglie della classificazione USDA al di sotto dell'ordine. Le tipologie di suolo sono descritte per mezzo di media, deviazione standard e numerosità campionaria per i dati quantitativi, e con valori modali per le variabili categoriche, sia per i caratteri superficiali, che per quelli profondi. Non è disponibile l'informazione relativa alla frequenza spaziale delle diverse tipologie di suolo nelle delineazioni, invece tutti i suoli indicati sono rappresentativi, cioè tipici, nella delineazione.

La validazione finale della spazializzazione è stata fatta con un approccio Bayesiano, cioè calcolando la predittività (positiva e negativa) in ogni delineazione utilizzando il dataset di validazione. A ciascun punto di validazione è stato attribuito il dato predetto dalla spazializzazione circa la presenza o assenza della limitazione in base alla sua localizzazione spaziale sulla mappa finale. La predittività positiva è stata calcolata dividendo il numero totale di punti predetti correttamente per la presenza della limitazione, rispetto al numero totale di punti di validazione. La predittività negativa è stata calcolata dividendo il numero totale di punti predetti correttamente per l'assenza della limitazione, rispetto al numero totale di punti di validazione.

Oltre alla prima validazione dei risultati dei modelli effettuata utilizzando il dataset indipendente di validazione (10% dei siti), una successiva validazione è stata ottenuta utilizzando le cartografie pedologiche esistenti, in particolare la classificazione dei suoli indicata nei sistemi di terre, che costituiscono il livello geografico pedologico disponibile a maggior dettaglio per tutto il territorio nazionale. Uno schema semplificato della metodologia di validazione è riportato nella seguente figura. Durante la validazione con le carte regionali si sono coinvolte le amministrazioni regionali disponibili a fornire informazioni puntuali o cartografiche.



Specifiche metodologiche adottate per i singoli criteri

Limited Soil Drainage

Sono definiti “Soils affected by Limited Soil Drainage” le aree che sono sommerse per una durata significativa durante l’anno, cioè che sono bagnate completamente fino ad 80 cm di profondità per più di 6 mesi, o fino a 40 cm di profondità “Gleyic colour pattern” fino a 40 cm di profondità.

Il primo criterio per individuare i siti con suoli “affected by Limited Soil Drainage” è stato l’uso della classificazione WRB 2014 (o precedenti versioni), quando presente nel dato puntuale. Sono stati considerati limitati i suoli classificati come Gleysol a livello di Reference Soil Group, o qualificati come gleyic o epigleyic. Sono definiti Gleysols i “suoli con uno strato di spessore ≥ 25 cm, e che comincia entro ≤ 40 cm dalla superficie minerale del suolo, che abbia: a. proprietà gleyiche in tutto lo spessore; e b. condizioni riduttive in qualche parte di ogni suo sottorizzonte”, perciò si tratta di suoli che adempiono il limite soglia del “Gleyic colour pattern” fino a 40 cm di profondità. I suoli qualificati come gleyic hanno per definizione “uno strato spesso ≥ 25 cm, e che comincia entro ≤ 75 cm dalla superficie minerale del suolo, che ha proprietà gleyiche per tutto lo spessore e condizioni riducenti in qualche parte di ogni suo sottorizzonte”. Il qualificatore epigleyic si riferisce al caso in cui le caratteristiche sono presenti entro 50 cm dalla superficie minerale. Abbiamo verificato i suoli italiani classificati come gleyic e epigleyic e abbiamo trovato che tutti soddisfano il limite soglia del “Gleyic colour pattern” fino a 40 cm di profondità. Il secondo criterio utilizzato è stato il drenaggio interno indicato dal rilevatore, considerando come limitati i suoli descritti come mal drenati o molto mal drenati (Linee Guida dei Metodi di Rilevamento e Informatizzazione dei Dati Pedologici, http://soilmaps.entecra.it/download/pub-Linee_guida_2011.pdf, pagina 228)-

Il terzo criterio usato è stato la presenza di falda freatica con limite superiore entro gli 80 cm di profondità. Comunque, questo criterio è stato utilizzato come unico criterio solo nello 0.27% dei casi, sotto suggerimento delle autorità regionali, che hanno fortemente richiesto l'inclusione di questi suoli. L'esclusione di questi suoli dall'elaborazione non cambierebbe il risultato finale. Il quarto criterio è stato la selezione di suoli con "Gleyic colour pattern" fino a 40 cm di profondità. Per la selezione di questi suoli si è usata la definizione di colori gleyici data dalla WRB 2014: Munsell colour hue of N, 10Y, GY, G, BG, B, PB moist, or a Munsell colour hue of 2.5Y or 5Y with chroma of ≤ 2 , moist). Di seguito è riportata una tabella riassuntiva dei siti selezionati per presenza o assenza della limitazione secondo i 4 criteri descritti.

Criteri di individuazione	Numero di osservazioni pedologiche puntuali individuate		
	PRESENZA	ASSENZA	TOTAL
CLASSIFICAZIONE WRB	1099 (2.87%)	26360 (68.79%)	27459 (71.66%)
SUOLI MAL DRENATI O MOLTO MAL DRENATI	375 (0.98%)	782 (2.04%)	1157 (3.02%)
GLEYIC COLOUR PATTERN (WRB)	1580 (4.12%)	8018 (20.92%)	9598 (25.05%)
FALDA	104 (0.27%)	0 (0.00%)	104 (0.27%)
TOTALE	3158 (8.24%)	35160 (91.76%)	38318 (100%)

La validazione dei risultati ha indicato una predittività positiva del 74,8 % e negativa dell'82,0 %.

Di seguito si riportano profili capisaldo di tipologie (soil reference profiles) nei quali è sia descritto il drenaggio nelle classi poorly drained e very poorly drained (mal drenato o molto mal drenato), che il "Gleyic colour pattern" entro i primi 40 cm di profondità. Questo conferma che la descrizione italiana delle classi di drenaggio mal drenato o molto mal drenato rispettano la regolamentazione europea, in quanto lo svantaggio si riscontra entro i primi 40 cm di profondità. Molti di questi suoli sono classificati come Gleysol (WRB 2014 o versioni anteriori) a livello di Reference Soil Group, o qualificati come gleyic o epigleyic (WRB 2014 o versioni anteriori) e soddisfano il criterio delle proprietà gleyiche entro i primi 40 cm. Si conferma che tutti i suoli usati nel modello in base alla classificazione WRB soddisfano il limite delle proprietà gleyiche entro i primi 40 cm di profondità, così come negli esempi riportati.

SOIL SITE BDS P 2216

UTS - STS: 18.8CMfv2 1 **Correlation:** benchmark **Survey date:** 31/05/2000
Soil region: 18.8 **Surveyer:**
Land system: 24AM20 **Coordinates:** N: E: **LAT:** 45.14 **LON:** 12.14
Land subsystem: PCZxxOTAFB **Site:** Buoro
Land Unit: **Municipality:** Cavarzere
Elevation: -2 m s.l.m. **Province:** Venezia
Slope: 0 % **Aspect:** ° **Stones:** small medium absent large absent
Rocks: absent
Land use: main land use: arable lands
Land form hm:
Land element dm:
Substratum: fluvial sediments
Parent material:
Characters and qualities: , internal drainage: poorly drained, rooting depth: shallow (25-50 cm); root restriction: impediments: oxygen scarcity and redox phenomena (water table)
Class. USDA: 9^{ed.} (2003) Cumulic Humaquepts fine-silty, mixed, nonacid, mesic, , not used
Class. WRB: 1^{ed.} (1998) Gleyi Fluvis Cambisols (Mollic)
Notes: coordinate ricavate dal toponimo



HORIZONS

Ap1	45 cm	moist color: 5Y 2.5/2; estimated texture: silty clay loam
Ap2	65 cm	moist color: 5Y 3/3; main redox features: 5Y 6/2; secondary redox features: 10YR 5/6; estimated texture: silty clay loam
Bg	90 cm	moist color: 5Y 5/1; main redox features: 10YR 6/6; secondary redox features: 10YR 5/6; estimated texture: silty loam
B/O	130 cm	moist color: 2,5Y 3/2; main redox features: 10YR 5/6; estimated texture: silty clay
Oe	150 cm	moist color: 10YR 2/1; estimated texture: silty clay
Cg	170 cm	moist color: 5Y 4/1; main redox features: 10YR 4/4; estimated texture: silty clay loam

CHEMICAL AND PHYSICAL ANALYSIS

Horiz.	Depth cm	Sand dag/kg					Silt dag/kg			Clay dag/kg	CaCO3 dag/kg		O.C. dag/kg	O.M. dag/kg	H2O	pH	
		v. coarse	coarse	med.	fine	v. fine	total	coarse	fine	total	total	active				CaCl2	KCl
Ap1	0 45						15.5			52.4	32.1	4	2.88	4.95	7.1		
Ap2	45 65						13.3			54.6	32.0	3	2.61	4.49	8.0		
Bg	65 90						4.1			69.9	26.0	4	1.07	1.84	7.0		
B/O	90 130						10.2			47.0	42.8	0	3.33	5.73	6.3		
Oe	130 150						10.0			50.0	40.0	0	10.93	18.80	4.0		
Cg	150 170						8.1			55.2	36.7	0	4.27	7.34	3.5		

Horiz.	Depth cm	Exchange complex cmol(+)/kg								BS %	Total Acid.	ESP %	N tot g/kg	P ass mg/kg	K ass mg/kg	F.C. (cm/m)	W.P. mm/m	AWC mm/m	B.D. g/cm3	E.C. dS/m	C/N
		Ca	Mg	Ca+Mg	Na	K	H	Al	CEC												
Ap1	0 45															17.7	34.6	168.4			
Ap2	45 65															17.6	34.8	171.3			
Bg	65 90															14.5	32.8	183.0			
B/O	90 130															24.3	40.7	164.5			
Oe	130 150															22.5	39.2	167.6			
Cg	150 170															20.4	37.7	172.5			

SOIL SITE BDS P 2404

UTS - STS: 18.8GLcc1 1 **Correlation:** benchmark **Survey date:** 03/04/1998
Soil region: 18.8 **Surveyer:**
Land system: 131ASAL2032 **Coordinates:** gauss-boaga N: 5024720 E: 1550830 **LAT:** 45.37 **LON:** 9.649
Land subsystem: **Site:** C. na Bosco (CREMA)
Land Unit: **Municipality:** Crema
Elevation: 77 m s.l.m. **Province:** Cremona
Slope: 0 % **Aspect:** ° **Stones:** small absent
Rocks: absent medium absent
Land use: main land use: arable lands large absent
Land form hm: depression in reclaimed flood plain
Land element dm: depression
Substratum: fluvial sediments; sandy
Parent material: fluvial sediments; sandy
Characters and qualities: Water table type: present, erosion: absent, runoff: negligible, internal drainage: very poorly drained, rooting depth: moderately deep (50-100 cm), root restriction: impediments: oxygen scarcity and redox phenomenon (water table), available water capacity: moderate (100-150), depuration capacity: moderate
Class. USDA: 7°ed. (1996) Fluvaquentic Epiaquepts clayey over loamy, mixed (calcareous), mesic,
Class. WRB: 2° ed. (2006) Calcic Gleysols



Notes:

HORIZONS

Ap	25 cm	moist color: 7.5YR 4/2; estimated texture: loam; structure: subangular blocky very coarse, moderate; hydraulic conductivity: mod. high (1-10 µm/s) scarce <10 (n/dmq); roots: fine (1-2 mm) common (10-25); effervescence: effervescence: slight; boundary: clear smooth
Bkg	60 cm	moist color: 5Y 5/1; main redox features: 10YR 5/6, many (15-30%) fine (<5 mm), distinctness: prominent; estimated texture: silty clay loam; structure: subangular blocky very coarse, massive; cracks: thin (1-3 mm) scarce <10 (n/dmq); nodules of Fe-Mn extremely small (<2 mm) common (2-20%); pressure faces and slickensides common (11-50%); roots: fine (1-2 mm) few (1-10); effervescence: effervescence: violent; boundary: clear smooth
Bg	90 cm	moist color: 5Y 4/2; estimated texture: loam; structure: angular blocky very coarse, weak; hydraulic conductivity: high (10-100 µm/s) scarce <10 (n/dmq); roots: fine (1-2 mm) few (1-10); effervescence: effervescence: violent; boundary: clear smooth
Cg1	145 cm	moist color: 5G 5/1; estimated texture: loamy sands; structure: absent, structureless; hydraulic conductivity: very high (>100 µm/s) scarce <10 (n/dmq); effervescence: effervescence: violent; boundary: abrupt smooth
Cg2	200 cm	moist color: 5G 5/1; coarse fragments: very abundant (>70%) type: coarse gravel (20-76 mm) type: medium gravel (5-20 mm); estimated texture: sands; structure: absent, structureless scarce <10 (n/dmq); effervescence: effervescence: violent; boundary: unknown

CHEMICAL AND PHYSICAL ANALYSIS

Horiz.	Depth		Sand dag/kg								Silt dag/kg		Clay	CaCO3 dag/kg		O.C.	O.M.	pH	H2O	CaCl2	KCl
	cm		v. coarse	coarse	med.	fine	v. fine	total	coarse	fine	total	dag/kg	total	active	dag/kg	dag/kg					
Ap	0	25	17.8	0.0		19.2	11.0	48.0	9.6	19.8	29.4	22.6	0.5		3.48	6.00	7.5				
Bkg	25	60	1.6	0.0		2.8	5.6	10.0	8.1	42.7	50.8	39.2	15		0.78	1.35	8.3				
Bg	60	90	11.5	0.0		19.4	15.3	46.2	18.2	22.4	40.6	13.2			0.48	0.83	8.3				
Cg1	90	145	33.1	0.0		43.4	8.6	85.1	7.1	5.9	13.0	1.9	4		0.50	0.86	8.3				
Horiz.	Depth	Exchange complex cmol(+)/kg								BS	Total	ESP	N tot	P ass	K ass	F.C.	W.P.	AWC	B.D.	E.C.	C/N
	cm	Ca	Mg	Ca+Mg	Na	K	H	Al	CEC	%	Acid.	%	g/kg	mg/kg	mg/kg	(cm/m)	mm/m	g/cm3	dS/m		
Ap	0 25	24.9	3.4		0.45	0.15			30.8	94		1.6				13.7	25.7	119.3			
Bkg	25 60	24.9	3.9		0.8	0.17			23.7	100		2.7				22.0	38.8	168.4			
Bg	60 90	9.8	1.7		0.71	0.19			7	100		5.7				10.2	23.6	134.8			
Cg1	90 145	7.1	0.9		0.82	0.08			6.4	100		9.1				4.3	12.4	80.6			

SOIL SITE ERS P 1007

UTS - STS: dTAV 1 **Correlation:** benchmark **Survey date:** 29/03/1991
Soil region: 18.8 **Surveyer:**
Land system: 134ASIAGs3220 **Coordinates:** gauss-boaga N: 5008574 E: 1479842 LAT: 45.23 LON: 8.743
Land subsystem: PCoxAFxx **Site:** C.NA TAVERNA
Land Unit: **Municipality:** Mortara
Elevation: 106 m s.l.m. **Province:** Pavia
Slope: 0 % **Aspect:** ° **Stones:** small absent
Rocks: absent medium absent
Land use: main land use: rice fields land developed for rice cultivation large absent
Land form hm: flat surfaces

Land element dm: depression
Substratum: fluvial sediments

Parent material:

Characters and qualities: , erosion: absent, internal drainage: very poorly drained, rooting depth: shallow (25-50 cm); root restriction: impediments: oxygen scarcity and redox phenomena (water table), available water capacity: moderate (100-150), depuration capacity: low

Class. USDA: 7^{ed}. (1996) Typic Epiaqualfs coarse-loamy, mixed, mesic

Class. WRB: 2^{ed}. (2006) Cutani Gleyic Alisols (Albic)

Notes:

HORIZONS

Ap	30 cm	moist color: 2.5Y 4/2 0; main redox features: 10YR 4/4, common (2-15%) fine (<5 mm), distinctness: distinct 0, no coarse fragments; estimated texture: sandy loam, massive; hydraulic conductivity: mod. high (1-10 µm/s) very few (<0.1%) scarce <10 (n/dmq); roots: fine (1-2 mm) common (10-25); effervescence: not effervescent; boundary: abrupt
Eg	45 cm	moist color: N 4/0 0; main redox features: 5YR 3/4, common (2-15%) fine (<5 mm), distinctness: prominent 0, no coarse fragments; estimated texture: sandy loam; structure: angular blocky fine, weak; hydraulic conductivity: high (10-100 µm/s); pores: fine (0.5-1 mm) very few (<0.1%) scarce <10 (n/dmq); coatings of iron-manganese common (11-50%) and of clay scarce (<10%); roots: fine (1-2 mm) few (1-10); effervescence: not effervescent; boundary: gradual
Btg1	65 cm	moist color: 5Y 4/1 0; main redox features: 5GY 4/1, common (2-15%), distinctness: prominent; secondary redox features: 2.5Y 4/4, no coarse fragments; estimated texture: sandy loam; structure: prismatic fine, weak; hydraulic conductivity: high (10-100 µm/s); pores: fine (0.5-1 mm) very few (<0.1%) scarce <10 (n/dmq); coatings of clay common (11-50%); roots: fine (1-2 mm) few (1-10); effervescence: not effervescent; boundary: clear
Btg2	75 cm	moist color: 5Y 5/1 0; main redox features: 2.5Y 4/4, common (2-15%) fine (<5 mm), distinctness: distinct; secondary redox features: 2.5Y 3/4, no coarse fragments; estimated texture: sandy loam; structure: subangular blocky medium, strong; hydraulic conductivity: high (10-100 µm/s); pores: fine (0.5-1 mm) very few (<0.1%) scarce <10 (n/dmq); coatings of clay common (11-50%) and of iron and clay common (11-50%); effervescence: not effervescent; boundary: gradual
BC	95 cm	moist color: 5GY 4/1 0; main redox features: 5Y 3/2, common (2-15%), distinctness: prominent 0, no coarse fragments; estimated texture: sandy loam; structure: prismatic medium, strong; hydraulic conductivity: high (10-100 µm/s); pores: fine (0.5-1 mm) few (0.1-0.5%) scarce <10 (n/dmq); effervescence: not effervescent; boundary: clear
BC	120 cm	moist color: 5GY 4/1 0 0 0, no coarse fragments; estimated texture: loamy sands, massive; hydraulic conductivity: mod. high (1-10 µm/s); pores: fine (0.5-1 mm) few (0.1-0.5%) scarce <10 (n/dmq); effervescence: not effervescent; boundary: unknown

CHEMICAL AND PHYSICAL ANALYSIS

Horiz.	Depth cm	v. coarse		coarse		Sand dag/kg		v. fine	total	Silt dag/kg		Clay dag/kg	CaCO3 dag/kg	O.C. dag/kg	O.M. dag/kg	H2O	pH	KCl
						med.	fine			coarse	fine	total	total	active			CaCl2	
Ap	0 30	14.9	0.0	0.0	0.0	18.2	31.3	64.4	11.4	10.8	22.2	13.4	0	1.80	3.10	5.8		4.9
Eg	30 45	12.1	0.0	0.0	0.0	18.7	31.3	62.1	11.9	18.1	30.0	7.9	0	1.40	2.41	5.4		4.7
Btg1	45 65	12.8	0.0	0.0	0.0	14.8	28.8	56.4	16.0	19.3	35.3	8.3	0	1.30	2.24	5.4		4.6
Btg2	65 75	14.6	0.0	0.0	0.0	17.0	31.6	63.2	10.8	12.7	23.5	13.3	0	0.40	0.69	5.7		4.6
BC	75 95	20.0	0.0	0.0	0.0	25.9	27.6	73.5	7.6	8.0	15.6	10.9	0	0.30	0.52	5.2		4.4
BC	95 120	47.8	0.0	0.0	0.0	25.8	12.4	86.0	1.8	3.1	4.9	9.1	0	0.20	0.34	5.5		4.5

Horiz.	Depth cm	Exchange complex cmol(+)/kg								BS %	Total Acid.	ESP %	N tot g/kg	P ass mg/kg	K ass mg/kg	F.C. (cm/m)	W.P. (cm/m)	AWC mm/m	B.D. g/cm3	E.C. dS/m	C/N
		Ca	Mg	Ca+Mg	Na	K	H	Al	CEC												
Ap	0 30	5.3	0.8		0.1	0.4			16.2	40		1.5				10.2	20.5	102.8			
Eg	30 45	5.3	0.9		0.1	0.3			16.7	40		1.5				8.2	19.6	114.7			
Btg1	45 65	4.8	1.0		0.1	0.3			16.4	37		1.6				8.5	20.9	124.6			
Btg2	65 75	2.8	0.7		0.1	0.3			8.5	45		2.6				10.2	20.7	104.8			
BC	75 95	2.7	0.7		0.1	0.3			10.8	34		2.6				9.1	18.4	92.2			
BC	95 120	2.4	0.7		0.1	0.3			10.3	33		2.9				8.1	15.8	77.3			



SOIL SITE ERS P 302

UTS - STS:	dBSC 1	Correlation:	benchmark	Survey date:	14/07/1995
Soil region:	18.8	Surveyer:			
Land system:	134AGsASi2032	Coordinates:	gauss-boaga N: 5013090 E: 1526548 LAT: 45.27 LON: 9.338		
Land subsystem:	PCOxAFxx	Site:	boscata		
Land Unit:		Municipality:	Valera Fratta		
Elevation:	81 m s.l.m.	Province:	Lodi		
Slope:	0 %	Aspect:	°	Stones:	small absent medium absent large absent
Rocks:	absent				
Land use:	main land use: row crops in permanently irrigated land				
Land form hm:					
Land element dm:	plain				
Substratum:	fluvial sediments; silty or loamy				
Parent material:					
Characters and qualities:	Water table type: present; erosion: absent; internal drainage: very poorly drained; rooting depth: shallow (25-50 cm); root restriction: impediments: oxygen scarcity and redox phenomena (water table); available water capacity: moderate (100-150); depuration capacity: moderate				



Class. USDA: 7^{ed.} (1996) Typic Epiaqualfs coarse-silty, mixed, mesic
Class. WRB: 1^o ed. (1998) Gleyic Luvisols

Notes:

HORIZONS

Ap1	10 cm	moist color: 5Y 5/3; main redox features: 10YR 5/3, abundant (30-50%); distinctness: prominent; secondary redox features: 10YR 5/6, no coarse fragments; estimated texture: loam; structure: subangular blocky medium scarce <10 (n/dmq); effervescence: effervescence: very slight; boundary: abrupt
Ap2	30 cm	moist color: 5Y 4/2; main redox features: 2,5Y 4/4, many (15-30%); distinctness: distinct, no coarse fragments; estimated texture: loam; structure: subangular blocky coarse; pores: medium (1-2 mm) common (0.5-2%) scarce <10 (n/dmq); roots: fine (1-2 mm) many (25-200); effervescence: effervescence: very slight; boundary: abrupt
Ab	45 cm	moist color: 5Y 5/2; main redox features: 10YR 5/6, many (15-30%); distinctness: prominent, no coarse fragments; estimated texture: loam; hydraulic conductivity: mod. high (1-10 µm/s); pores: medium (1-2 mm) abundant (2-5%) scarce <10 (n/dmq); masses of Fe-Mn extremely small (<2 mm) common (2-20%); roots: medium (3-5 mm) few (1-10); effervescence: effervescence: very slight; boundary: clear
Btg1	60 cm	moist color: 5Y 5/2; main redox features: 5Y 5/3, abundant (30-50%) coarse (>15 mm); distinctness: faint; secondary redox features: 5Y 5/4, no coarse fragments; estimated texture: loam; structure: subangular blocky coarse; pores: fine (0.5-1 mm) common (0.5-2%) scarce <10 (n/dmq); masses of Fe-Mn very small (3-5 mm) common (2-20%); coatings of clay common (11-50%); roots: medium (3-5 mm) few (1-10); effervescence: effervescence: strong; boundary: clear
Btg2	80 cm	moist color: 5Y 6/2; main redox features: 5GY 6/1, many (15-30%) coarse (>15 mm); distinctness: prominent; secondary redox features: 2,5Y 5/6, no coarse fragments; estimated texture: sandy loam; structure: subangular blocky very coarse; pores: medium (1-2 mm) common (0.5-2%) scarce <10 (n/dmq); coatings of clay scarce (<10%); effervescence: effervescence: strong; boundary: abrupt
BCkg	100 cm	moist color: 5Y 6/2; main redox features: 5GY 6/1, many (15-30%) coarse (>15 mm); distinctness: prominent; secondary redox features: 2,5Y 5/6, no coarse fragments; estimated texture: silty loam; hydraulic conductivity: mod. high (1-10 µm/s); pores: medium (1-2 mm) few (0.1-0.5%) scarce <10 (n/dmq); concretions of calcium carbonate small (6-20 mm) common (2-20%) and concretions of calcium carbonate small (6-20 mm) few (<2%); effervescence: effervescence: violent; boundary: clear
Ckg	150 cm	moist color: 5G 6/1; main redox features: 10YR 5/6, many (15-30%) coarse (>15 mm); distinctness: prominent; secondary redox features: 5Y 6/3, no coarse fragments; estimated texture: silty loam; structure: subangular blocky very coarse; pores: fine (0.5-1 mm) very few (<0.1%) scarce <10 (n/dmq); concretions of calcium carbonate small (6-20 mm) abundant (20-40%) and concretions of calcium carbonate small (6-20 mm) few (<2%); effervescence: effervescence: violent; boundary: abrupt

CHEMICAL AND PHYSICAL ANALYSIS

Horiz.	Depth		Sand dag/kg					Silt dag/kg				Clay	CaCO3 dag/kg		O.C.	O.M.	pH				
	cm		v. coarse	coarse	med.	fine	v. fine	total	coarse	fine	total	dag/kg	total	active	dag/kg	dag/kg	H2O	CaCl2	KCl		
Ap2	10	30	8.2	0.0	0.0	9.8	23.0	41.0	20.9	26.0	46.9	12.1	0.1	1.59	2.74	7.4					
Ab	30	45	11.8	0.0	0.0	4.3	22.1	38.2	22.3	25.7	48.0	13.8		1.58	2.72	7.4					
Btg1	45	60	4.3	0.0	0.0	5.5	32.7	42.5	27.9	18.4	46.3	11.2	6.5	0.16	0.28	8.4					
Btg2	60	80	0.8	0.0	0.0	5.3	46.1	52.2	33.2	11.1	44.3	3.5	13.6	0.08	0.14	8.6					
BCkg	80	100	1.2	0.0	0.0	1.1	19.9	22.2	47.7	24.6	72.3	5.5	18.7	0.12	0.21	8.6					
Horiz.	Depth	Exchange complex cmol(+)/kg								BS	Total	ESP	N tot	P ass	K ass	F.C.	W.P.	AWC	B.D.	E.C.	C/N
	cm	Ca	Mg	Ca+Mg	Na	K	H	Al	CEC	%	Acid.	%	g/kg	mg/kg	mg/kg	(cm/m)	mm/m	mm/m	g/cm3	dS/m	
Ap2	10	30	10.0	1.4		0.09	0.49		11.49	100		0.8				9.8	24.5	146.7			
Ab	30	45	10.2	1.5		0.09	0.53		11.87	100		0.7				10.3	25.2	149.0			
Btg1	45	60	10.8	1.1		0.12	0.43		9.17	100		1.0				9.6	24.1	145.5			
Btg2	60	80	5.8	0.6		0.09	0.05		3.41	100		1.4				7.4	22.0	145.9			
BCkg	80	100	7.9	0.7		0.08	0.06		3.89	100		0.9				9.2	29.2	200.1			

SOIL SITE ERS P 61

UTS - STS: dVST 1 Correlation: benchmark **Survey date:** 14/07/1995
Soil region: 18.8 **Surveyer:**
Land system: 134AGs/ASI2032 **Coordinates:** gauss-boaga N: 5013977 E: 1530261 LAT: 45.28 LON: 9.386
Land subsystem: P.OoxAFox **Site:** vistarina
Land Unit: **Municipality:** Salerano sul Lambro
Elevation: 79 m s.l.m. **Province:** Lodi
Slope: 0 % **Aspect:** ° **Stones:** small absent
Rocks: absent medium absent
Land use: main land use: arable lands large absent
Land form hm: flood plain
Land element dm:
Substratum: fluvial sediments
Parent material:

Characters and qualities: Water table type: present, erosion: absent, internal drainage: poorly drained, rooting depth: shallow (25-50 cm), root restriction: impediments: oxygen scarcity and redox phenomena (water table), available water capacity: moderate (100-150), depuration capacity: low

Class. USDA: 7^{ed} (1996) Typic Epiaqualfs fine-silty, mixed, mesic

Class. WRB: 1^o ed. (1998) Gleyic Luvisols

Notes:

HORIZONS

Ap1	18 cm	moist color: 10YR 4/4, no coarse fragments; estimated texture: loam; structure: subangular blocky coarse; pores: fine (0.5-1 mm) common (0.5-2%); cracks: thin (1-3 mm) common 10-25 (n/dmq); roots: medium (3-5 mm) few (1-10); boundary: abrupt
Ap2	40 cm	moist color: 5GY 4/1, no coarse fragments; estimated texture: loam; structure: subangular blocky coarse; pores: fine (0.5-1 mm) few (0.1-0.5%); cracks: thin (1-3 mm) common 10-25 (n/dmq); roots: medium (3-5 mm) few (1-10); boundary: abrupt
Btg	70 cm	moist color: 2.5Y 6/2; main redox features: 10YR 6/6, many (15-30%), distinctness: prominent, no coarse fragments; estimated texture: silty loam; structure: prismatic coarse; pores: fine (0.5-1 mm) common (0.5-2%); cracks: medium (3-5 mm) common 10-25 (n/dmq); masses of Fe-Mn extremely small (<2 mm) few (<2%); coatings of clay scarce (<10%); roots: fine (1-2 mm) few (1-10); boundary: clear
BCg1	147 cm	moist color: 2.5Y 6/1; main redox features: 10YR 5/6, abundant (30-50%), distinctness: prominent, no coarse fragments; estimated texture: silty clay loam; structure: prismatic medium; pores: fine (0.5-1 mm) common (0.5-2%) scarce <10 (n/dmq); concretions of Fe-Mn very small (3-5 mm) common (2-20%); coatings of clay scarce (<10%); roots: fine (1-2 mm) few (1-10); boundary: gradual
BCg2	172 cm	moist color: 5Y 6/1; main redox features: 10YR 6/6, common (2-15%), distinctness: prominent, no coarse fragments; estimated texture: silty loam; structure: prismatic medium; pores: fine (0.5-1 mm) few (0.1-0.5%) scarce <10 (n/dmq); boundary: abrupt
2Ckg	200 cm	moist color: 5Y 6/1; main redox features: 10YR 6/6, very few (<2%), distinctness: prominent; coarse fragments: frequent (15-35%) type: medium gravel (5-20 mm) type: coarse gravel (20-76 mm); estimated texture: sandy loam; hydraulic conductivity: mod. high (1-10 µm/s) scarce <10 (n/dmq); concretions of calcium carbonate small (6-20 mm) common (2-20%); effervescence: effervescence: very slight; boundary: unknown

CHEMICAL AND PHYSICAL ANALYSIS

Horiz.	Depth cm	v. coarse		coarse		Sand dag/kg				Silt dag/kg				Clay dag/kg	CaCO3 dag/kg		O.C. dag/kg	O.M. dag/kg	H2O	pH	CaCl2	KCl
		med	fine	med	fine	total	coarse	fine	total	total	active											
Ap1	0 18	9.1	0.0	0.0	12.1	24.8	46.0	16.7	25.4	42.1	11.9				1.31	2.26	6.6					
Ap2	18 40	8.0	0.0	0.0	14.0	27.0	49.0	17.5	23.6	41.1	9.9				1.46	2.52	6.1					
Btg	40 70	1.7	0.0	0.0	2.5	18.3	22.5	22.7	30.9	53.6	23.9				0.24	0.41	6.8					
BCg1	70 147	1.4	0.0	0.0	1.2	16.2	18.8	21.2	23.6	44.8	36.4				0.27	0.47	6.9					
BCg2	147 172	1.1	0.0	0.0	1.7	13.6	16.4	16.8	44.5	61.3	22.3				0.14	0.24	7.9					
2Ckg	172 200	0.5	0.0	0.0	4.5	44.4	49.4	34.9	9.6	44.5	6.1				0.12	0.21	8.2					

Horiz.	Depth cm	Exchange complex cmol(+)/kg								BS %	Total Acid.	ESP %	N tot g/kg	P ass mg/kg	K ass mg/kg	F.C. (cm/m)	W.P. mm/m	AWC mm/m	B.D. g/cm3	E.C. dS/m	C/N
		Ca	Mg	Ca+Mg	Na	K	H	Al	CEC												
Ap1	0 18	5.0	0.8		0.07	0.51			9.97	64		1.1				9.8	23.5	137.4			
Ap2	18 40	5.1	0.8		0.07	0.83			14.75	46		1.0				9.1	22.7	135.5			
Btg	40 70	6.5	0.8		0.11	0.31			13.39	58		1.4				13.7	30.2	164.6			
BCg1	70 147	14.0	2.3		0.25	0.18			23.33	71		1.5				20.2	36.2	159.9			
BCg2	147 172	12.8	2.2		0.24	0.13			19.3	77		1.6				13.0	30.5	175.1			
2Ckg	172 200	7.1	1.0		0.12	0.05			10.16	82		1.4				8.1	22.5	143.9			

SOIL SITE ERS P 2499

UTS - STS: dVVO 1 **Correlation:** benchmark **Survey date:** 03/03/1992
Soil region: 18.8 **Surveyer:**
Land system: 134ASIAGs3220 **Coordinates:** gauss-boaga **N:** 5015608 **E:** 1487002 **LAT:** 45.29 **LON:** 8.834
Land subsystem: PC00AF00 **Site:**
Land Unit: **Municipality:** Vigevano
Elevation: 108 m s.l.m. **Province:** Pavia
Slope: 0 % **Aspect:** ° **Stones:** small common (2-3%)
Rocks: absent medium absent
Land use: main land use: row crops in permanently irrigated land large common (2-3%)
Land form hm: paleochannel with interlaced channels in flood plain
Land element dm: plain
Substratum: fluvial sediments
Parent material:

Characters and qualities: Water table type: present, erosion: absent, internal drainage: poorly drained, rooting depth: shallow (25-50 cm); root restriction: impediments: oxygen scarcity and redox phenomena (water table); available water capacity: low (50-100); depuration capacity: low

Class. USDA: 7^{ed.} (1996) Typic Epiaquepts coarse-loamy, mixed, nonacid, mesic

Class. WRB: 2^{ed.} (2006) Stagnosols

Notes:

HORIZONS

Ap/Oe	20 cm	moist color: 10YR 3/3; main redox features: 7.5YR 3/4, common (2-15%) fine (<5 mm); secondary redox features: 2.5Y 5/3; coarse fragments: scarce (<5%) type: coarse gravel (20-76 mm); estimated texture: loamy sands; structure: granular medium, moderate; hydraulic conductivity: high (10-100 µm/s) abundant (2-5%) scarce <10 (n/dmq); effervescence: not effervescent; boundary: clear
Bg1	29 cm	moist color: 5Y 5/1; main redox features: 7.5YR 4/4, common (2-15%) fine (<5 mm); coarse fragments: scarce (<5%) type: medium gravel (5-20 mm); estimated texture: sandy loam; pores: fine (0.5-1 mm) few (0.1-0.5%) scarce <10 (n/dmq); effervescence: not effervescent; boundary: clear
Bg2	46 cm	moist color: 5Y 5/1; main redox features: 7.5YR 4/4, many (15-30%) fine (<5 mm); coarse fragments: scarce (<5%) type: medium gravel (5-20 mm); estimated texture: sandy loam; hydraulic conductivity: mod. high (1-10 µm/s); pores: fine (0.5-1 mm) few (0.1-0.5%) scarce <10 (n/dmq); effervescence: not effervescent; boundary: clear
Cg	85 cm	moist color: 5Y 4/1; main redox features: 7.5YR 4/6; coarse fragments: scarce (<5%) type: medium gravel (5-20 mm); estimated texture: sandy loam; hydraulic conductivity: mod. high (1-10 µm/s) scarce <10 (n/dmq); effervescence: not effervescent; boundary: unknown

CHEMICAL AND PHYSICAL ANALYSIS

Horiz.	Depth cm	Sand dag/kg						Silt dag/kg				Clay dag/kg	CaCO3 dag/kg		O.C. dag/kg	O.M. dag/kg	H2O	pH	
		v. coarse	coarse	med.	fine	v. fine	total	coarse	fine	total	total		active	CaCl2				KCl	
Ap/Oe	0 20	40.8	0.0	0.0	19.2	17.8	77.8	4.9	10.8	15.7	6.5	0		1.80	3.10	5.2			4.3
Bg2	29 46	28.6	0.0	0.0	16.8	23.3	68.7	7.8	19.0	26.8	4.5	0		0.90	1.55	5.5			4.5
Cg	46 85	28.3	0.0	0.0	8.7	18.5	55.5	10.6	18.4	29.0	15.5	0		0.40	0.69	5.7			4.6

Horiz.	Depth cm	Exchange complex cmol(+)/kg								BS %	Total Acid.	ESP %	N tot g/kg	P ass mg/kg	K ass mg/kg	F.C. (cm/m)	W.P. mm/m	AWC mm/m	B.D. g/cm3	E.C. dS/m	C/N
		Ca	Mg	Ca+Mg	Na	K	H	Al	CEC												
Ap/Oe	0 20	3.1	0.5			0.1			11.9	32						7.0	16.1	90.5			
Bg2	29 46	1.6	0.5		0.1				7.1	29		1.4				6.6	17.5	108.5			
Cg	46 85	1.9	0.6		0.1	0.1			7.9	33		3.7				11.0	22.5	114.6			



SOIL SITE BDS P 44

UTS - STS: 16.4FLgl1 1 **Correlation:** benchmark **Survey date:** 23/10/2002
Soil region: 16.4 **Surveyer:** Sergio Santucci
Land system: 219AA20 **Coordinates:** utm33wgs84 N: 4645979 E: 384150 LAT: 41.96 LON: 13.60
Land subsystem: FDxxALxx **Site:**
Land Unit: **Municipality:** Ortucchio
Elevation: 650 m s.l.m. **Province:** L'aquila
Slope: 0 % **Aspect:** ° **Stones:** small absent
Rocks: absent medium absent
Land use: main land use: row crops in permanently irrigated land large absent
Land form hm: almost mineral in filled or reclaimed lacustrine plain in reclaimed flood plain
Land element dm: plain
Substratum: calcareous mud; silty or loamy
Parent material: calcareous mud; silty or loamy
Characters and qualities: Water table type: absent, erosion: absent, runoff: negligible, internal drainage: poorly drained, rooting depth: shallow (25-50 cm); root restriction: impediments: oxygen scarcity and redox phenomenon (water table), available water capacity: very high (>200), depuration capacity: very high
Class. USDA: 8^{ed} (1999) Typic Fluvaquents coarse-silty, carbonatic, mesic
Class. WRB: 1^a ed. (1998) Calcari Epigleyic Fluvisols
Notes:
HORIZONS



Ap	50 cm	moist color: 2,5Y 5/2, no coarse fragments; estimated texture: silty loam; structure: subangular blocky medium, weak; consistence: very brittle; weakly adhesive; weakly plastic; hydraulic conductivity: mod. high (1-10 µm/s); pores: fine (0.5-1 mm) few (0.1-0.5%); roots: very fine (<1 mm) few (1-10); effervescence: effervescence: violent; bulk density estimation: low <1.2 g/cm ³ ; boundary: abrupt smooth
C	180 cm	moist color: 2,5Y 8/3, no coarse fragments; estimated texture: silty loam, massive; consistence: very brittle; weakly adhesive; weakly plastic; hydraulic conductivity: mod. low (0,1-1 µm/s); pores: coarse (2-5 mm) common (0.5-2%); roots: very fine (<1 mm) few (1-10), biological activity: common from: anellids; effervescence: effervescence: violent; bulk density estimation: medium 1.2-1.4 g/cm ³ ; boundary: unknown

CHEMICAL AND PHYSICAL ANALYSIS

Horiz.	Depth cm	Sand dag/kg					Silt dag/kg			Clay dag/kg	CaCO ₃ dag/kg		O.C. dag/kg	O.M. dag/kg	H ₂ O	pH	
		v. coarse	coarse	med.	fine	v. fine	total	coarse	fine		total	active				CaCl ₂	KCl
Ap	0 50						1.8			83.0	15.2	83.7	14.69	1.28	2.21	8.2	
C	50 180						14.5			71.7	13.8	96.8	14.72	0.71	1.22	8.3	

Horiz.	Depth cm	Exchange complex cmol(+)/kg								BS %	Total Acid.	ESP %	N tot g/kg	P ass mg/kg	K ass mg/kg	F.C. (cm/m)	W.P. mm/m	AWC mm/m	B.D. g/cm ³	E.C. dS/m	C/N
		Ca	Mg	Ca+Mg	Na	K	H	Al	CEC												
Ap	0 50	9.6	0.5		0.4	0.42			9.33	100		4.3	1.4	59.73		10.6	30.0	194.1			9.1
C	50 180	9.4	0.2		0.12	0				100		0.8	0.5	8.84		10.3	29.1	188.0			14.2

SOIL SITE ERS P 2149

UTS - STS: dTOE 1 **Correlation:** benchmark **Survey date:** 15/03/1991
Soil region: 18.8 **Surveyer:**
Land system: 134ASIAGs3220 **Coordinates:** gauss-boaga **N:** 5018713 **E:** 1471210 **LAT:** 45.32 **LON:** 8.633
Land subsystem: PCxxAFxx **Site:** CASCINA TORRE
Land Unit: **Municipality:** Robbio
Elevation: 121 m s.l.m. **Province:** Pavia
Slope: 0 % **Aspect:** ° **Stones:** small absent
Rocks: absent medium absent
Land use: main land use: row crops in permanently irrigated land large absent
Land form hm: fluvial terrace between mountain ridges
Land element dm: tread
Substratum: fluvial sediments
Parent material:
Characters and qualities: Water table type: present, erosion: absent, internal drainage: poorly drained, rooting depth: shallow (25-50 cm), root restriction: impediments: oxygen scarcity and redox phenomena (water table), available water capacity: moderate (100-150), depuration capacity: low
Class. USDA: 7^{ed}. (1996) Aquic Haplustals coarse-loamy, mixed, mesic
Class. WRB: 1^a ed. (1998) Gleyic Luvisols
Notes:
HORIZONS



Ap	20 cm	moist color: 2,5Y 4/2 0 0 0; coarse fragments: common (5-15%) type: medium gravel (5-20 mm), magmatic rocks; estimated texture: sandy loam; structure: subangular blocky coarse, weak; hydraulic conductivity: high (10-100 µm/s); pores: fine (0.5-1 mm) few (0.1-0.5%) scarce <10 (n/dmq); roots: fine (1-2 mm) many (25-200); effervescence: not effervescent; boundary: clear
Apg	35 cm	moist color: 2,5Y 4/1 0; main redox features: 10YR 4/4, common (2-15%) fine (<5 mm), distinctness: prominent 0; coarse fragments: frequent (15-35%) type: medium gravel (5-20 mm), magmatic rocks; estimated texture: sandy loam; structure: subangular blocky very coarse, weak; hydraulic conductivity: high (10-100 µm/s); pores: medium (1-2 mm) few (0.1-0.5%) scarce <10 (n/dmq); roots: fine (1-2 mm) common (10-25); effervescence: not effervescent; boundary: clear
Btg	55 cm	moist color: N 4/0 0; main redox features: 2,5Y 4/4, common (2-15%), distinctness: prominent 0; coarse fragments: frequent (15-35%) type: medium gravel (5-20 mm), magmatic rocks; estimated texture: sandy loam; structure: angular blocky coarse, weak; hydraulic conductivity: high (10-100 µm/s); pores: medium (1-2 mm) few (0.1-0.5%) scarce <10 (n/dmq); coatings of iron-manganese scarce (<10%); roots: fine (1-2 mm) few (1-10); effervescence: not effervescent; boundary: clear
Bt	110 cm	moist color: 10YR 4/6 0; main redox features: 10YR 5/1, many (15-30%) coarse (>15 mm), distinctness: distinct; secondary redox features: 10YR 5/3; coarse fragments: common (5-15%) type: medium gravel (5-20 mm), magmatic rocks; estimated texture: sandy loam; structure: angular blocky medium, weak; hydraulic conductivity: high (10-100 µm/s); pores: medium (1-2 mm) abundant (2-5%) scarce <10 (n/dmq); coatings of clay common (11-50%) and of iron-manganese scarce (<10%); roots: fine (1-2 mm) few (1-10); effervescence: not effervescent; boundary: clear
C	115 cm	moist color: 2,5Y 4/2 0 0 0; coarse fragments: very abundant (>70%) type: medium gravel (5-20 mm), magmatic rocks type: coarse gravel (20-76 mm); estimated texture: sandy loam very few (<0.1%) scarce <10 (n/dmq); effervescence: not effervescent; boundary: unknown

CHEMICAL AND PHYSICAL ANALYSIS

Horiz.	Depth cm	Sand dag/kg						Silt dag/kg				Clay dag/kg	CaCO ₃ dag/kg		O.C. dag/kg	O.M. dag/kg	H ₂ O	pH	
		v. coarse	coarse	med.	fine	v. fine	total	coarse	fine	total			total	active				CaCl ₂	KCl
Ap	0 20	34.3	0.0	0.0	12.6	17.2	64.1	10.7	17.3	28.0	7.9	0			1.60	2.76	6.0		5.1
Apg	20 35	30.1	0.0	0.0	11.7	16.0	57.8	11.4	21.1	32.5	9.7	0			1.50	2.59	6.5		5.6
Btg	35 55	30.4	0.0	0.0	12.1	15.6	58.1	11.3	19.0	30.3	11.6	0			0.90	1.55	5.8		4.8
Bt	55 110	24.7	0.0	0.0	11.4	17.8	53.9	12.3	16.6	28.9	17.2	0			0.50	0.86	6.8		5.3

Horiz.	Depth cm	Exchange complex cmol(+)/kg								BS %	Total Acid.	ESP %	N tot g/kg	P ass mg/kg	K ass mg/kg	F.C. (cm/m)	W.P. mm/m	AWC g/cm ³	B.D. g/cm ³	E.C. dS/m	C/N
		Ca	Mg	Ca+Mg	Na	K	H	Al	CEC												
Ap	0 20	4.7	0.9		0.1	0.2			12.5	48		1.7				8.1	19.2	111.2			
Apg	20 35	6.4	1.1		0.1	0.2			13.8	57		1.3				8.9	20.8	119.3			
Btg	35 55	3.8	0.8		0.1	0.2			10.2	48		2.0				9.6	21.1	115.7			
Bt	55 110	4.7	1.3		0.1	0.2			12.9	49		1.6				11.6	23.2	115.2			

SOIL SITE ERS P 2150

UTS - STS: dROV 1 **Correlation:** benchmark **Survey date:** 02/03/1992
Soil region: 18.8 **Surveyer:**
Land system: 134ASIAGs3220 **Coordinates:** gauss-boaga **N:** 5007960 **E:** 1485950 **LAT:** 45.22 **LON:** 8.821
Land subsystem: PCxxAFxx **Site:** C. ROVENTINO
Land Unit: **Municipality:** Tromello
Elevation: 101 m s.l.m. **Province:** Pavia
Slope: 0 % **Aspect:** ° **Stones:** small absent
Rocks: absent medium absent
Land use: main land use: arable lands large absent
Land form hm: flood plain
Land element dm: plain
Substratum: fluvial sediments
Parent material:
Characters and qualities: Water table type: present, erosion: absent, internal drainage: poorly drained, rooting depth: shallow (25-50 cm), root restriction: impediments: oxygen scarcity and redox phenomena (water table), available water capacity: low (50-100), depuration capacity: low
Class. USDA: 7^{ed.} (1996) Typic Epiaqualfs coarse-loamy, mixed, mesic
Class. WRB: 1^a ed. (1998) Gleyic Luvisols
Notes:
HORIZONS



App1	25 cm	moist color: 2,5Y 5/2; main redox features: 7,5YR 4/6, many (15-30%) fine (<5 mm), distinctness: prominent; secondary redox features: N 4/0, no coarse fragments; estimated texture: loamy sands; structure: subangular blocky very coarse, weak; hydraulic conductivity: high (10-100 µm/s); pores: fine (0.5-1 mm) few (0.1-0.5%) scarce <10 (n/dmq); roots: fine (1-2 mm) common (10-25); effervescence: not effervescent; boundary: clear
App2	35 cm	moist color: 2,5Y 4/2; main redox features: 10YR 4/5, many (15-30%) fine (<5 mm), distinctness: prominent, no coarse fragments; estimated texture: loamy sands, structureless; hydraulic conductivity: very high (>100 µm/s); pores: fine (0.5-1 mm) few (0.1-0.5%) scarce <10 (n/dmq); roots: fine (1-2 mm) common (10-25); effervescence: not effervescent; boundary: abrupt
Btg	70 cm	moist color: 2,5Y 6/2; main redox features: 10YR 5/6, many (15-30%) fine (<5 mm), distinctness: prominent, no coarse fragments; estimated texture: sandy loam, structureless; hydraulic conductivity: very high (>100 µm/s); pores: fine (0.5-1 mm) common (0.5-2%) scarce <10 (n/dmq); coatings of sand or silt scarce (<10%); effervescence: not effervescent; boundary: unknown

CHEMICAL AND PHYSICAL ANALYSIS

Horiz.	Depth		Sand dag/kg								Silt dag/kg			Clay dag/kg	CaCO3 dag/kg		O.C. dag/kg	O.M. dag/kg	pH		
	cm		v. coarse	coarse	med.	fine	v. fine	total	coarse	fine	total	total	active		H2O	CaCl2			KCl		
App1	0	25	45.3	0.0	0.0	20.5	15.3	81.1	6.2	9.1	15.3	3.6	0		0.83	1.43	6.1		5.1		
App2	25	35	43.3	0.0	0.0	19.5	14.9	77.7	7.2	9.8	17.0	5.3	0		0.74	1.28	6.1		5.2		
Btg	35	70	35.1	0.0	0.0	23.9	18.0	77.0	6.3	8.5	14.8	8.2	0		0.18	0.31	7.2				

Horiz.	Depth		Exchange complex cmol(+)/kg								BS %	Total Acid.	ESP %	N tot g/kg	P ass mg/kg	K ass mg/kg	F.C. (cm/m)	W.P. mm/m	AWC mm/m	B.D. g/cm3	E.C. dS/m	C/N
	cm		Ca	Mg	Ca+Mg	Na	K	H	Al	CEC												
App1	0	25	2.1	0.3		0.03	0.21			5.1	51		1.1			5.5	14.2	87.3				
App2	25	35	2.3	0.4		0.25	0.04			5.5	54		8.4			6.5	15.7	91.7				
Btg	35	70	1.9	0.4		0.03	0.09			3.7	66		1.2			7.9	16.9	90.0				

Horiz.	Sample		Extractable Fe g/kg			Extractable Al g/kg			Si g/kg	glas %	pH NaF	Fe	Mn	Cu	Zn	P tot g/kg	P ads %	CEC clay	MWD mm	COLE dm/m
	cm		oxal	dithion.	piroph.	total	oxal	dithion.	piroph.											
App1	0	25																		
App2	25	35																		
Btg	35	70																		

SOIL SITE ERS P 2396

UTS - STS: dBRD 1 **Correlation:** benchmark **Survey date:** 17/09/1993
Soil region: 18.8 **Surveyer:**
Land system: 30ASI2061 **Coordinates:** gauss-boaga N: 4990737 E: 1653102 **LAT:** 45.05 **LON:** 10.94
Land subsystem: PCxxAFxx **Site:** BARDELLE CAMATTA
Land Unit: **Municipality:** San Benedetto Po
Elevation: 15 m s.l.m. **Province:** Mantova
Slope: 0 % **Aspect:** ° **Stones:** small absent
Rocks: absent medium absent
Land use: main land use: arable lands large absent
Land form hm: debris accumulation form
Land element dm: tread
Substratum: fluvial sediments; silty or loamy
Parent material:
Characters and qualities: , erosion: absent, internal drainage: poorly drained, rooting depth: shallow (25-50 cm), root restriction: impediments: oxygen scarcity and redox phenomena (water table), available water capacity: very high (>200), depuration capacity: very high
Class. USDA: 7^{ed.} (1996) Calcustepts fine-silty, mixed, mesic
Class. WRB: 1^a ed. (1998) Gleyic Calcisols
Notes:
HORIZONS



Ap	50 cm	moist color: 2.5Y 5/2, no coarse fragments; estimated texture: silty clay loam; structure: prismatic very coarse, moderate; hydraulic conductivity: mod. high (1-10 µm/s); pores: fine (0.5-1 mm) very few (<0.1%) scarce <10 (n/dmq); roots: fine (1-2 mm) many (25-200); effervescence: effervescence: strong
CA	80 cm	moist color: 2.5Y 5/3; main redox features: 10YR 5/6, common (2-15%) fine (<5 mm); secondary redox features: 5Y 6/1, no coarse fragments; estimated texture: silty clay loam; structure: prismatic very coarse, strong; hydraulic conductivity: mod. low (0.1-1 µm/s); pores: fine (0.5-1 mm) common (0.5-2%) scarce <10 (n/dmq) common (2-20%); roots: fine (1-2 mm) common (10-25); effervescence: effervescence: strong
Ckg	105 cm	moist color: 2.5Y 5/3; main redox features: 5Y 6/1, common (2-15%); secondary redox features: 10YR 5/6, no coarse fragments; estimated texture: silty clay loam; structure: prismatic coarse, moderate; hydraulic conductivity: mod. high (1-10 µm/s); pores: medium (1-2 mm) common (0.5-2%) scarce <10 (n/dmq) abundant (20-40%); roots: fine (1-2 mm) few (1-10); effervescence: effervescence: strong
Cg	160 cm	moist color: 5Y 5/1; main redox features: 10YR 4/6, common (2-15%) fine (<5 mm); secondary redox features: 2.5Y 6/0, no coarse fragments; estimated texture: clay; structure: prismatic coarse, strong; hydraulic conductivity: mod. low (0.1-1 µm/s); pores: fine (0.5-1 mm) common (0.5-2%) scarce <10 (n/dmq) common (2-20%); roots: fine (1-2 mm) few (1-10); effervescence: effervescence: slight

CHEMICAL AND PHYSICAL ANALYSIS

Horiz.	Depth		Sand dag/kg						Silt dag/kg			Clay	CaCO3 dag/kg		O.C. dag/kg	O.M. dag/kg	pH		
	cm		v. coarse	coarse	med.	fine	v. fine	total	coarse	fine	total	dag/kg	total	active			H2O	CaCl2	KCl
Ap	0	50	0.8	0.0	0.0	1.3	10.2	12.3	10.7	44.0	54.7	33.0	11	1.50	2.59	8.2			
CA	50	80	0.2	0.0	0.0	0.3	8.8	9.3	8.6	46.9	55.5	35.2	11	0.79	1.36	8.4			
Ckg	80	105	0.2	0.0	0.0	0.2	6.2	6.6	13.1	53.1	66.2	27.2	14.5	0.52	0.90	8.5			
Cg	105	160	0.9	0.0	0.0	0.7	10.4	12.0	3.5	35.3	38.8	49.2	1	0.70	1.21	8.4			

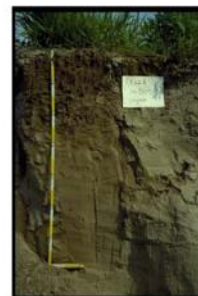
Horiz.	Depth cm	Exchange complex cmol(+)/kg										BS %	Total Acid.	ESP %	N tot g/kg	P ass mg/kg	K ass mg/kg	F.C. (cm/m)	W.P. mm/m	AWC mm/m	B.D. g/cm3	E.C. dS/m	C/N
		Ca	Mg	Ca+Mg	Na	K	H	Al	CEC														
Ap	0	50	23.3	3.0		0.13	0.36		19.6	100		0.5					18.2	35.4	171.6				
CA	50	80	22.0	3.6		0.16	0.18		21.6	100		0.6					19.5	36.8	172.8				
Ckg	80	105	20.7	4.2		0.17	0.18		18.4	100		0.7					15.1	33.1	180.9				
Cg	105	160	22.8	7.7		0.27	0.18		28.1	100		0.9					28.5	44.0	154.9				

SOIL SITE ERS P 2429

UTS - STS: Soil region: 18.8 Land system: 30ASI2061 Land subsystem: PCxxAFxx Land Unit: Elevation: 21 m s.l.m. Slope: 0 % Aspect: 0 ° Rocks: absent Land use: main land use: meadows Land form hm: flood plain splay Land element dm: Substratum: fluvial sediments Parent material:	dOSC 1 Correlation: benchmark Survey date: 20/04/1989 Surveyer: Coordinates: gauss-boaga N: 4985503 E: 1655036 LAT: 45.01 LON: 10.97 Site: CORTE BOSCO Municipality: Quistello Province: Mantova Stones: small absent medium absent large absent	
--	---	--

Characters and qualities: , erosion: absent, internal drainage: poorly drained, rooting depth: shallow (25-50 cm), root restriction: impediments: oxygen scarcity and redox phenomenon (water table)

Class. USDA: 7^{ed.} (1996) Oxyaquic Ustifluvents coarse-loamy, mixed (calcareous), mesic
Class. WRB: 1^{ed.} (1998) Gleyic Fluvisols



Notes:

HORIZONS

A	20 cm	moist color: 2,5Y 4/4, no coarse fragments; estimated texture: sandy loam; structure: granular medium, moderate; hydraulic conductivity: high (10-100 µm/s) scarce <10 (n/dmq); roots: fine (1-2 mm) many (25-200); effervescence: effervescence: violent; boundary: abrupt
Apb	50 cm	moist color: 2,5Y 4/2; main redox features: 10YR 4/2, common (2-15%) fine (<5 mm), distinctness: prominent; secondary redox features: 2,5Y 5/2, no coarse fragments; estimated texture: loam; structure: angular blocky medium, strong; hydraulic conductivity: high (10-100 µm/s) scarce <10 (n/dmq); roots: fine (1-2 mm) common (10-25); effervescence: effervescence: violent; boundary: abrupt
C1	80 cm	moist color: 2,5Y 5/4, no coarse fragments; estimated texture: sandy loam; structure: angular blocky medium, moderate scarce <10 (n/dmq); effervescence: effervescence: violent; boundary: clear
C2	140 cm	moist color: 2,5Y 5/4, no coarse fragments; estimated texture: sandy loam; structure: subangular blocky medium, moderate scarce <10 (n/dmq); effervescence: effervescence: violent; boundary: unknown

CHEMICAL AND PHYSICAL ANALYSIS

SOIL SITE ERS P 3804

UTS - STS: CM 8 **Correlation:** typical **Survey date:** 23/10/1992
Soil region: 18.8 **Surveyer:**
Land system: 242ASIAGs2032 **Coordinates:** gauss-boaga N: 5001622 E: 1511511 LAT: 45.17 LON: 9.146
Land subsystem: PCxxAFxx **Site:** C. Vignazza
Land Unit: **Municipality:** Pavia
Elevation: 59 m s.l.m. **Province:** Pavia
Slope: 0 % **Aspect:** ° **Stones:** small absent
Rocks: absent medium absent
Land use: main land use: arable lands large absent
Land form hm: flood plain
Land element dm: plain
Substratum: fluvial sediments
Parent material:
Characters and qualities: , erosion: absent, internal drainage: poorly drained, rooting depth: shallow (25-50 cm), root restriction: impediments: oxygen scarcity and redox phenomenon (water table), available water capacity: moderate (100-150), depuration capacity: low
Class. USDA: 7^{ed}. (1996) Haplustepts coarse-silty over sandy or sandy-skeletal, mixed, mesic
Class. WRB: 1st ed. (1998) Gleyic Cambisols



Notes:

HORIZONS

Ap	35 cm	moist color: 2,5Y 4/2; coarse fragments: scarce (<5%); estimated texture: loam; structure: subangular blocky coarse; pores: fine (0.5-1 mm) common (0.5-2%) scarce <10 (n/dmq); roots: fine (1-2 mm) few (1-10); effervescence: not effervescent; boundary: clear
Bg	80 cm	moist color: 2,5Y 4/3; main redox features: 10YR 4/4, common (2-15%) fine (<5 mm); secondary redox features: 7,5YR 4/6, no coarse fragments; estimated texture: sandy loam; structure: subangular blocky coarse; pores: fine (0.5-1 mm) few (0.1-0.5%) scarce <10 (n/dmq); roots: fine (1-2 mm) few (1-10); effervescence: not effervescent; boundary: clear
CB	97 cm	moist color: 2,5Y 5/2; main redox features: 10YR 4/6, common (2-15%) fine (<5 mm); secondary redox features: 10YR 4/4, no coarse fragments; estimated texture: loamy sands; structure: subangular blocky coarse; pores: fine (0.5-1 mm) common (0.5-2%) scarce <10 (n/dmq); effervescence: not effervescent; boundary: abrupt
2C	130 cm	moist color: 2,5Y 6/2, no coarse fragments; estimated texture: sands; structure: subangular blocky medium, moderate; hydraulic conductivity: high (10-100 µm/s) scarce <10 (n/dmq); effervescence: not effervescent; boundary: abrupt
3Cg	145 cm	moist color: 2,5Y 5/3; main redox features: 10YR 4/4, common (2-15%) fine (<5 mm), no coarse fragments; estimated texture: sands; structure: subangular blocky coarse; pores: fine (0.5-1 mm) very few (<0.1%) scarce <10 (n/dmq); boundary: abrupt
3C	180 cm	moist color: 2,5Y 5/2, no coarse fragments; estimated texture: loamy sands; structure: subangular blocky medium, moderate scarce <10 (n/dmq)

CHEMICAL AND PHYSICAL ANALYSIS

Horiz.	Depth cm	v. coarse		coarse	med.	fine	v. fine	total	Silt dag/kg		Clay dag/kg	CaCO3 dag/kg		O.C. dag/kg	O.M. dag/kg	H2O	pH		
									coarse	fine	total	total	active				CaCl2	KCl	
Ap	0 35	10.8	0.0	0.0	12.2	26.6	49.6	16.0	23.7	39.7	10.7	0		1.10	1.90	5.6		4.2	
Bg	35 80	0.7	0.0	0.0	8.6	47.1	56.4	23.4	15.8	39.2	4.4	0		0.30	0.52	7.1		5.3	
2C	97 130	52.3	0.0	0.0	42.8	3.2	98.3	0.9	0.2	1.1	0.6	0				7.1		6.1	
3Cg	130 145	5.9	0.0	0.0	47.8	33.2	86.9	6.1	4.4	10.5	2.6			0.10	0.17	7.2		5.7	

Horiz.	Depth cm	Exchange complex cmol(+)/kg								BS %	Total Acid.	ESP %	N tot g/kg	P ass mg/kg	K ass mg/kg	F.C. (cm/m)	W.P. mm/m	AWC mm/m	B.D. g/cm3	E.C. dS/m	C/N
		Ca	Mg	Ca+Mg	Na	K	H	Al	CEC												
Ap	0 35	7.1	1.5		0.1	0.1			12.3	72		1.1				9.4	22.6	132.8			
Bg	35 80	4.1	1.0		0.1	0.1			7.2	74		1.9				7.3	20.7	133.8			
2C	97 130	1.3	0.2						2.5	61						2.7	8.3	56.5			
3Cg	130 145	2.0	0.6		0.1	0.1			6.5	43		3.6				4.6	12.4	77.8			

SOIL SITE ERS P 2625

UTS - STS: dVEL 1 **Correlation:** benchmark **Survey date:** 04/03/1992
Soil region: 18.8 **Surveyer:**
Land system: 134ASIAGs3220 **Coordinates:** gauss-boaga N: 5010200 E: 1473210 **LAT:** 45.24 **LON:** 8.659
Land subsystem: PCxxAFxx **Site:** R.VERCELLINA
Land Unit: **Municipality:** Ceretto Lomellina
Elevation: 109 m s.l.m. **Province:** Pavia
Slope: 0 % **Aspect:** ° **Stones:** small absent
Rocks: absent medium absent
Land use: main land use: row crops in permanently irrigated land large absent
Land form hm: alluvial glacia of alluvial fans
Land element dm:
Substratum: fluvial sediments
Parent material:
Characters and qualities: , erosion: absent, internal drainage: poorly drained, rooting depth: shallow (25-50 cm), root restriction: impediments: oxygen scarcity and redox phenomenon (water table), available water capacity: high (150-200)
Class. USDA: 7^{ed.} (1996) Aquic Haplustalfs coarse-loamy, mixed, mesic
Class. WRB: 1^{ed.} (1998) Gleyic Luvisols



Notes:

HORIZONS

Ap _{g1}	30 cm	moist color: 5Y 5/1; main redox features: 10YR 5/6, common (2-15%) fine (<5 mm), distinctness: prominent, no coarse fragments; estimated texture: sandy loam; structure: subangular blocky coarse, strong; hydraulic conductivity: high (10-100 µm/s); pores: fine (0.5-1 mm) common (0.5-2%) scarce <10 (n/dmq); roots: fine (1-2 mm) common (10-25); effervescence: not effervescent; boundary: clear
Ap _{g2}	40 cm	moist color: 5GY 5/1; main redox features: 10YR 5/6, common (2-15%) fine (<5 mm), distinctness: prominent, no coarse fragments; estimated texture: ; structure: subangular blocky coarse, weak; pores: fine (0.5-1 mm) few (0.1-0.5%) scarce <10 (n/dmq); roots: fine (1-2 mm) common (10-25); effervescence: not effervescent; boundary: clear
E _g	55 cm	moist color: 2.5Y 6/2; main redox features: 10YR 5/8, many (15-30%) fine (<5 mm), distinctness: prominent, no coarse fragments; estimated texture: sandy loam, structureless; hydraulic conductivity: very high (>100 µm/s); pores: fine (0.5-1 mm) few (0.1-0.5%) scarce <10 (n/dmq); roots: fine (1-2 mm) few (1-10); effervescence: not effervescent; boundary: gradual
Bt ₁	100 cm	moist color: 10YR 4/6, no coarse fragments; estimated texture: sandy loam; structure: subangular blocky very coarse, moderate; hydraulic conductivity: high (10-100 µm/s); pores: fine (0.5-1 mm) abundant (2-5%) scarce <10 (n/dmq); masses of Fe-Mn common (2-20%); coatings of sand or silt common (11-50%); roots: fine (1-2 mm) few (1-10); effervescence: not effervescent; boundary: diffuse
Bt ₂	135 cm	moist color: 10YR 5/6; main redox features: 2.5Y 5/1, many (15-30%) fine (<5 mm), distinctness: prominent, no coarse fragments; estimated texture: silty loam, massive; hydraulic conductivity: mod. high (1-10 µm/s); pores: fine (0.5-1 mm) abundant (2-5%) scarce <10 (n/dmq); masses of Fe-Mn common (2-20%); coatings of sand or silt scarce (<10%); effervescence: not effervescent; boundary: abrupt
2C	190 cm	moist color: 10YR 5/4, no coarse fragments; estimated texture: sands, structureless; hydraulic conductivity: very high (>100 µm/s) scarce <10 (n/dmq); effervescence: not effervescent; boundary: unknown

CHEMICAL AND PHYSICAL ANALYSIS

Horiz.	Depth cm			Sand dag/kg		v. fine	total	Silt dag/kg		total	Clay dag/kg	CaCO ₃ dag/kg	O.C. dag/kg	O.M. dag/kg	H ₂ O	pH	
		v. coarse	coarse	med.	fine			coarse	fine							CaCl ₂	KCl
Ap _{g1}	0 30	38.8	0.0	0.0	17.7	15.5	72.0	9.5	13.8	23.3	4.7	0			6.1		5.0
Ap _{g2}	30 40											0					
E _g	40 55	34.8	0.0	0.0	19.8	17.2	71.8	9.6	11.8	21.4	6.8	0			6.9		5.6
Bt ₁	55 100	6.4	0.0	0.0	16.0	31.2	53.6	17.7	13.7	31.4	15.0	0			6.8		5.2
Bt ₂	100 135	4.6	0.0	0.0	8.6	30.0	43.2	26.5	23.5	50.0	6.8	0			6.8		4.9
2C	135 190	50.3	0.0	0.0	41.5	7.0	98.8			0.3	0.9	0			7.0		5.2

Horiz.	Depth cm	Exchange complex cmol(+)/kg								BS %	Total Acid.	ESP %	N tot g/kg	P ass mg/kg	K ass mg/kg	F.C. (cm/m)	W.P. mm/m	AWC mm/m	B.D. g/cm ³	E.C. dS/m	C/N
		Ca	Mg	Ca+Mg	Na	K	H	Al	CEC												
Ap _{g1}	0 30															6.5	16.7	102.1			
Ap _{g2}	30 40																				
E _g	40 55															7.4	17.4	99.7			
Bt ₁	55 100															10.8	22.7	118.6			
Bt ₂	100 135															8.6	24.0	154.9			
2C	135 190															2.8	8.5	56.6			

SOIL SITE ERS P 3193

UTS - STS: dCEL 1 **Correlation:** benchmark **Survey date:** 10/02/1993
Soil region: 18.8 **Surveyer:**
Land system: 242ASIAGs2032 **Coordinates:** gauss-boaga N: 4989140 E: 1473090 LAT: 45.05 LON: 8.658
Land subsystem: PCxxAFxx **Site:** C.CELESTINA
Land Unit: **Municipality:** Frascarolo
Elevation: 89 m s.l.m. **Province:** Pavia
Slope: 0 % **Aspect:** ° **Stones:** small common (2-3%)
Rocks: absent medium absent
Land use: main land use: arable lands large common (2-3%)
Land form hm: fluvial terrace between mountain ridges
Land element dm: tread
Substratum: fluvial sediments
Parent material:
Characters and qualities: , erosion: absent, internal drainage: poorly drained, rooting depth: shallow (25-50 cm), root restriction: impediments: oxygen scarcity and redox phenomena (water table), available water capacity: moderate (100-150), depuration capacity: moderate
Class. USDA: 7^{ed.} (1996) Oxyaquic Haplustalfs coarse-loamy, mixed, mesic
Class. WRB: 1^a ed. (1998) Gleyic Luvisols



Notes:

HORIZONS

App1	35 cm	moist color: 5Y 4/2; main redox features: 5Y 5/6, common (2-15%) fine (<5 mm), distinctness: faint, no coarse fragments; estimated texture: sandy loam; structure: subangular blocky medium, strong; hydraulic conductivity: high (10-100 µm/s); pores: fine (0.5-1 mm) few (0.1-0.5%) scarce <10 (n/dmq); roots: fine (1-2 mm) common (10-25); effervescence: not effervescent; boundary: clear
App2	40 cm	moist color: 5BG 4/1; main redox features: 2,5Y 4/4, many (15-30%) fine (<5 mm), distinctness: distinct, no coarse fragments; estimated texture: , structureless; pores: fine (0.5-1 mm) very few (<0.1%) scarce <10 (n/dmq); roots: fine (1-2 mm) few (1-10); effervescence: effervescence: very slight; boundary: clear
Btg	60 cm	moist color: 2,5Y 5/2; main redox features: 10YR 4/6, many (15-30%) fine (<5 mm), distinctness: prominent, no coarse fragments; estimated texture: sandy loam; structure: angular blocky coarse, weak; hydraulic conductivity: high (10-100 µm/s); pores: fine (0.5-1 mm) few (0.1-0.5%) scarce <10 (n/dmq); masses of Fe-Mn abundant (20-40%); roots: fine (1-2 mm) few (1-10); effervescence: not effervescent; boundary: gradual
Bt	120 cm	moist color: 10YR 4/4; main redox features: 10YR 5/2, many (15-30%), distinctness: distinct; secondary redox features: 10YR 4/6, no coarse fragments; estimated texture: sandy loam; hydraulic conductivity: mod. high (1-10 µm/s); cracks: thin (1-3 mm) scarce <10 (n/dmq); masses of Fe-Mn common (2-20%); effervescence: not effervescent; boundary: clear
C1	140 cm	moist color: 2,5Y 5/4; main redox features: 2,5Y 5/6, common (2-15%), distinctness: faint, no coarse fragments; estimated texture: sands, structureless; hydraulic conductivity: very high (>100 µm/s) scarce <10 (n/dmq); masses of Fe-Mn few (<2%); effervescence: not effervescent; boundary: clear
C2	160 cm	moist color: 2,5Y 5/5; main redox features: 2,5Y 5/2, common (2-15%) fine (<5 mm), distinctness: distinct; secondary redox features: 10YR 4/6, no coarse fragments; estimated texture: sands; cracks: thin (1-3 mm) scarce <10 (n/dmq); masses of Fe-Mn common (2-20%); effervescence: not effervescent; boundary: clear
C3	210 cm	moist color: 2,5Y 6/2; main redox features: 2,5Y 5/6, many (15-30%), distinctness: faint, no coarse fragments; estimated texture: sands, structureless scarce <10 (n/dmq); effervescence: not effervescent; boundary: unknown

CHEMICAL AND PHYSICAL ANALYSIS

Horiz.	Depth		v. coarse		coarse	Sand dag/kg		v. fine	total	Silt dag/kg		Clay dag/kg	CaCO3 dag/kg		O.C. dag/kg	O.M. dag/kg	H2O	pH			
	cm			med.		fine	coarse			fine	total		coarse	fine				total	active	CaCl2	KCl
App1	0	35	26.8	0.0	0.0	11.5	23.7	62.0	10.0	17.5	27.5	10.5	0		1.30	2.24	7.5				
App2	35	40																			
Btg	40	60	27.1	0.0	0.0	14.3	20.8	62.2	8.2	15.9	24.1	13.7	0		0.20	0.34	8.0				
Bt	60	120	32.7	0.0	0.0	10.8	25.2	68.7	6.2	8.4	14.6	16.7	0		0.20	0.34	7.5				
C1	120	140	86.0	0.0	0.0	5.6	3.0	94.6	0.7	1.3	2.0	3.4	0		0.10	0.17	7.6				
Horiz.	Depth				Exchange complex cmol(+)/kg					BS	Total	ESP	N tot	P ass	K ass	F.C.	W.P.	AWC	B.D.	E.C.	C/N
	cm		Ca	Mg	Ca+Mg	Na	K	H	Al	CEC	%	Acid.	%	g/kg	mg/kg	mg/kg	(cm/m)	mm/m	g/cm3	dS/m	
App1	0	35	8.5	0.8			0.3			7.5	100						9.1	20.2	110.7		
App2	35	40																			
Btg	40	60	6.1	0.6			0.2			8	87						10.3	20.9	105.9		
Bt	60	120	7.3	1.0		0.1	0.2			10	86		1.2				11.6	20.9	92.6		
C1	120	140															4.6	11.3	66.9		

Unfavourable Soil Texture and Stoniness - coarse fragments

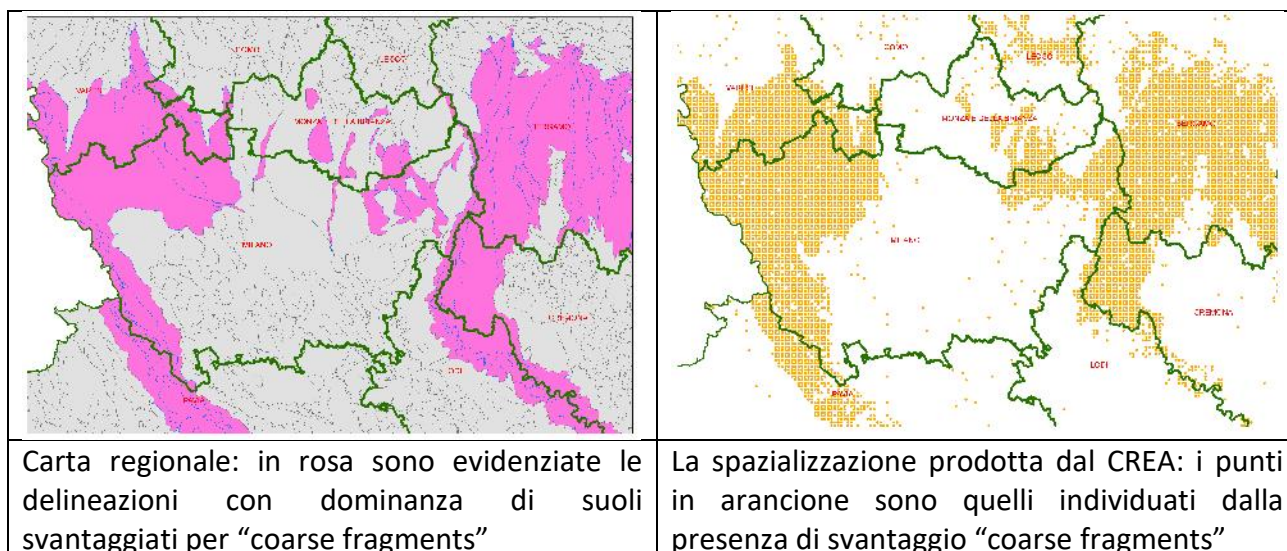
Sono definiti “Soils affected by Unfavourable Soil Texture and Stoniness - coarse fragments” i suoli con $\geq 15\%$ in volume di materiali grossolani nel of topsoil, inclusi gli affioramenti rocciosi, o pietrosità superficiale.

Il primo criterio utilizzato per individuare suoli limitati da pietrosità (materiali grossolani) è stato la presenza di affioramenti rocciosi o pietrosità superficiale $\geq 15\%$, e/o la presenza di pietrosità sotto-superficiale $\geq 35\%$. L'Italia ha deciso, in accordo con le Autorità Regionali, di cambiare la soglia per la pietrosità sotto-superficiale dal 15 al 35% considerando il dato di fatto che in Italia suoli con pietrosità sotto-superficiale compresa fra il 15 a il 35% sono coltivati con nessuna limitazione per le produzioni agricole. I dati di pietrosità sopra e sotto-superficiale e di rocciosità presenti in banca dati, sono dati indicati dai rilevatori come variabile continua e non classata, che ne ha fatto una stima visuale per copertura areale, con l'aiuto di tavole sinottiche riportate alla pagina 273 del manuale di riferimento italiano per il rilevamento del suolo (Costantini E.A.C. ed. (2003). Linee guida dei metodi di rilevamento e informatizzazione dei dati pedologici. CRA-ABP, Firenze, Italia. Online: http://soilmaps.entecra.it/download/pub-Linee_guida_2011.pdf). Dunque, anche gli affioramenti rocciosi sono indicati dal rilevatore non come semplice presenza o assenza, ma come una stima di copertura areale. Come secondo criterio, in assenza di informazioni fornite dal rilevatore, sono stati considerati i suoli classificati come Episkeletic per la WRB 2014. Episkeletic per la WRB 2014 significa “suoli con $\geq 40\%$ (in volume) di frammenti grossolani come media ponderata entro I primi 50 cm di profondità dalla superficie del suolo, o fino ad uno strato di roccia continua, o fino ad altro materiale indurito o cementato, qualsiasi sia più superficiale fra queste alternative”. Di seguito è riportata una tabella riassuntiva dei siti selezionati per presenza o assenza della limitazione secondo i 2 criteri descritti.

Criteri di individuazione	Numero di osservazioni pedologiche puntuali individuate		
	PRESENZA	ASSENZA	TOTALE
DESCRIZIONE DI CAMPO	8817 (20.85%)	33381 (78.95%)	42198 (99.80%)
QUALIFICATORE WRB	85 (0.20%)	0 (0.00%)	85 (0.20%)
TOTALE	8902 (21.05%)	33381 (78.95%)	42283 (100%)

La validazione dei risultati ha indicato una predittività positiva del 70,6 % e negativa del 72,6 %.

La valutazione finale del livello di confidenza della mappa prodotta è stata effettuata sulla base della corrispondenza con le mappe disponibili, il più dettagliate possibile, pubblicate dalle Autorità Regionali. Ad esempio (si veda la figura sottostante), per le aree a est e ovest del territorio di Milano, la mappa regionale usata per la validazione finale è stata la Carta dei Suoli della Lombardia in scala 1:250,000. è stata riscontrata una grande corrispondenza con le delineazioni regionali, con i pixel individuati dalla carta prodotta a livello nazionale, perfettamente corrispondenti alle delineazioni indicate dalla carta regionale come suoli dell'“Alta pianura” descritti come suoli “ghiaiosi”.



Unfavourable Soil Texture and Stoniness - sand or loamy sand

Sono definiti “Soils affected by Unfavourable Soil Texture and Stoniness – sand or loamy sand” quelli con classe tessiturale sabbiosa, o franco sabbiosa, definita da $\text{limo}\% + (2 \times \text{argilla}\%) \leq 30\%$, in metà o più della metà cumulativa nei primi 100 cm dalla superficie minerale del suolo.

Il primo criterio utilizzato per l’individuazione è stato la definizione stessa della limitazione. Infatti, i dati disponibili in banca dati per la tessitura sono valori misurati delle frazioni di limo, sabbia e argilla (dag kg^{-1}) secondo le soglie indicate dalla USDA. Tutti i dati presenti nella banca dati italiana sono analizzati secondo le soglie tessiturali indicate dalla USDA. Non esistono suoli analizzati sia secondo le soglie USDA che quelle FAO per cui sia possibile produrre pedofunzioni di conversione per passare eventualmente da un sistema all’altro. Non siamo al corrente di studi che indichino differenze sostanziali causate dall’uso dei due limiti e comunque la differenza tra i due sistemi è minima (50 anziché 60 microns per separare il limo dalla sabbia).

Il secondo criterio usato, in caso di assenza di dati analitici, sono state le classificazioni WRB 2014 e/o USDA. Sono stati selezionati i suoli classificati come Arenosols o qualificati come arenic dalla WRB. Sono Arenosols per la WRB 2014 i suoli con “1) una tessitura media pesata sabbiosa o franco sabbiosa fino a 100 cm di profondità dalla superficie minerale del suolo, se strati di tessitura più fine entro quella profondità hanno una profondità totale < 15 cm; e 2) $< 40\%$ (in volume) di frammenti grossolani in tutti gli strati entro ≤ 100 cm dalla superficie minerale del suolo”. I suoli qualificati come arenic dalla WRB 2014 hanno “una classe tessiturale sabbiosa o franco sabbiosa in uno strato spesso ≥ 30 cm, entro ≤ 100 cm dalla superficie minerale del suolo o fra la superficie minerale del suolo o la roccia continua, o altro materiale indurito o cementato, qualsiasi dei due è più superficiale”. Il qualificatore arenic è stato utilizzato come unico criterio solo nello 0.43% dei casi, come suoli geograficamente associati agli Arenosols: è impossibile per l’Italia separare quel tipo di suoli. In ogni caso, alla scala di riferimento, separare i suoli arenici non cambierebbe l’attribuzione effettuata a livello della griglia a 500 m. In altre parole rimuovendo dall’elaborazione i suoli arenic il risultato finale non cambierebbe. Per quanto riguarda la classificazione USDA sono stati considerati i suoli con famiglia tessiturale sabbiosa e gli Psamments, che sono suoli “che hanno meno del 35% in volume di frammenti grossolani e una tessitura franco sabbiosa o sabbiosa in tutti gli strati della sezione di controllo”. Per definizione, la sezione di controllo degli Psamments è fra la base dell’Ap o 25 cm di profondità e 100 cm di profondità. Per quanto riguarda i suoli con famiglia tessiturale sabbiosa si è considerata la stessa sezione di controllo degli Psamments. Si fa notare che l’orizzonte Ap in questo tipo di suoli non è mai più profondo di 50 cm, perché non è

necessario arare a maggior profondità simili tipologie di suolo. Di seguito è riportata una tabella riassuntiva dei siti selezionati per presenza o assenza della limitazione secondo i 5 criteri descritti.

Criteri di individuazione	Numero di osservazioni pedologiche puntuali individuate		
	PRESENZA	ASSENZA	TOTALE
DATI ANALIZZATI	1400 (3.40%)	6558 (15.94%)	7958 (19.34%)
CLASSIFICAZIONE WRB Reference Soil Group	421 (1.02%)	24247 (58.92%)	24668 (59.95%)
CLASSIFICAZIONE USDA	193 (0.47%)	0 (0.00%)	193 (0.47%)
FAMIGLIA TESSITURALE USDA SABBIOSA	484 (1.18%)	7671 (18.64%)	8155 (19.82%)
QUALIFICATORE ARENIC WRB	177 (0.43%)	0 (0.00%)	177 (0.43%)
TOTALE	2675 (6.50%)	38476 (93.50%)	41151 (100%)

La validazione dei risultati ha indicato una predittività positiva del 76,3 % e negativa dell'81,2 %.

Unfavourable Soil Texture and Stoniness - heavy clay

Sono definiti “Soils affected by Unfavourable Soil Texture and Stoniness – heavy clay” quelli con tessitura del topsoil pesantemente argillosa ($\geq 60\%$ argilla).

Il primo criterio di individuazione utilizzato è stata proprio la definizione della limitazione. Infatti, i dati disponibili in banca dati per la tessitura sono valori misurati delle frazioni di limo, sabbia e argilla (dag kg^{-1}) secondo le soglie indicate dalla USDA. Per la definizione di topsoil si sono considerati gli orizzonti entro i primi 30 cm di profondità. Il secondo criterio utilizzato in caso di assenza di dati analitici, è stata la classificazione USDA, selezionando i suoli classificati per famiglia tessiturale come “very fine” (molto fini), con l'esclusione degli Alfisols e Ultisols. Infatti la sezione di controllo per questi ultimi non corrisponde all'orizzonte di superficie. “Very fine” per la famiglia tessiturale USDA corrisponde a più del 60% di argilla nella sezione di controllo, che corrisponde al topsoil per tutti gli ordini di suolo, eccetto che per Alfisols e Ultisols. Di seguito è riportata una tabella riassuntiva dei siti selezionati per presenza o assenza della limitazione secondo i 2 criteri descritti.

Criteri di individuazione	Numero di osservazioni pedologiche puntuali individuate		
	PRESENZA	ASSENZA	TOTALE
DATI ANALIZZATI	1193 (2.97%)	38192 (95.14%)	39385 (98.11%)
FAMIGLIA TESSITURALE USDA MOLTO FINE	2 (0.01%)	756 (1.88)	758 (1.89%)
TOTALE	1195 (2.98%)	38948 (97.02%)	40143 (100%)

La validazione dei risultati ha indicato una predittività positiva del 78,2 % e negativa dell'81,9 %.

Unfavourable Soil Texture and Stoniness - organic soil

Sono definiti “Soils affected by Unfavourable Soil Texture and Stoniness – organic soils” quelli con $\geq 30\%$ di materiali organici per almeno 40 cm.

Il primo criterio utilizzato per l'individuazione è stata la definizione stessa. Infatti, sono disponibili in banca dati valori misurati di carbonio organico (dag kg^{-1}), che è stato convertito in sostanza organica moltiplicandolo per il fattore di conversione 1.724, come suggerito dalla classificazione USDA. I suoli limitati sono stati individuati per avere ≥ 40 cm di spessore cumulativo degli orizzonti con $\geq 30\%$ di sostanza organica. Il secondo criterio usato in mancanza di dati analitici è stata la classificazione WRB 2014, selezionando i suoli classificati come Histosols. Gli Histosols sono definiti dalla WRB 2014 come “suoli con materiali organici, o: 1. a partire dalla superficie minerale del

suolo e con uno spessore di ≥ 10 cm e soprastati direttamente: a. ghiaccio o b. roccia continua o uno strato cementato o indurito, o c. frammenti grossolani, i cui interstizi sono riempiti di materiale organico; o 2. a partire da ≤ 40 cm dalla superficie minerale del suolo e con entro ≤ 100 cm dalla superficie minerale del suolo uno spessore combinato di suolo dato da: o a. ≥ 60 cm, se il 75% (in volume) del materiale organico consiste di fibre indecomposte; o b. ≥ 40 cm di altro materiale organico”, dove la WRB definisce il materiale organico come materiale con $\geq 20\%$ di carbonio organico nella frazione fine del suolo (dag kg^{-1}), $\geq 34.48\%$ di sostanza organica (dag kg^{-1}). Di seguito è riportata una tabella riassuntiva dei siti selezionati per presenza o assenza della limitazione secondo i 2 criteri descritti.

Criteri di individuazione	Numero di osservazioni pedologiche puntuali individuate		
	PRESENZA	ASSENZA	TOTALE
DATI ANALIZZATI	56 (0.14%)	29192 (72.25%)	29248 (72.39%)
CLASSIFICAZIONE WRB	28 (0.07%)	11127 (27.54%)	11155 (27.61%)
TOTALE	84 (0.21%)	40319 (99.79%)	40403 (100%)

Per la spazializzazione con metodo deterministico sono state usate le delineazioni di Sottosistema di Terre (in scala 1:250.000), insieme a carte a maggior dettaglio dove erano disponibili. Le delineazioni che avevano più del 50% di dati puntuali con presenza della limitazione sono state selezionate. Data la natura deterministica del procedimento, non è possibile fornire un'accuratezza statistica.

Unfavourable Soil Texture and Stoniness - vertic properties

Sono definiti “Soils affected by Unfavourable Soil Texture and Stoniness – Vertic properties” come suoli caratterizzati da topsoil con $\geq 30\%$ di argilla e proprietà vertiche entro 100 cm dalla superficie minerale.

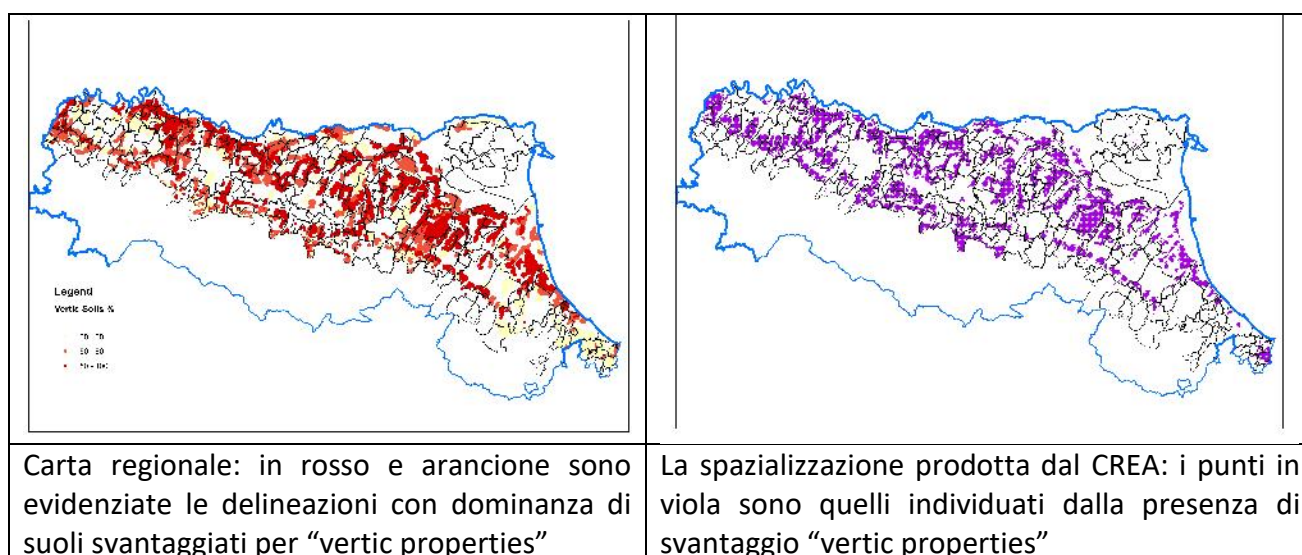
Il primo criterio di individuazione sono state le classificazioni WRB 2014 e/o USDA. Sono stati selezionati i suoli classificati come Vertisols per la WRB, o qualificati come vertic e con $\geq 30\%$ di argilla entro 30 cm di profondità. I Vertisols per la WRB 2014 sono suoli con: “a) un orizzonte vertico che comincia entro ≤ 100 cm dalla superficie minerale; e 2) $\geq 30\%$ argilla fra la superficie minerale del suolo e tutto lo spessore dell'orizzonte vertico (cioè fino alla base dell'orizzonte); e 3) face di pressione e scorrimento angolate abbastanza da individuare piani intersecantisi (shrink-swell slickensides) che cominciano: a. dalla superficie minerale del suolo; o b. alla base dell'orizzonte lavorato; o c. a ≤ 5 cm dalla superficie minerale del suolo se c'è uno strato superficiale ci elementi strutturali fortemente granulari di dimensione ≤ 10 mm (self-mulching surface); o d. a ≤ 3 cm dalla superficie minerale se c'è una crosta superficiale; e si estende fino all'orizzonte vertico”, definizione che corrisponde esattamente dalla soglia definita dalla limitazione. Per la classificazione USDA si sono selezionati i suoli classificati come Vertisols a livello di ordine, o come Vertic a livello di sottordine e con $\geq 30\%$ di argilla entro 30 cm dalla superficie minerale del suolo. I Vertisols per la classificazione USDA hanno: “1. Uno strato spesso ≥ 25 cm, entro 100 cm dalla superficie minerale del suolo, che ha o slickensides o aggregati wedge-shaped che hanno i loro assi lunghi inclinati da 10 a 60 gradi dall'orizzontale; e 2. una media pesata di $\geq 30\%$ di argilla nella frazione fine sia fra la superficie minerale del suolo e una profondità di 18 cm o nell'orizzonte Ap, qualsiasi dei due è più spesso, e $\geq 30\%$ di argilla nella frazione fine di tutti gli orizzonti fra 18 cm di profondità e sia una profondità di 50 cm oppure un contatto denso, litico o paralitico, un duripan, o un orizzonte petrocalcico se più superficiale; e 3. fessure che si aprono e

si chiudono periodicamente”, definizione che corrisponde esattamente dalla soglia definita dalla limitazione. Il secondo criterio utilizzato è stato la presenza di un orizzonte vertico con limite superiore ≤ 100 cm dalla superficie minerale del suolo, e $\geq 30\%$ di argilla nel topsoil, cioè entro 30 cm dalla superficie minerale. Di seguito è riportata una tabella riassuntiva dei siti selezionati per presenza o assenza della limitazione secondo i 3 criteri descritti.

Criteri di individuazione	Numero di osservazioni pedologiche puntuali individuate		
	PRESENZA	ASSENZA	TOTALE
CLASSIFICAZIONE WRB	2089 (5.15%)	21156 (52.21%)	27245 (67.23%)
CLASSIFICAZIONE USDA	252 (0.62%)	276 (0.68%)	528 (1.30%)
DATI ANALIZZATI E DESCRIZIONE DI CAMPO	1962 (4.84%)	10789 (26.62%)	12751 (31.47%)
TOTALE	4303 (10.62%)	32221 (79.51%)	40524 (100%)

La validazione dei risultati ha indicato una predittività positiva dell’81,1 % e negativa dell’82,8 %.

La confidenza finale della carta si basa sulla corrispondenza con le carte di maggior dettaglio pubblicate dalle Autorità Regionali. Si riporta di seguito un esempio di carta regionale di dettaglio usata per la validazione del risultato finale. Si tratta di una carta in scala 1:50.000 della zona di pianura della Regione Emilia Romagna. È stata riscontrata un’ampia corrispondenza fra la spazializzazione nazionale della limitazione “vertic proprieties” e la carta regionale della medesima limitazione.



Shallow Rooting Depth

Sono definiti “Soils affected by Shallow Rooting Depth”, i suoli con profondità dalla superficie minerale del suolo fino alla roccia dura o uno strato indurito ≤ 30 cm.

Il primo criterio per l’individuazione è stata la definizione, in quanto si tratta di una informazione generalmente fornita dal rilevatore e dunque presente in banca dati nella descrizione dei suoli puntuali. Le classificazioni WRB 2014 e USDA non sono state invece utilizzate perchè in nessun caso il limite di 30 cm è utilizzato per definire caratteristiche leptic o lithic dei suoli. Di seguito è

riportata una tabella riassuntiva dei siti selezionati per presenza o assenza della limitazione secondo l'unico criterio descritto.

Criterio di individuazione	Numero di osservazioni pedologiche puntuali individuate		
	PRESENZA	ASSENZA	TOTALE
DESCRIZIONE DI CAMPO	2544 (6.55%)	36271 (93.45%)	38815 (100%)
TOTALE	2544 (6.55%)	36271 (93.45%)	38815 (100%)

La validazione dei risultati ha indicato una predittività positiva del 77,1 % e negativa dell'82,5 %.

Poor Chemical Properties – salinity

Sono definiti “Soils affected by Poor Chemical Properties – salinity”, quelli con salinità ≥ 4 dS/m nel topsoil.

Il primo criterio per l'individuazione è stata la definizione stessa della limitazione, in quanto la banca dati raccoglie informazioni analitiche relative alla conducibilità elettrica in dS/m, alle diverse profondità, corredata dalla informazione sul metodo analitico utilizzato. Perciò è stato possibile convertire tutti i dati alla conducibilità elettrica in pasta satura utilizzando le pedofunzioni di conversione proposte da Calzolari e Ungaro (2011), Analisi e valutazione dei dati di salinità in relazione al metodo di misura di laboratorio e di campagna, (online)

http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/archivio_pdf/suoli/Funzioni_conversione_tra_EC1_5_ECe_CNR_02_2011.pdf/at_download/file/Funzioni_conversione_tra_EC1_5_ECe_CNR_02_2011.pdf.

Come topsoil sono stati considerati i primi 30 cm dalla superficie minerale del suolo. Il secondo criterio usato per l'individuazione dei suoli limitati è stata la classificazione WRB 2014, selezionando i suoli classificati come Solonchaks per la WRB 2014, o con qualificatore salic o protosalic, sempre per la WRB 2014. Di seguito è riportata una tabella riassuntiva dei siti selezionati per presenza o assenza della limitazione secondo i 2 criteri descritti.

Criterio di individuazione	Numero di osservazioni pedologiche puntuali individuate		
	PRESENZA	ASSENZA	TOTALE
DATI ANALIZZATI	314 (1.08%)	6122 (21.05%)	6436 (22.13%)
CLASSIFICAZIONE WRB	6 (0.02%)	22645 (77.85%)	22651 (77.8%)
TOTALE	320 (1.10%)	28767 (98.90%)	29087 (100%)

Per questa limitazione è stato utilizzato un metodo deterministico di spazializzazione, utilizzando come base cartografica la cartografia dei Sottosistemi (in scala 1:250.000), insieme a cartografia di maggior dettaglio dove disponibile. Le delineazioni che avevano più del 50% di dati puntuali con presenza della limitazione sono state selezionate, cioè sono state selezionate quelle unità di terre (SMUs, soil mapping units) dove più del 50% dei profili soddisfacevano i criteri della regolamentazione europea. La spazializzazione è stata integrata con la delineazione dei suoli salini della “map of Saline and Sodic Soils in European Union” elaborata dal JRC. (Tóth et al. (2008) Updated Map of Salt Affected Soils in the European Union. In: Tóth, G., Montanarella, L. and Rusco, E.(Eds.) Threats to Soil Quality in Europe EUR 23438 –Scientific and Technical Research series. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities p.61-74. Digital datasets can be downloaded from. <http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/>).

Nelle seguenti figure sono riportati esempi di suoli classificati come Solonchaks, o qualificati come salic o protosalic, per la WRB 2014, per provare che per questi suoli la soglia definita dalla

limitazione è rispettata, cioè ≥ 4 dS/m di E_{Ce} nel topsoil. Data la natura deterministica del procedimento, non è possibile fornire una accuratezza statistica.

SOIL SITE vLAG P 5

UTS - STS:
Soil region: 18.8
Land system: ACQ
Land subsystem: WATyyWATyy
Land Unit:
Elevation: 5 m s.l.m.
Slope: 0 % Aspect: °
Rocks:
Land use: main land use: salt marshes vegetated low-lying areas
Land form hm: ~~area~~ high-tide line susceptible to flooding by sea water

Correlation:

Survey date:
Surveyer:
Coordinates: N: E: LAT: 45.5 LON: 12.41
Site:
Municipality: Venezia
Province: Venezia
Stones: small
medium
large

Land element dm:
Substratum:
Parent material:
Characters and qualities: , internal drainage: poorly drained
Class. USDA:
Class. WRB: 2° ed. (2006) Solonchaks
Notes: anoxic/transition/humic
HORIZONS

Ah 14 cm ; estimated texture:

GrAh 43 cm ; estimated texture:

Gr 43 cm ; estimated texture:

CHEMICAL AND PHYSICAL ANALYSIS

Horiz.	Depth cm	v. coarse		coarse		Sand dag/kg		v. fine	total	Silt dag/kg		Clay dag/kg	CaCO3 dag/kg		O.C. dag/kg	O.M. dag/kg	H2O	pH					
		med.	fine	coarse	fine	coarse	fine			total	active		total	CaCl2				KCl					
Ah	0	14											12.5		7.20	12.43	7.5						
GrAh	14	43											20		4.40	7.59	7.3						
Gr	43	43											23.33333		4.30	7.42	8.1						
Horiz.	Depth cm	Exchange complex cmol(+)/kg										BS %	Total Acid.	ESP %	N tot g/kg	P ass mg/kg	K ass mg/kg	F.C. (cm/m)	W.P. mm/m	AWC mm/m	B.D. g/cm3	E.C. dS/m	C/N
Ah	0	14	Ca	Mg	Ca+Mg	Na	K	H	Al	CEC												24.9	14.0
GrAh	14	43	12.1	12.7		0.88	1.17			100	100		0.8	5							22.6	14.0	
Gr	43	43	11.6	6.1		0.42	0.95			100	100		0.4	1							11.1	33.0	

SOIL SITE hAGS P 283

UTS - STS: 62.2VRSz1 1 **Correlation:** typical **Survey date:** 01/01/2003
Soil region: 62.2 **Surveyer:**
Land system: 482CC2043 **Coordinates:** utm-wgs84 3 N: 4100622 E: 451312 LAT: 37.05 LON: 14.45
Land subsystem: EVXXSE1108AAMP **Site:** C. Baudarello
Land Unit: **Municipality:** Acate
Elevation: 73 m s.l.m. **Province:** Ragusa
Slope: 8.66 % **Aspect:** ° **Stones:** small absent
Rocks: absent medium absent
Land use: main land use: arable lands large absent
Land form hm: slope dissected by small valleys
Land element dm:
Substratum: clayey and silty marine sediments
Parent material:
Characters and qualities: , internal drainage: poorly drained, rooting depth: shallow (25-50 cm); root restriction: impediments: unfavorable chemism (i.e, nutrient, ...), available water capacity: very low (<50)
Class, USDA: 9°ed. (2003)Halic Haploxererts fine, mixed, thermic
Class, WRB: 2° ed. (2006) Sodi Salic Vertisols (Gypsic) (Calcaric)
Notes:
HORIZONS

Apz	25 cm	moist color: 5YR 4/3 dry color: 5Y 5/3, described on broken face, no coarse fragments; estimated texture: silty clay; structure: subangular blocky; secondary structure: angular blocky; hydraulic conductivity: low (0,01-0,1 µm/s); slickensides indentifying intersecting planes common (11-50%)
Bss	50 cm	moist color: 5YR 4/3 dry color: 5Y 5/3, described on broken face, no coarse fragments; estimated texture: silty clay; structure: prismatic; hydraulic conductivity: low (0,01-0,1 µm/s); slickensides indentifying intersecting planes common (11-50%)
C1	75 cm	moist color: 5YR 4/3 dry color: 5Y 5/3, described on broken face, no coarse fragments; estimated texture: silty clay, massive; hydraulic conductivity: low (0,01-0,1 µm/s) common 10-25 (n/dmq); slickensides indentifying intersecting planes common (11-50%)
C2	100 cm	moist color: 5YR 4/3 dry color: 5Y 5/3, described on broken face, no coarse fragments; estimated texture: silty clay, massive; hydraulic conductivity: low (0,01-0,1 µm/s) common 10-25 (n/dmq); slickensides indentifying intersecting planes common (11-50%)

CHEMICAL AND PHYSICAL ANALYSIS

Horiz.	Depth cm	Sand dag/kg						Silt dag/kg			Clay dag/kg	CaCO3 dag/kg		O.C. dag/kg	O.M. dag/kg	pH		
		v. coarse	coarse	med.	fine	v. fine	total	coarse	fine	total		total	active			H2O	CaCl2	KCl
Apz	0 25						12.8			43.8	43.4	21.7	12	0.70	1.21	7.6		7.3
Bss	25 50						11.5			43.5	45.0	20.8	13	0.90	1.55	7.6		7.4
C1	50 75						11.1			43.8	45.1	21.7	13.6	0.90	1.55	7.5		7.2
C2	75 100						10.5			44.0	45.5	20.8	14.4	0.60	1.03	7.4		7.3

Horiz.	Depth cm	Exchange complex cmol(+)/kg								BS %	Total Acid.	ESP %	N tot g/kg	P ass mg/kg	K ass mg/kg	F.C. (cm/m)	W.P. mm/m	AWC mm/m	B.D. g/cm3	E.C. dS/m	C/N
		Ca	Mg	Ca+Mg	Na	K	H	Al	CEC												
Apz	0 25				4.5				30			15.0	1	21		24.6	40.7	161.0		12.2	7.0
Bss	25 50				4.48				32			14.0	1.2	20		25.7	41.8	160.6		12.5	7.5
C1	50 75			27.2	6.8				34			20.0	1	17		25.8	41.9	160.9		15.1	8.2
C2	75 100			23.7	6.3				30			21.0	0.7	14		26.1	42.2	161.0		19.2	8.6

SOIL SITE BFJS P 50

UTS - STS: eJOL 1 **Correlation:** typical **Survey date:** 06/08/2015
Soil region: 18.8 **Surveyer:** Roberto Barbetti
Land system: 137AAI2031 **Coordinates:** wgs84 32 N: 4973767 E: 734624 LAT: 44.88 LON: 11.97
Land subsystem: **Site:** Malpiglio, parcella 162
Land Unit: 7147 **Municipality:** Jolanda di Savoia
Elevation: -3 m s.l.m. **Province:** Ferrara
Slope: 0 % **Aspect:** -1 ° **Stones:** small absent
Rocks: absent medium absent
Land use: main land use: simple row crops in permanently irrigated large absent
Land form hm: depression in reclaimed delta

Land element dm: plain convexity: linear-linear
Substratum: mainly organic palustrine sediment; organic material
Parent material: low energy flood deposit; clay
Characters and qualities: Water table type: semiconfined, erosion: absent, runoff: negligible, internal drainage: poorly drained, rooting depth: moderately deep (50-100 cm); root restriction: unfavorable chemism (i.e. nutrient: ...), available water capacity: moderate (100-150), depuration capacity: low

Class. USDA: 11^{ed.} (2010) Fluventic Epiaquepts fine, mixed, acid, mesic, superactive
Class. WRB: 3^{ed.} (2014) Fluvi Thaptohistic Gleysols Sulfidic (Protosalic, Humic, Clayic)
Notes: falda sospesa a 80 sulla torba

HORIZONS

Ap	50 cm	moist color: 2,5Y 3/2 dry color: 2,5Y 4/1, described on surface of small aggregate, no mottles, no coarse fragments; estimated texture: clay; structure: angular blocky coarse, moderate; secondary structure: wedge coarse, moderate; consistence: extremely firm; very adhesive; very plastic; hydraulic conductivity: low (0,01-0,1 µm/s); pores: fine (0,5-1 mm) few (0,1-0,5%) and medium (1-2 mm) very few (<0,1%); cracks: medium (3-5 mm) scarce <10 (n/dmq), no concentrations; pressure faces few(<10%); roots: very fine (<1 mm) few (1-10) and very fine (<1 mm) few (1-10); effervescence: effervescence: very slight; boundary: abrupt wavy
Bg	80 cm	moist color: 2,5Y 4/1 dry color: N 1/1, described on surface of small aggregate; main redox features: 7,5YR 4/6, many (15-30%) medium (5-15 mm), distinctness: prominent, on masses around pores or organic structures rich in Fe, no coarse fragments; estimated texture: silty clay; structure: angular blocky medium, weak; consistence: firm; very adhesive; plastic; hydraulic conductivity: low (0,01-0,1 µm/s); pores: fine (0,5-1 mm) few (0,1-0,5%) and medium (1-2 mm) very few (<0,1%), no concentrations, no faces; roots: very fine (<1 mm) few (1-10), biological activity: absent; effervescence: not effervescent; boundary: gradual smooth
Og	150 cm	moist color: 5Y 3/1 dry color: 2,5Y 4/1, described on pressed, moist to wet, no mottles, no coarse fragments; estimated texture: ; structure: absent; hydraulic conductivity: mod. high (1-10 µm/s), no concentrations, no faces, biological activity: absent; effervescence: not effervescent; boundary: gradual smooth
Cg	170 cm	moist color: 5PB 5/1, described on pressed, moist to wet, no mottles, no coarse fragments; estimated texture: sandy loam; structure: absent, massive; adhesive; plastic; hydraulic conductivity: low (0,01-0,1 µm/s); pores: very fine (<0,5 mm) very few (<0,1%), no concentrations, no faces, biological activity: absent; effervescence: not effervescent; boundary: unknown

CHEMICAL AND PHYSICAL ANALYSIS

Horiz.	Depth cm		Sand dag/kg						Silt dag/kg			Clay dag/kg		CaCO3 dag/kg		O.C.	O.M.	pH	H2O	CaCl2	KCl	
			v. coarse	coarse	med.	fine	v. fine	total	coarse	fine	total	total	active	dag/kg	dag/kg							
Ap	0	50						3.0			34.4	62.6	0.25	0	4.36	7.52	6.6					
Bg	50	80						10.3			40.9	48.8	0	0	8.59	14.81	5.0					
Og	80	150											0	0	26.00	45.00	4.5					
Cg	150	170						62.2			23.0	14.8	0	0	1.90	3.28	5.6					
Horiz.	Depth cm		Exchange complex cmol(+)/kg								BS	Total	ESP	N tot	P ass	K ass	F.C.	W.P.	AWC	B.D.	E.C.	C/N
			Ca	Mg	Ca+Mg	Na	K	H	Al	CEC	%	Acid.	%	g/kg	mg/kg	mg/kg	(cm/m)	mm/m	g/cm3	dS/m		
Ap	0	50	26.3	5.9		1.91	0.52			36.2	96	1.58	4.4	4.41	26		37.5	51.7	142.1	1.40	8.12	9.9
Bg	50	80	17.5	7.1		5.19	0.44			39.3	77	9.06	8.6	6.35	7		28.3	44.0	157.1	1.00	11.8	13.4
Og	80	150																		0.50	18.2	
Cg	150	170	3.8	3.8		3.49	0.21			7.5	100	0.00	1.9	1.32	9		10.8	21.2	104.5		20.7	15.8

Poor Chemical Properties - sodicity

Sono definiti “Soils affected by Poor Chemical Properties – salinity” quelli con ESP (Exchangeable Sodium Percentage) ≥ 6 in metà o più (cumulativamente) dei primi 100 cm di profondità dalla superficie minerale.

Il primo criterio per l'individuazione è stata la definizione stessa della limitazione, in quanto la banca dati raccoglie informazioni analitiche relative all'ESP, alle diverse profondità. Il secondo criterio utilizzato è stata la classificazione WRB 2014, in quanto sono stati selezionati i suoli classificati come Solonetz, o qualificati come sodic o protosodic dalla WRB 2014. Di seguito è riportata una tabella riassuntiva dei siti selezionati per presenza o assenza della limitazione secondo i 3 criteri descritti.

Criterio di individuazione	Numero di osservazioni pedologiche puntuali individuate		
	PRESENZA	ASSENZA	TOTALE
DATI ANALIZZATI	1110 (3.82%)	9591 (33.05%)	10701 (36.87%)
CLASSIFICAZIONE WRB Reference Soil Group	5 (0.02%)	18287 (63.03%)	18292 (63.03%)
CLASSIFICAZIONE WRB WRB qualificatori	28 (0.10%)	0 (0.00%)	28 (0.10%)
TOTALE	1143 (3.94%)	27878	29021 (100%)







Per questa limitazione è stato utilizzato un metodo deterministico di spazializzazione, utilizzando come base cartografica la cartografia dei Sottosistemi (in scala 1:250.000), insieme a cartografia di maggior dettaglio dove disponibile. Le delineazioni che avevano più del 50% di dati puntuali con presenza della limitazione sono state selezionate, cioè sono state selezionate quelle unità di terre (SMUs, soil mapping units) dove più del 50% dei profili soddisfacevano i criteri della regolamentazione europea. La spazializzazione è stata integrata con la delineazione dei suoli sodici della “map of Saline and Sodic Soils in European Union” elaborata dal JRC. (Tóth et al. (2008) Updated Map of Salt Affected Soils in the European Union. In: Tóth, G., Montanarella, L. and Rusco, E.(Eds.) Threats to Soil Quality in Europe EUR 23438 –Scientific and Technical Research series. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities p.61-74. Digital datasets can be downloaded from. <http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/>).

Nelle seguenti figure sono riportati esempi di suoli classificati come Solonetz, o qualificati come Sodic and Protosodic, per la WRB 2014, per provare che per questi suoli la soglia definita dalla limitazione è rispettata, cioè $ESP \geq 6$ in metà o più (cumulativamente) dei primi 100 cm di profondità dalla superficie minerale. Data la natura deterministica del procedimento, non è possibile fornire una accuratezza statistica.

SOIL SITE gPED P 2

UTS - STS: 62.1CLsow1 1 **Correlation:** typical **Survey date:** 27/07/2006
Soil region: 62.1 **Surveyer:** Edoardo Costantini
Land system: 105CCMS432040 **Coordinates:** N: E: LAT: 40.33 LON: 18.10
Land subsystem: MTxxSE1105xx **Site:** Istituto Sperimentale per la Tabacchicoltura (G03)
Land Unit: **Municipality:** Monteroni di Lecce
Elevation: 30 m s.l.m. **Province:** Lecce
Slope: 0 % **Aspect:** ° **Stones:** small medium large
Rocks:
Land use: main land use: arable lands
Land form hm: karst depression
Land element dm: summit
Substratum: calcarenite
Parent material:
Characters and qualities: . rooting depth: shallow (25-50 cm); root restriction: shrinkage-expansion movements, available water capacity: very low (<50), depuration capacity: very low
Class. USDA: 8^{ed}(1999)Natric Haploxerafls fine-loamy, mixed, thermic
Class. WRB: 1st ed. (1998) Calcic Solonetz
Notes: Calcrete, marine Pleistocene. Not given. experimental farm. PLAIN (slope 0-8 %; relief int. < 100 m/km).

HORIZONS

Ap1	18 cm		moist color: 8YR 5/4; coarse fragments: scarce (<5%) type: fine gravel (2-5 mm) and scarce (<5%) type: medium gravel (5-20 mm); estimated texture: sandy loam; structure: subangular blocky medium, weak; consistence: brittle; hydraulic conductivity: mod. high (1-10 µm/s); pores: medium (1-2 mm) few (0.1-0.5%) and coarse (2-5 mm) few (0.1-0.5%); concretions of calcium carbonate small (6-20 mm) few (<2%) and concretions of calcium carbonate medium (21-76 mm) few (<2%) few (1-10); effervescence: effervescence: violent; boundary: clear irregular
Ap2	34 cm		moist color: 8YR 4.5/5; coarse fragments: scarce (<5%) type: fine gravel (2-5 mm) and scarce (<5%) type: medium gravel (5-20 mm); estimated texture: sandy loam; structure: platy medium, strong; consistence: weakly hard; hydraulic conductivity: mod. high (1-10 µm/s); pores: very fine (<0.5 mm) common (0.5-2%) and medium (1-2 mm) common (0.5-2%); concretions of calcium carbonate small (6-20 mm) few (<2%) and concretions of calcium carbonate medium (21-76 mm) few (<2%) few (1-10); effervescence: effervescence: strong; boundary: abrupt irregular
E	53 cm		moist color: 8YR 5/6; no coarse fragments; estimated texture: sandy loam; structure: prismatic medium, strong; consistence: very hard; hydraulic conductivity: very low (<0.01 µm/s); pores: very fine (<0.5 mm) common (0.5-2%) and very coarse (>5 mm) common (0.5-2%); concretions of calcium carbonate small (6-20 mm) few (<2%) and concretions of calcium carbonate medium (21-76 mm) few (<2%) few (1-10); effervescence: effervescence: very slight; boundary: abrupt smooth
Bt	65 cm		moist color: 7.5YR 4/6; main redox features: 5YR 4/6, abundant (30-50%), distinctness: prominent, no coarse fragments; estimated texture: sandy clay loam; structure: angular blocky medium, strong; secondary structure: prismatic fine, weak; consistence: extremely hard; hydraulic conductivity: mod. high (1-10 µm/s); pores: very fine (<0.5 mm) abundant (2-5%) and fine (0.5-1 mm) abundant (2-5%) few (1-10); effervescence: effervescence: slight; boundary: abrupt smooth
Ck1	73 cm		moist color: 10YR 8/3; no coarse fragments; estimated texture: loam; structure: absent; consistence: brittle; hydraulic conductivity: mod. low (0.1-1 µm/s); pores: very fine (<0.5 mm) common (0.5-2%) and fine (0.5-1 mm) common (0.5-2%); concretions of calcium carbonate small (6-20 mm) very abundant (>40%) and concretions of calcium carbonate coarse (>76 mm) very abundant (>40%); effervescence: effervescence: violent; boundary: gradual smooth
Ck2	160 cm		moist color: 10YR 8/3; no coarse fragments; estimated texture: loam; structure: absent; consistence: hard; hydraulic conductivity: mod. high (1-10 µm/s); pores: very fine (<0.5 mm) few (0.1-0.5%) and medium (1-2 mm) few (0.1-0.5%); concretions of calcium carbonate small (6-20 mm) very abundant (>40%) and concretions of calcium carbonate medium (21-76 mm) very abundant (>40%); effervescence: effervescence: violent; boundary: diffuse irregular
Ck3	230 cm		moist color: 2.5Y 7/6; no coarse fragments; estimated texture: loam; structure: absent; consistence: extremely hard; hydraulic conductivity: mod. high (1-10 µm/s); pores: very fine (<0.5 mm) few (0.1-0.5%) and fine (0.5-1 mm) few (0.1-0.5%); concretions of calcium carbonate small (6-20 mm) very abundant (>40%) and concretions of calcium carbonate coarse (>76 mm) very abundant (>40%); effervescence: effervescence: violent; boundary: unknown

CHEMICAL AND PHYSICAL ANALYSIS

Soil Physical and Chemical Analysis																					
Horiz.	Depth cm	Sand dag/kg						Silt dag/kg		Clay dag/kg	CaCO3 dag/kg	O.C. dag/kg	O.M. dag/kg	H2O	pH CaCl2	KCl					
		v. coarse	coarse	med.	fine	v. fine	total	coarse	fine	total	total	active									
Ap1	0 18	0.0	0.0	0.0	39.2	13.7	65.7			21.3	13.0	2.7	0.43	0.74	8.2	7.6					
Ap2	18 34	0.0	0.0	0.0	27.4	10.1	57.2			25.8	17.0	17	0.58	1.00	8.2	7.4					
E	34 53	0.0	0.0	0.0	46.6	12.2	71.4			20.9	8.0	0	0.20	0.34	8.4	7.6					
Bt	53 65	0.0	0.0	0.0	33.3	6.7	48.7			20.3	31.0	2.6	0.38	0.66	8.1	7.2					
Ck1	65 73	0.0	0.0	0.0	14.6	6.1	39.6			37.4	23.0	59.9	0.34	0.59	8.2	7.5					
Ck2	73 160	0.0	0.0	0.0	17.7	6.7	38.5			43.5	18.0	75.6	0.11	0.19	8.7	7.7					
Ck3	160 230	0.0	0.0	0.0	24.8	10.7	48.1			34.9	17.0	62.8	0.05	0.09	8.6	7.6					
Horiz.	Depth cm	Exchange complex cmol(+) /kg								BS %	Total Acid.	ESP %	N tot g/kg	P ass mg/kg	K ass mg/kg	F.C. (cm/m)	W.P. mm/m	AWC mm/m	B.D. g/cm3	E.C. dS/m	C/N
Ap1	0 18			4.8	2	1.4			100		24.4	0.47				10.1	20.2	101.3	1.62		9.1
Ap2	18 34			7.7	2.4	1.3			100		21.1	0.65				11.5	24.2	127.3	1.41		8.9
E	34 53			4.2	2.2	1.2			7.6	100		28.9	0.26			7.9	17.8	98.8	1.41		7.7
Bt	53 65			9	2.2	1.2			100		17.7	0.98				17.5	28.5	109.7	1.60		3.9
Ck1	65 73			1.3	2.4	1.3			100		48.0	0.4				13.7	27.1	134.4	1.28		8.5
Ck2	73 160			2.5	2.4	1.2			6	100		39.3	0.15			11.7	25.9	142.2	1.38		7.3
Ck3	160 230			3.2	2.4	1.3			100		34.8	0.13				11.5	24.1	125.7	1.33		3.8

SOIL SITE hAGS P 282

UTS - STS: 62.2VRsz1 1 **Correlation:** typical **Survey date:** 01/01/2003
Soil region: 62.2 **Surveyer:**
Land system: 482CC2043 **Coordinates:** utm-wgs84 3 N: 4100675 E: 451256 LAT: 37.05 LON: 14.45
Land subsystem: EVXXSE1108AAMP **Site:** C. Baudarello
Land Unit: **Municipality:** Acate
Elevation: 73 m s.l.m. **Province:** Ragusa
Slope: 4 % **Aspect:** ° **Stones:** small absent
Rocks: absent medium absent
Land use: main land use: arable lands large absent
Land form hm: debris accumulation form
Land element dm:
Substratum: clayey and silty marine sediments
Parent material:
Characters and qualities: , runoff: high, internal drainage: very poorly drained, rooting depth: shallow (25-50 cm); root restriction: impediments: unfavorable chemism (i.e. nutrient, ...), available water capacity: very low (<50)
Class. USDA: 9°ed. (2003)Halic Haploxererts fine, mixed, thermic
Class. WRB: 2° ed. (2006) Sodi Salic Vertisols (Gypsic) (Calcic)
Notes:
HORIZONS

Apz	25 cm	moist color: 5YR 4/3 dry color: 5Y 5/3, described on broken face, no coarse fragments; estimated texture: silty clay; structure: subangular blocky; secondary structure: angular blocky; hydraulic conductivity: low (0,01-0,1 µm/s); slickensides indentifying intersecting planes common (11-50%)
Bss	50 cm	moist color: 5YR 4/3 dry color: 5Y 5/3, described on broken face, no coarse fragments; estimated texture: silty clay; structure: prismatic; hydraulic conductivity: low (0,01-0,1 µm/s); slickensides indentifying intersecting planes common (11-50%)
C1	75 cm	moist color: 5YR 4/3 dry color: 5Y 5/3, described on broken face, no coarse fragments; estimated texture: silty clay, massive; hydraulic conductivity: low (0,01-0,1 µm/s) common 10-25 (n/dmq); slickensides indentifying intersecting planes common (11-50%)
C2	100 cm	moist color: 5YR 4/3 dry color: 5Y 5/3, described on broken face, no coarse fragments; estimated texture: silty clay, massive; hydraulic conductivity: low (0,01-0,1 µm/s) common 10-25 (n/dmq); slickensides indentifying intersecting planes common (11-50%)

CHEMICAL AND PHYSICAL ANALYSIS

Horiz.	Depth cm	Sand dag/kg						Silt dag/kg			Clay dag/kg	CaCO3 dag/kg		O.C. dag/kg	O.M. dag/kg	pH	H2O	CaCl2	KCl
		v. coarse	coarse	med.	fine	v. fine	total	coarse	fine	total	total	active							
Apz	0	25					11.6			44.0	44.4	18.6	12	0.90	1.55	7.6			7.3
Bss	25	50					10.4			43.8	45.8	20.8	13.1	0.80	1.38	7.6			7.4
C1	50	75					11.0			43.0	46.0	21.7	13.6	0.50	0.86	7.6			7.2
C2	75	100					11.4			43.6	45.0	21.7	13.6	0.50	0.86	7.5			7.3

Horiz.	Depth cm	Exchange complex cmol(+)/kg								BS %	Total Acid.	ESP %	N tot g/kg	P ass mg/kg	K ass mg/kg	F.C. (cm/m)	W.P. mm/m	AWC mm/m	B.D. g/cm3	E.C. dS/m	C/N
		Ca	Mg	Ca+Mg	Na	K	H	Al	CEC												
Apz	0	25			26.56	5.44			32			17.0	1.1	25		25.3	41.4	161.2		12.88	8.2
Bss	25	50			24.6	5.4			30			18.0	1	20		26.3	42.3	160.8		14.24	8.0
C1	50	75			19.88	8.12			28			29.0	0.6	18		26.4	42.4	159.9		20.7	8.3
C2	75	100			23.4	6.6			30			22.0	0.6	15		25.7	41.8	160.7		20	8.3

SOIL SITE BFJS P 44

UTS - STS: eJOL 2 **Correlation:** typical **Survey date:** 04/08/2015
Soil region: 18.8 **Surveyer:** Roberto Barbetti
Land system: 137AAI2031 **Coordinates:** wgs84 32 **N:** 4971485 **E:** 733004 **LAT:** 44.86 **Lon:** 11.95
Land subsystem: **Site:** Condotta Boscarolo, parcella 125
Land Unit: 7595 **Municipality:** Jolanda di Savoia
Elevation: -5 m s.l.m. **Province:** Ferrara
Slope: 0 % **Aspect:** -1 ° **Stones:** small absent
Rocks: absent medium absent
Land use: main land use: simple row crops in permanently irrigated large absent
Land form hm: depression in reclaimed delta

Land element dm: depression convexity: linear-linear
Substratum: mainly organic palustrine sediment; organic material
Parent material: mainly mineral palustrine sediment; clay
Characters and qualities: Water table type: semiconfined, erosion: absent, runoff: negligible, internal drainage: very poorly drained, rooting depth: shallow (25-50 cm); root restriction: unfavorable chemism (i.e. nutrient. ...), available water capacity: low (50-100), depuration capacity: very low
Class. USDA: 11^{ed}. (2010) Sodic Sulfaquepts fine, mixed, acid, mesic, superactive
Class. WRB: 3^{ed}. (2014) Fluvi Thionic Gleysols (Thapthistic) (Protosodic, Hyperhumic, Clayic)
Notes: ex risaia

HORIZONS

Ap 45 cm moist color: 2,5Y 4/1 dry color: 2,5Y 3/2, described on surface of small aggregate; main redox features: 7,5YR 5/8, common (2-15%) fine (<5 mm), distinctness: prominent, on masses poor in Fe, no coarse fragments; estimated texture: clay; structure: angular blocky very coarse, moderate; secondary structure: angular blocky coarse, weak; consistence: extremely firm; very adhesive; very plastic; hydraulic conductivity: low (0,01-0,1 µm/s); pores: fine (0.5-1 mm) few (0.1-0.5%) and medium (1-2 mm) very few (<0.1%); cracks: thin (1-3 mm) scarce <10 (n/dmq), no concentrations; pressure faces few(<10%); roots: very fine (<1 mm) few (1-10), biological activity: absent; effervescence: not effervescent; boundary: gradual wavy
Oa 105 cm moist color: 5Y 2,5/1, described on pressed, moist to wet, no mottles, no coarse fragments; estimated texture: ; structure: absent; hydraulic conductivity: mod. high (1-10 µm/s), no concentrations, no faces, biological activity: absent; effervescence: not effervescent; boundary: gradual wavy
Oe 140 cm moist color: 5Y 4/3, described on pressed, moist to wet, no mottles, no coarse fragments; estimated texture: ; structure: absent; hydraulic conductivity: high (10-100 µm/s), no concentrations, no faces, biological activity: absent; effervescence: not effervescent; boundary: unknown

CHEMICAL AND PHYSICAL ANALYSIS

Horiz.	Depth cm	Sand dag/kg					Silt dag/kg			Clay dag/kg	CaCO ₃ dag/kg		O.C. dag/kg	O.M. dag/kg	pH		
		v. coarse	coarse	med.	fine	v. fine	total	coarse	fine	total	total	active			H ₂ O	CaCl ₂	KCl
Ap	0 45						13.6			32.0	54.3	0	0	7.30	12.59	4.6	
Oa	45 105											0	0	33.45	57.67	2.8	
Oe	105 140											0	0	44.03	75.91	4.6	

Horiz.	Depth cm	Exchange complex cmol(+)/kg								BS %	Total Acid.	ESP %	N tot g/kg	P ass mg/kg	K ass mg/kg	F.C. (cm/m)	W.P. mm/m	AWC mm/m	B.D. g/cm ³	E.C. dS/m	C/N
		Ca	Mg	Ca+Mg	Na	K	H	Al	CEC												
Ap	0 45	17.0	5.1		0.52	0.33			40.6	56	17.67	7.3	6.5	15		31.7	46.4	146.4	1.09	0.7842	11.2
Oa	45 105	16.7	10.1		2.19	0.19			30	97	0.82	7.3	14.6	4					0.18	1.5703	22.9
Oe	105 140	25.2	30.5		18.06	0.56			30.9	100	0.00	44.0	12.9	3						-0.386	34.1

Poor Chemical Properties – acidity

Sono definiti “Soils affected by Poor Chemical Properties – acidity”, quelli con pH (in acqua) ≤ 5 nel topsoil.

L'unico criterio di individuazione utilizzato è stata la definizione stessa, in quanto in banca dati sono presenti dati analitici di pH in acqua. Di seguito è riportata una tabella riassuntiva dei siti selezionati per presenza o assenza della limitazione secondo l'unico criterio descritto.

Criterio di individuazione	Numero di osservazioni pedologiche puntuali individuate		
	PRESENZA	ASSENZA	TOTALE
DATI ANALIZZATI	872 (3.30%)	25588 (96.70%)	26460 (100%)
TOTALE	872 (3.30%)	25588 (96.70%)	26460 (100%)

La validazione dei risultati ha indicato una predittività positiva del 93,3 % e negativa del 68,6 %.

Indicizzazione dello svantaggio pedologico

Per ogni cella di 500 m è definita la variabile indice dello svantaggio pedologico $1_s(c_i)$:

- $1_s(c_i) = 1$ se la cella i -esima presenta almeno uno degli svantaggi definiti dai criteri pedologici sopradescritti;
- $1_s(c_i) = 0$ se la cella i -esima non è svantaggiata per il suolo.

Lo svantaggio pedologico si concretizza se esiste nella cella di 500 m almeno uno degli svantaggi definiti dai seguenti criteri: soil drainage, coarse fragments, sand, heavy clay, organic soil, vertic properties, shallow rooting depth, salinity, sodicity e acidity.

Calcolo dei criteri morfologici (TERRAIN)

Per determinare le pendenze massime locali sono stati utilizzati i punti quotati del modello digitale del terreno (DEM) del Ministero dell'Ambiente con distanza orizzontale 20 m. Di ogni punto del reticolo altimetrico è stata determinata la pendenza massima locale – massima pendenza delle 8 pendenze calcolate tra il punto e gli 8 punti del primo intorno geografico (cfr. Updated guidelines for applying common criteria to identify agricultural areas with natural constraints – JRC Technical Reports 2016 – EUR 27950 EN).

Con l'informazione elaborata è stata generata la variabile indice del criterio pendenza $1_p(x_i)$ definita nei punti del reticolo altimetrico di coordinata x_i (x_i identifica la coppia di coordinata del punto i -esimo):

- $1_p(x_i) = 1$ se la pendenza massima nel punto di coordinata x_i è maggiore o uguale al 15%;
- $1_p(x_i) = 0$ se la pendenza massima nel punto di coordinata x_i è minore del 15%.

Individuazione delle aree agricole comunali

La localizzazione delle aree agricole è stata ottenuta sovrapponendo il reticolo altimetrico di dimensione unitaria 20 m alla mosaicatura del territorio tracciata sul rilievo aerofotogrammetrico a scala 1:10.000 del progetto Refresh di AGEA. Ad ogni punto del reticolo altimetrico è stato associato l'uso del suolo del tassello del mosaico territoriale entro cui ricade.

Con l'informazione elaborata è stata generata la variabile indice della copertura agricola $1_A(x_i)$ definita in tutti i punti del reticolo altimetrico di coordinata x_i (x_i identifica la coppia di coordinata del punto i -esimo):

- $1_A(x_i) = 1$ se il punto di coordinata x_i ricade in un tassello a uso agricolo (seminativi, colture arboree e pascoli permanenti);
- $1_A(x_i) = 0$ se il punto di coordinata x_i ricade in un tassello non agricolo.

Le informazioni sull'uso del suolo agricolo derivate dal Progetto Refresh hanno un livello di aggiornamento temporale variegato in base alle differenti regioni italiane, in accordo alla pianificazione dei rilievi aerofotogrammetrici, come riportato nella tabella seguente.

Regione	Anno del rilievo aerofotogrammetrico
Trento	2014
Bolzano	2014
Veneto	2015
Calabria	2015

Molise	2015
Piemonte	2015
Aosta	2015
Lombardia	2015
Marche	2016
Liguria	2016
Abruzzo	2016
Sardegna	2016
Sicilia	2016
Puglia	2016
Toscana	2016
Trentino Alto Adige	2017
Lazio	2017
Umbria	2017
Emilia Romagna	2017
Friuli Venezia Giulia	2017
Campania	2017
Basilicata	2017

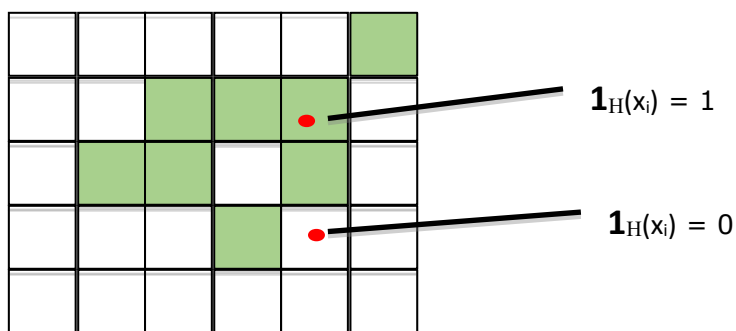
Applicazione dei criteri biofisici e calcolo della superficie agricola comunale svantaggiata

Le variabili indice definite per localizzare la copertura di suolo agricolo e lo svantaggio climatico, pedologico e morfologico sono state utilizzate per stimare la superficie agricola comunale ($S_A(k)$) e la percentuale di superficie agricola comunale svantaggiata ($F_{AT}(k)$) di ogni comuni italiano (k è il progressivo o codice identificativo del comune). Per la stima di $S_A(k)$ e di $F_{AT}(k)$ le variabili indice dello svantaggio climatico e pedologico definite sulla griglia con cella di 500 m sono state riportate ai punti del reticolo altimetrico di maggiore risoluzione spaziale in modo da integrare l'informazione morfologica e agronomica.

A tale scopo il retico altimetrico è stato sovrapposto alla griglia con celle di 500 m e ai punti del reticolo è stato assegnato lo svantaggio climatico o pedologico della cella entro cui ricade. Questa elaborazione ha generato in tutti i punti del reticolo altimetrico di coordinata x_i (x_i identifica la coppia di coordinata del punto i -esimo) le variabili indice $1_C(x_i)$ e $1_P(x_i)$:

- il valore 1 è assegnato ai punti del reticolo che ricadono in celle svantaggiate;
- il valore 0 è assegnato ai punti del reticolo che ricadono in celle non svantaggiate.

La figura seguente esemplifica il processo numerico applicato, dove con $1H(x_i)$ è identificata la variabile indice dello svantaggio climatico o pedologico riferita ai punti del reticolo altimetrico e in colore sono rappresentate le celle di 500 m svantaggiate per il criterio H -esimo.



La frazione di superficie agricola comunale svantaggiata è stata stimata come rapporto tra il numero di punti del reticolo che ricadono in aree agricole svantaggiate e il numero di punti agricoli. Ne segue che sono stati eseguiti i seguenti conteggi per ogni comune:

- $N(k)$ numero totale di punti del reticolo che ricadono nel comune k-esimo;
- $N_A(k)$ numero di punti del reticolo che ricadono nel comune k-esimo e con variabile indice $1_A(x_i)$ uguale a 1 (punti che ricadono in aree agricole);
- $N_{AC}(k)$ numero di punti del reticolo che ricadono nel comune k-esimo e con variabile $1_A(x_i)$ uguale a 1 e variabile indice $1_C(x_i)$ uguale a 1 (punti che ricadono in aree agricole con svantaggio climatico);
- $N_{AS}(k)$ numero di punti del reticolo che ricadono nel comune k-esimo e con variabile $1_A(x_i)$ uguale a 1 e con variabile indice $1_S(x_i)$ uguale a 1 (punti che ricadono in aree agricole con svantaggio pedologico);
- $N_{AP}(k)$ numero di punti del reticolo che ricadono nel comune k-esimo e con variabile $1_A(x_i)$ uguale a 1 e variabile indice $1_P(x_i)$ uguale a 1 (punti che ricadono in aree agricole con svantaggio morfologico);
- $N_{AT}(k)$ numero di punti del reticolo che ricadono nel comune k-esimo e con variabile $1_A(x_i)$ uguale a 1 e con almeno una delle tre variabili indice $1_C(x_i)$, $1_S(x_i)$ o $1_P(x_i)$ uguale a 1 (punti che ricadono in aree agricole con svantaggiati naturali).

Con le numerosità ottenute sono stati calcolati i rapporti dell'incidenza dello svantaggio biofisico in agricoltura nei comuni italiani:

- percentuale di superficie agricola comunale $N_A(k) / N(k) \times 100$;
- percentuale di superficie agricola comunale con svantaggio climatico $N_{AC}(k) / N_A(k) \times 100$;
- percentuale di superficie agricola comunale con svantaggio pedologico $N_{AS}(k) / N_A(k) \times 100$;
- percentuale di superficie agricola comunale con svantaggio morfologico $N_{AP}(k) / N_A(k) \times 100$;
- percentuale di superficie agricola comunale svantaggiata $N_{AT}(k) / N_A(k) \times 100$.

L'art 32.2 del Regolamento del Consiglio (CE) n. 1305/2013 definisce svantaggiati per l'agricoltura i comuni con la percentuale di superficie agricola svantaggiata maggiore o uguale al 60%.

Tabelle di sintesi

Tabella 1 - Superfici (ha) delle aree agricole secondo la precedente delimitazione delle Less Favoured Areas

Art. 18	Art. 19	Art. 20	Non LFA
3.672.174	3.018.466	228.161	5.885.369

Tabella 2 - Superfici (ha) delle aree agricole svantaggiate calcolate attraverso l'applicazione dei criteri biofisici (prima del Fine-tuning).

	Art. 19 Area agricola (*)	Non Art. 19 (fuori Art. 18) Area agricola	Area agricola totale
Aree agricole svantaggiate secondo vincoli naturali diversi dalle aree montane	2.735.834	3.098.626	5.834.460
Aree agricole non svantaggiate secondo i vincoli naturali diversi dalle aree montane	371.880	3.037.368	3.409.248
Totale	3.107.714	6.135.994	9.243.708

(*) Il totale di 3.107.714 ha non corrisponde con la superficie indicata in Tabella 1 per l'Art. 19 poiché: a) l'analisi non tiene conto dei **42** comuni italiani nei quali limitate porzioni di territorio presentano entrambe le caratteristiche di cui agli ex artt. 18 e 19; b) la stima delle superfici si basa sull'area agricola stimata tramite il Progetto Refresh di AGEA riferito alle annualità 2014-2017.

Metadati

Agricultural area								
Resource title	Organisati on responsibl e for the creation and maintena nce	Identifier (code)	Date of creation	Format	Spatial resolution	Date acquisition / temporal extent	Temporal resolution	Unit of measure
Agricultural area	AGEA	SA	2014- 2017	Vector	1 m	2014-2017	Year (30% of Italian territory)	Ha
Municipal administrative limits								
Municipal administrative limits (LAU2)	ISTAT		2015	Vector		2015	na	na
Climate								
Temperature	CREA- CMA	TM	2015	Raster	0.14° lon and 0.10° lat (WGS84)	1981-2010	Day	°C
Precipitation	CREA- CMA	P	2015	Raster	0.14° lon and 0.10° lat (WGS84)	1981-2010	Day	mm
Potential evapotraspira tion	CREA- CMA	PET	2015	Raster	0.14° lon and 0.10° lat (WGS84)	1981-2010	Day	mm
Length of growing period	MiPAAF	LGP	2016	Raster	0.14° lon and 0.10° lat (WGS84)	1981-2010	na	
Thermal-time sum for growing period	MiPAAF	THS	2016	Raster	0.14° lon and 0.10° lat (WGS84)	1981-2010	na	°C
Dryness	MiPAAF	DRY	2016	Raster	0.14° lon and 0.10° lat (WGS84)	1981-2010	na	
Terrain								
Digital elevation model (DEM)	Ministero dell'Ambi ente	DEM	2006	Raster	20 m	2006	na	m

Riferimenti

Chiles, J. P., & Delfiner, P. (2009). Geostatistics: modeling spatial uncertainty (Vol. 497). John Wiley & Sons.

Costantini E.A.C., et al. (2007) "Guidelines of the methods of soil survey and data informatization" con "CNCP 3.0, Database for soil observations and pedological units". MiPAAF

Costantini E.A.C. and Dazzi C. (Ed) (2013). "The Soils of Italy" Springer

ESB (1998). Georeferenced Soil Database for Europe, Manual of Procedures Ver. 1. European Soil Bureau, Scientific Committee. EUR 18092 EN, 184pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg

EU INSPIRE (2013) Thematic Working Group Soil - Data Specification on Soil – Technical Guidelines, Retrieved from:
https://inspire.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_SO_v3.0.pdf

JRC Technical Report 2014. Updated common bio-physical criteria to define natural constraints for agriculture in Europe - Definition and scientific justification for the common biophysical criteria (EUR 26638 EN).

JRC Technical Reports 2016. Updated guidelines for applying common criteria to identify agricultural areas with natural constraints (EUR 27950 EN).

Elenco allegati

1. Elenco dei comuni con svantaggio biofisico
2. Elenco dei comuni con svantaggio biofisico parziale

Cartografie

Cartografie dei singoli criteri e stima della relativa superficie agricola nazionale interessata mediante i dati del Progetto refresh di AGEA (griglia 20*20m)



CLIMATE

Thermal-time sum > 5°C (THS)



Superficie agricola totale interessata dal criterio: 598.783 ha



TERRAIN

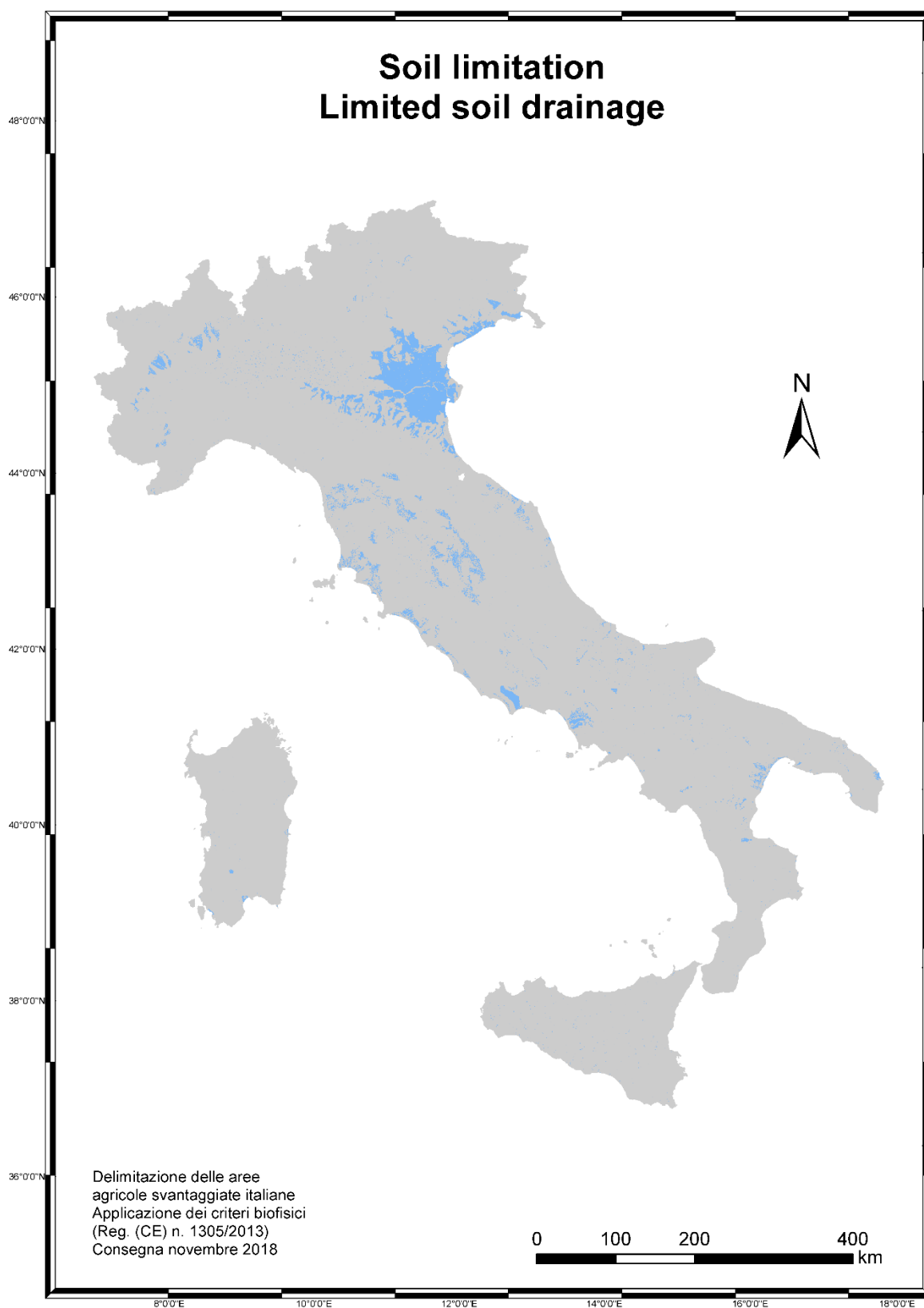
Slope



Superficie agricola totale interessata dal criterio: 5.369.786 ha

SOIL

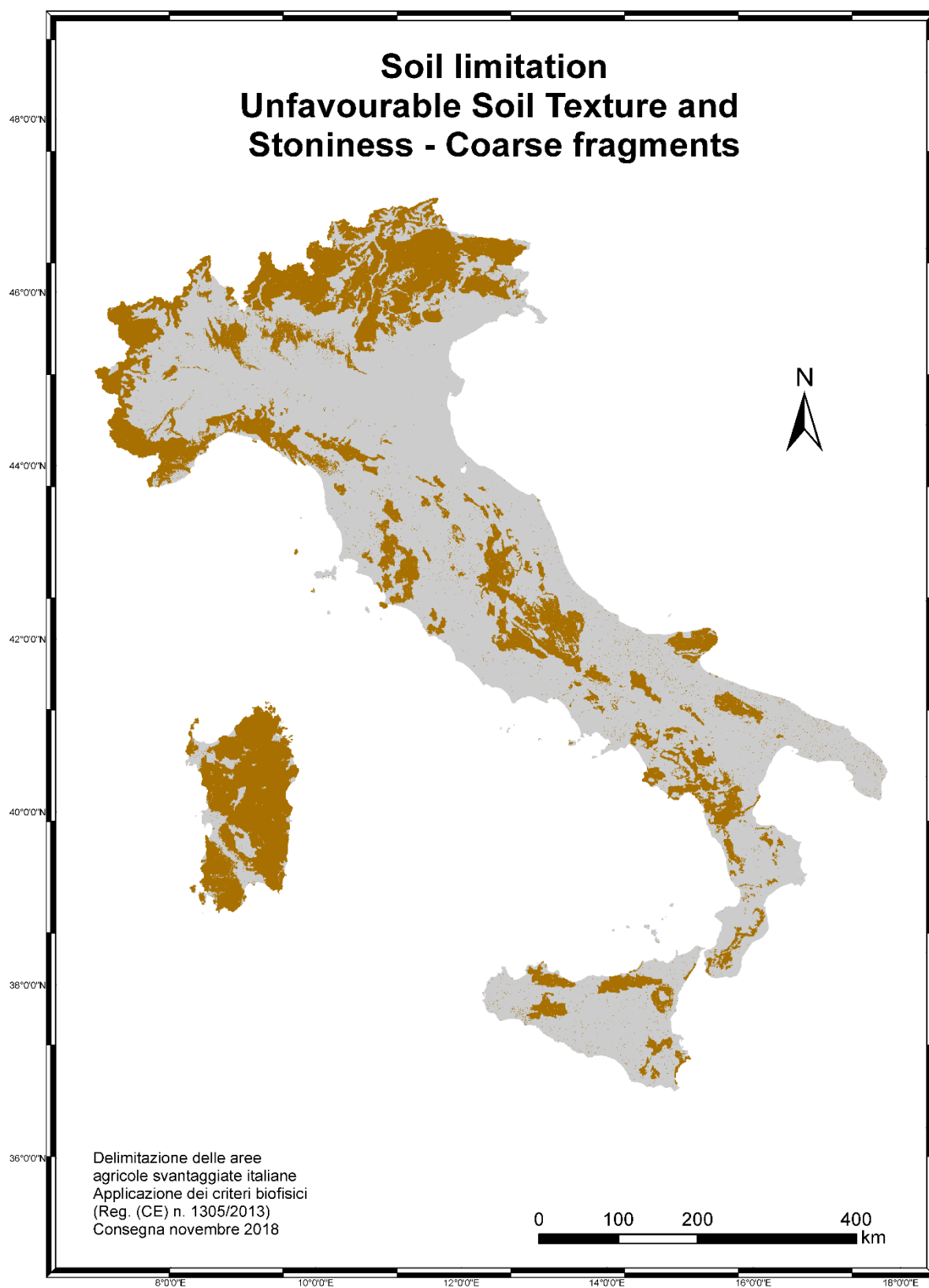
Limited Soil Drainage



Superficie agricola totale interessata dal criterio: 877.068 ha

SOIL

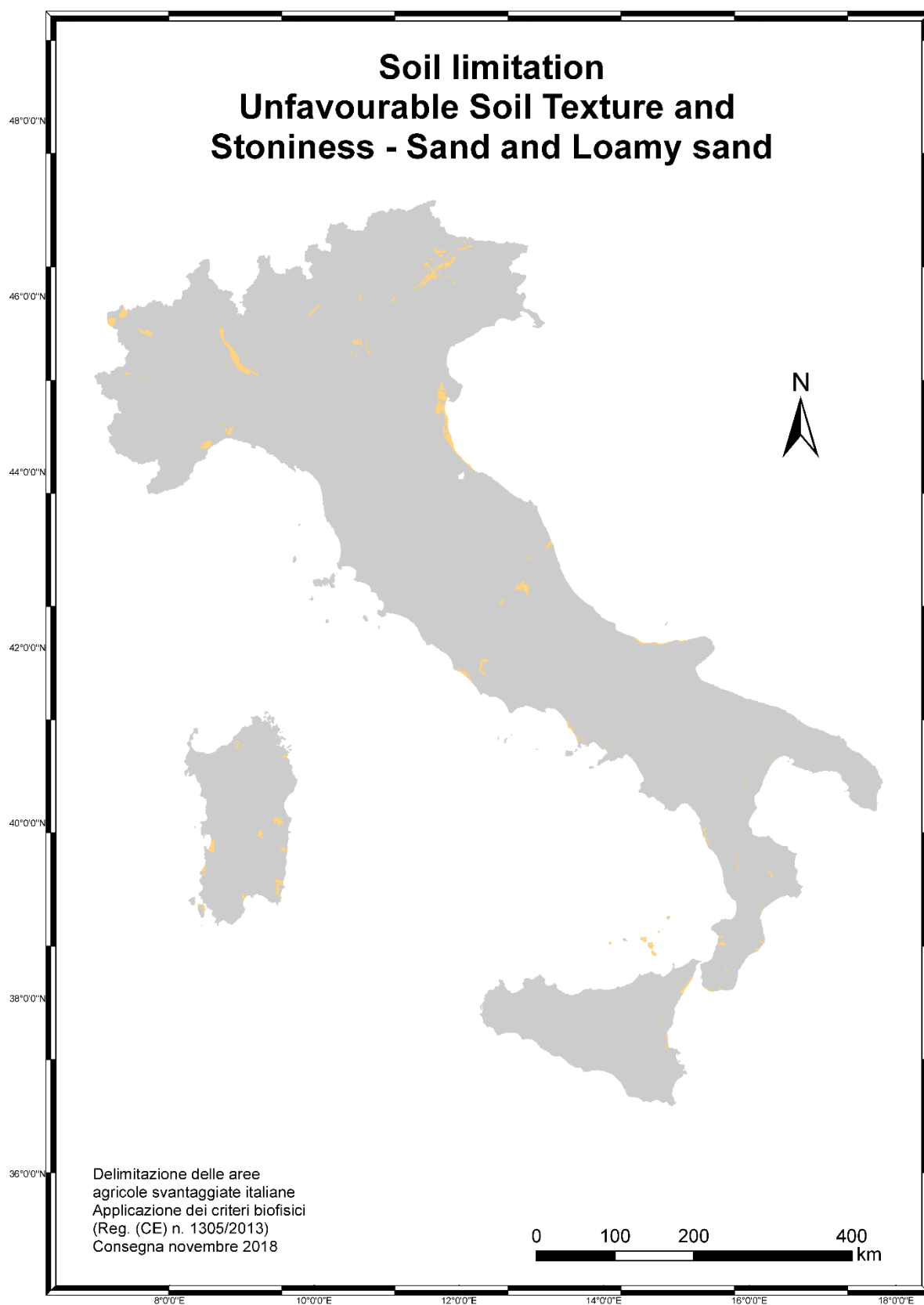
Unfavourable Soil Texture and Stoniness - coarse fragments



Superficie agricola totale interessata dal criterio: 2.757.086 ha

SOIL

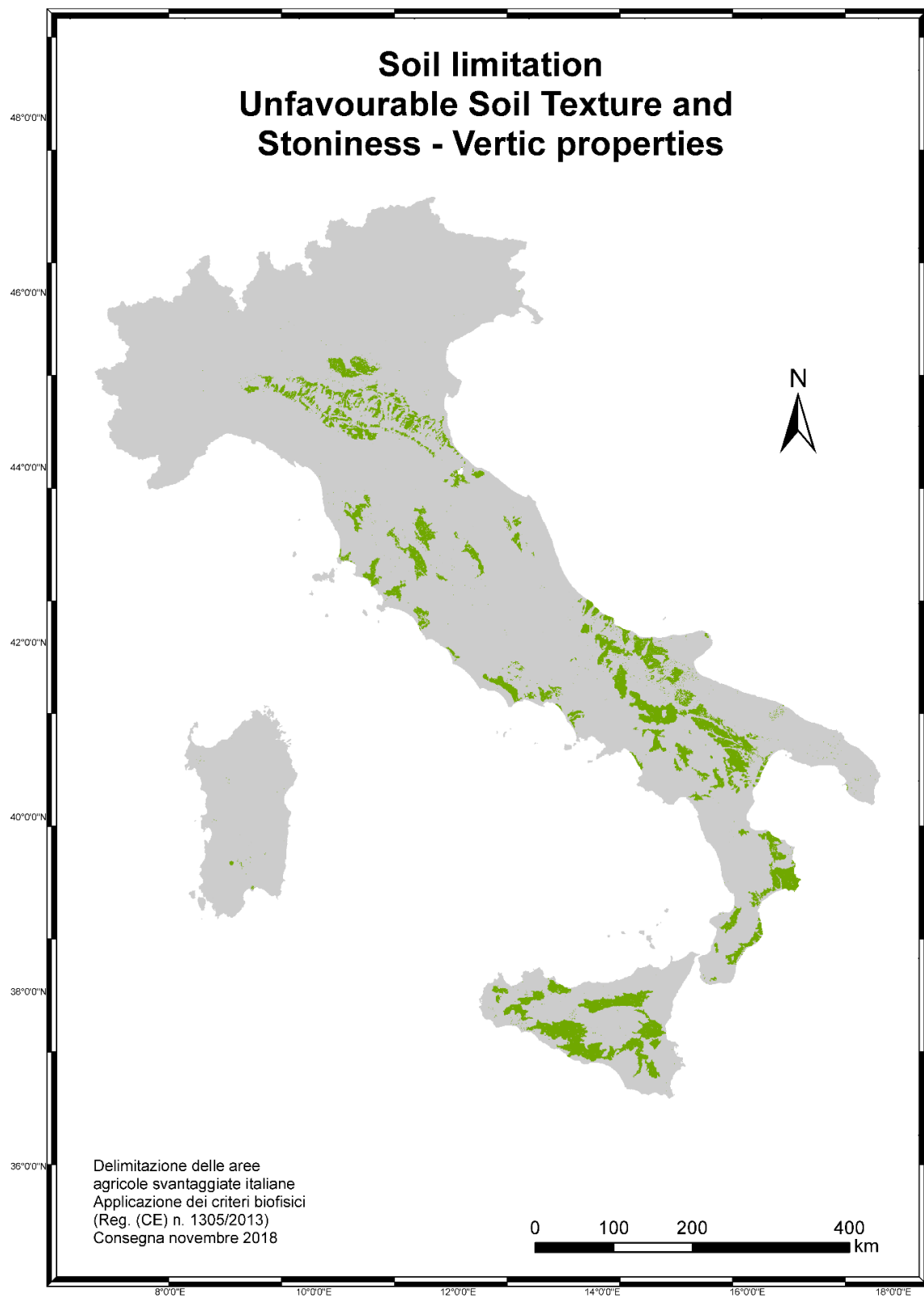
Unfavourable Soil Texture and Stoniness - sand or loamy sand



Superficie agricola totale interessata dal criterio: 153.769 ha

SOIL

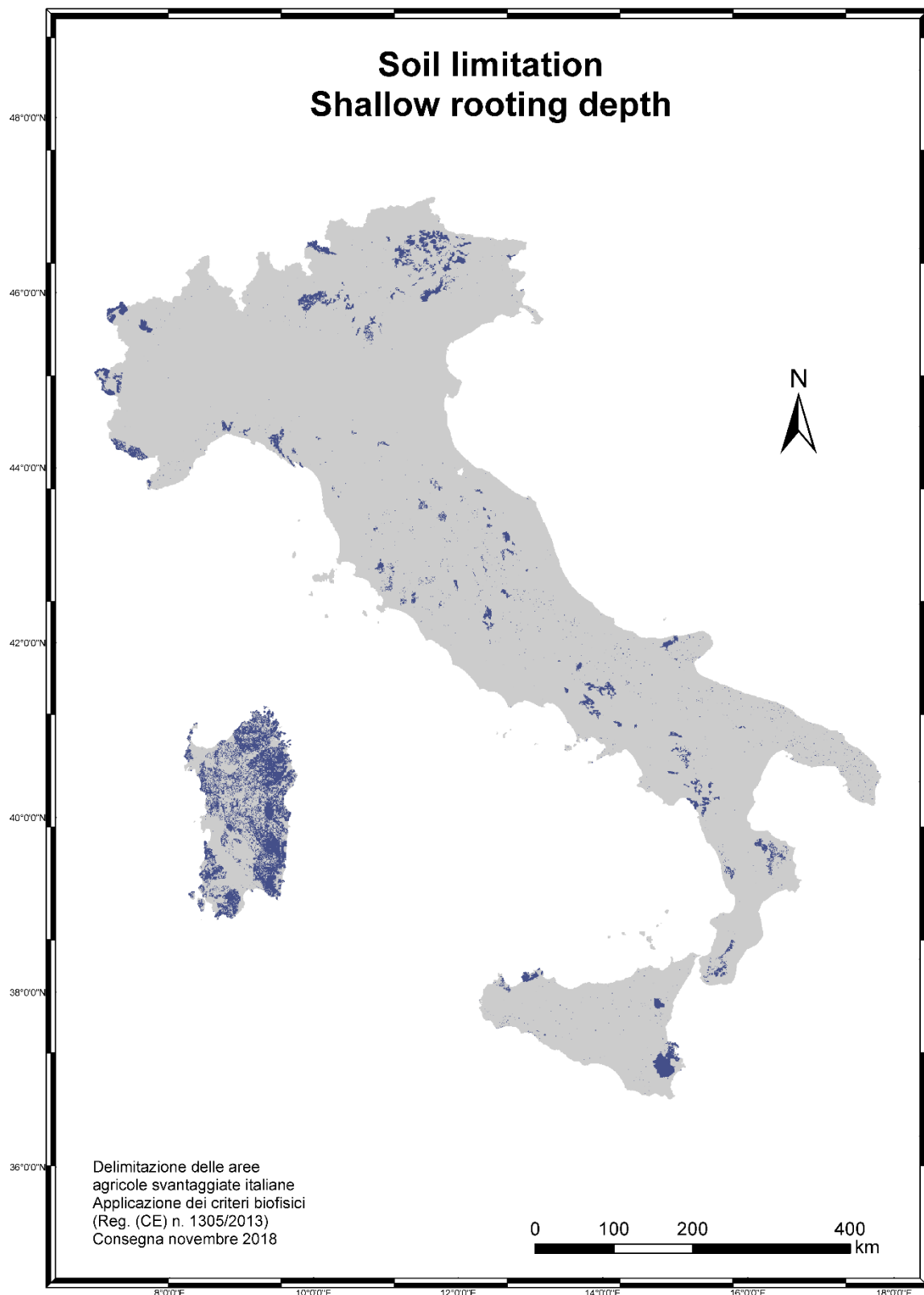
Unfavourable Soil Texture and Stoniness - vertic properties



Superficie agricola totale interessata dal criterio: 1.869.529 ha

SOIL

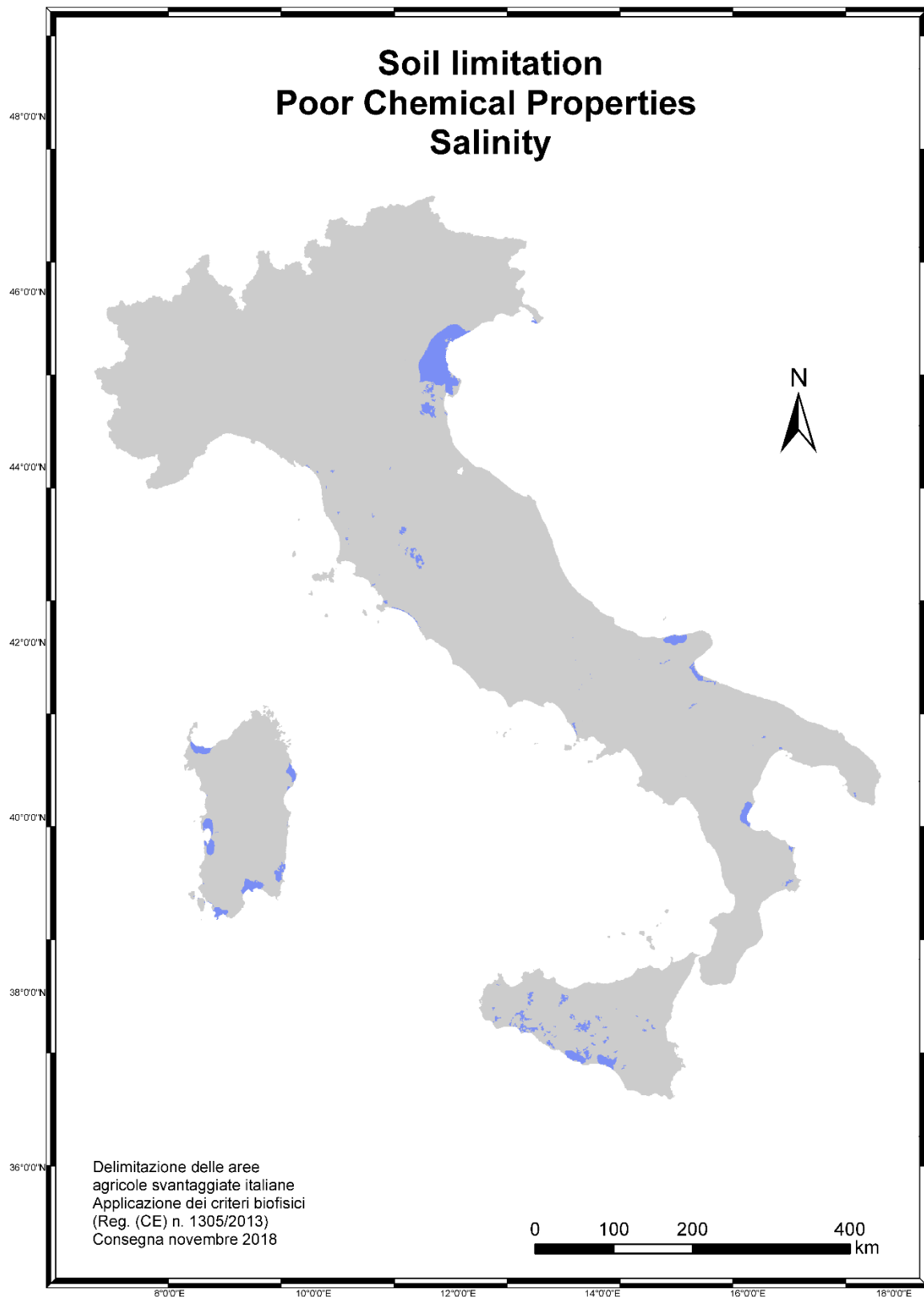
Shallow Rooting Depth



Superficie agricola totale interessata dal criterio: 422.429 ha

SOIL

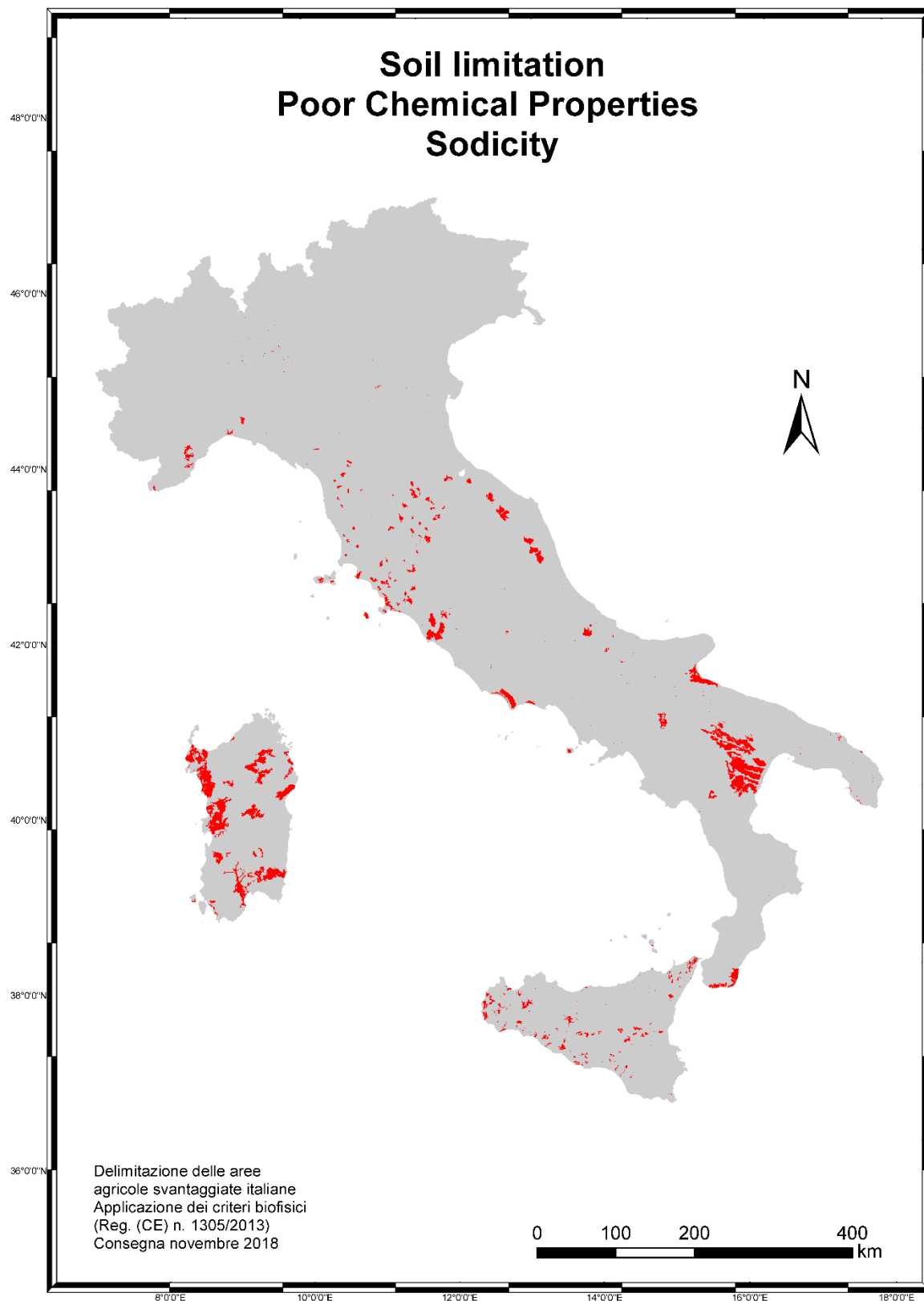
Poor Chemical Properties – salinity



Superficie agricola totale interessata dal criterio: 393.962 ha

SOIL

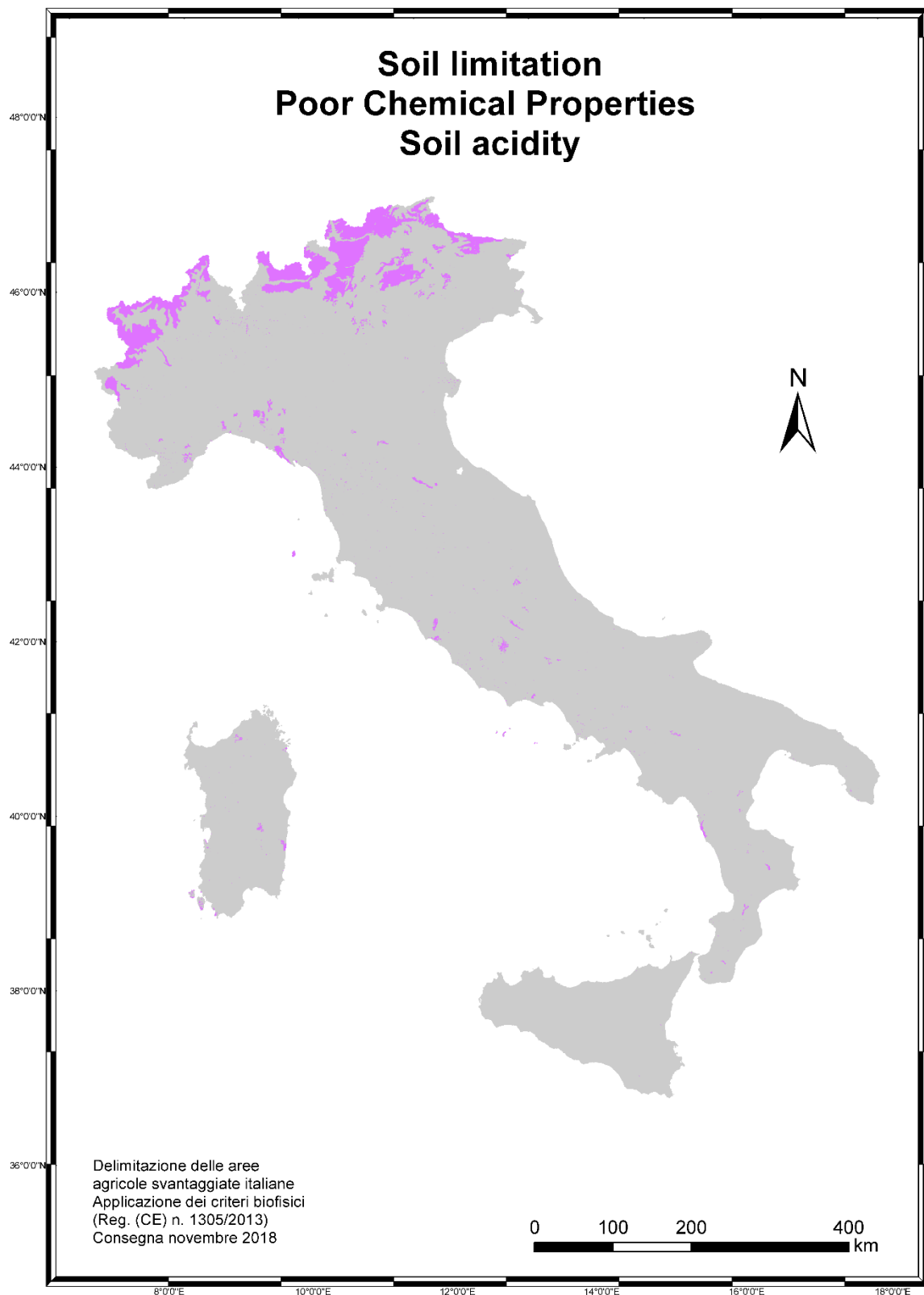
Poor Chemical Properties - sodicity



Superficie agricola totale interessata dal criterio: 489.181 ha

SOIL

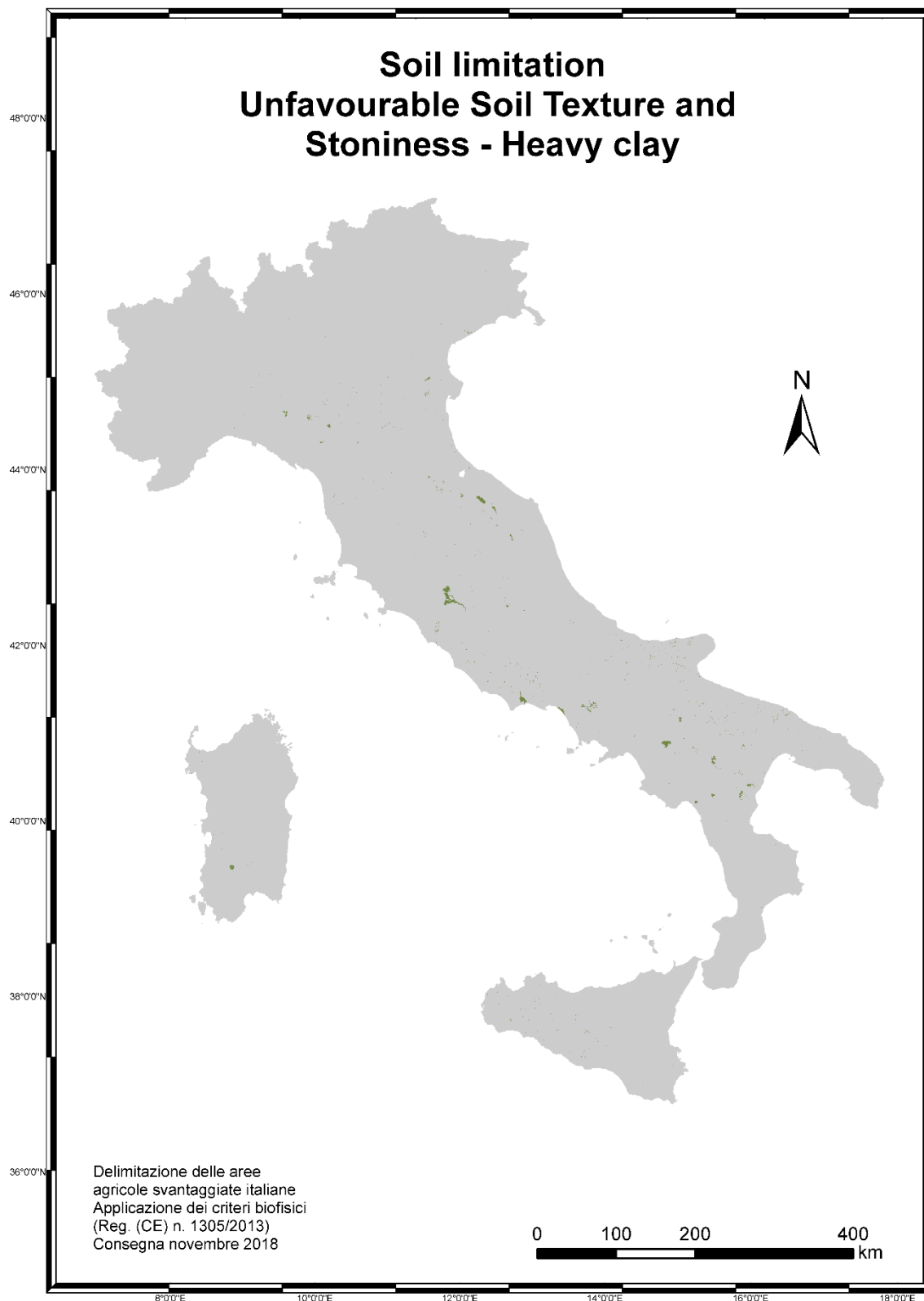
Poor Chemical Properties – acidity



Superficie agricola totale interessata dal criterio: 328.405 ha

SOIL

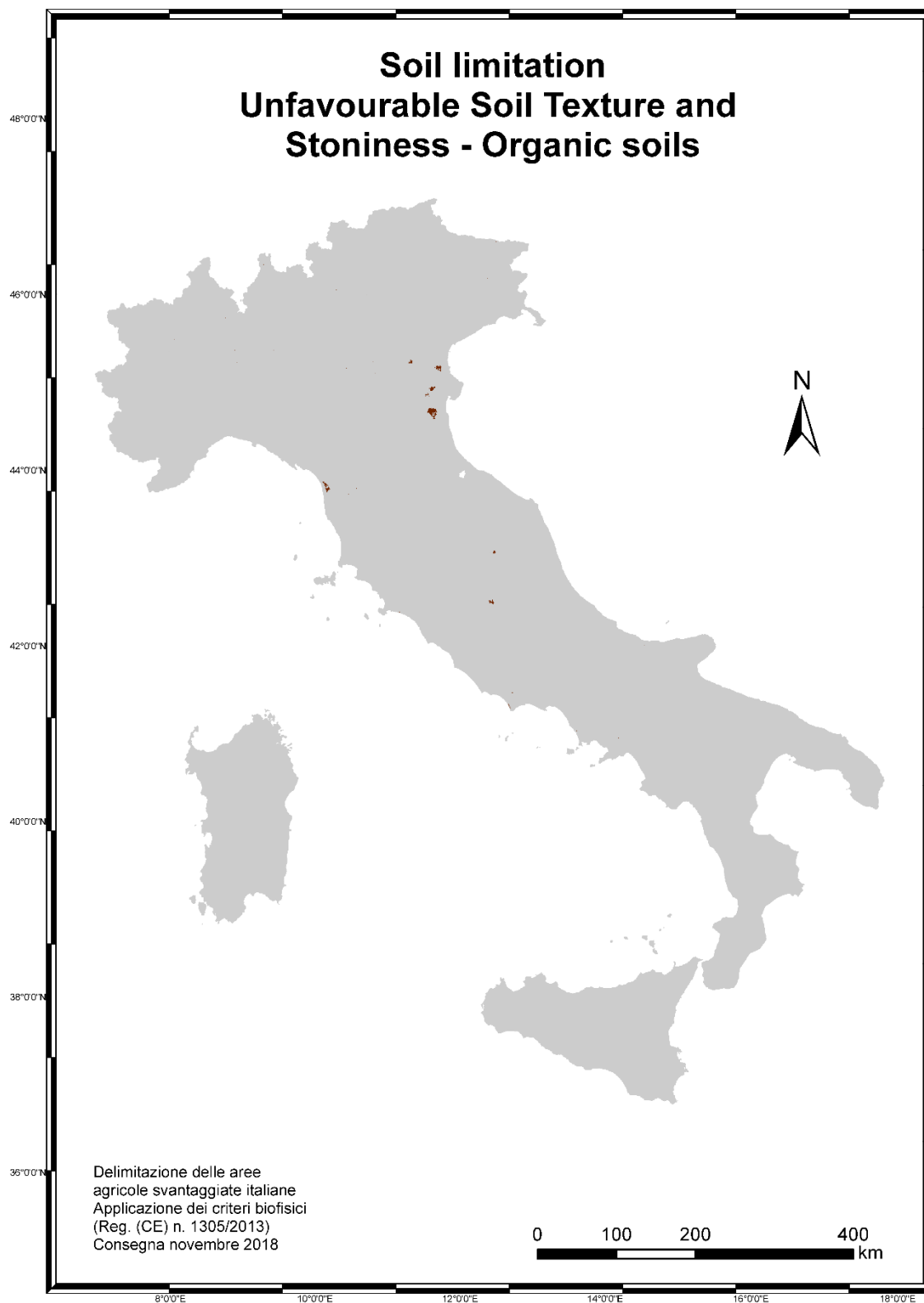
Poor Chemical Properties – Heavy Clay



Superficie agricola totale interessata dal criterio: 42.543 ha

SOIL

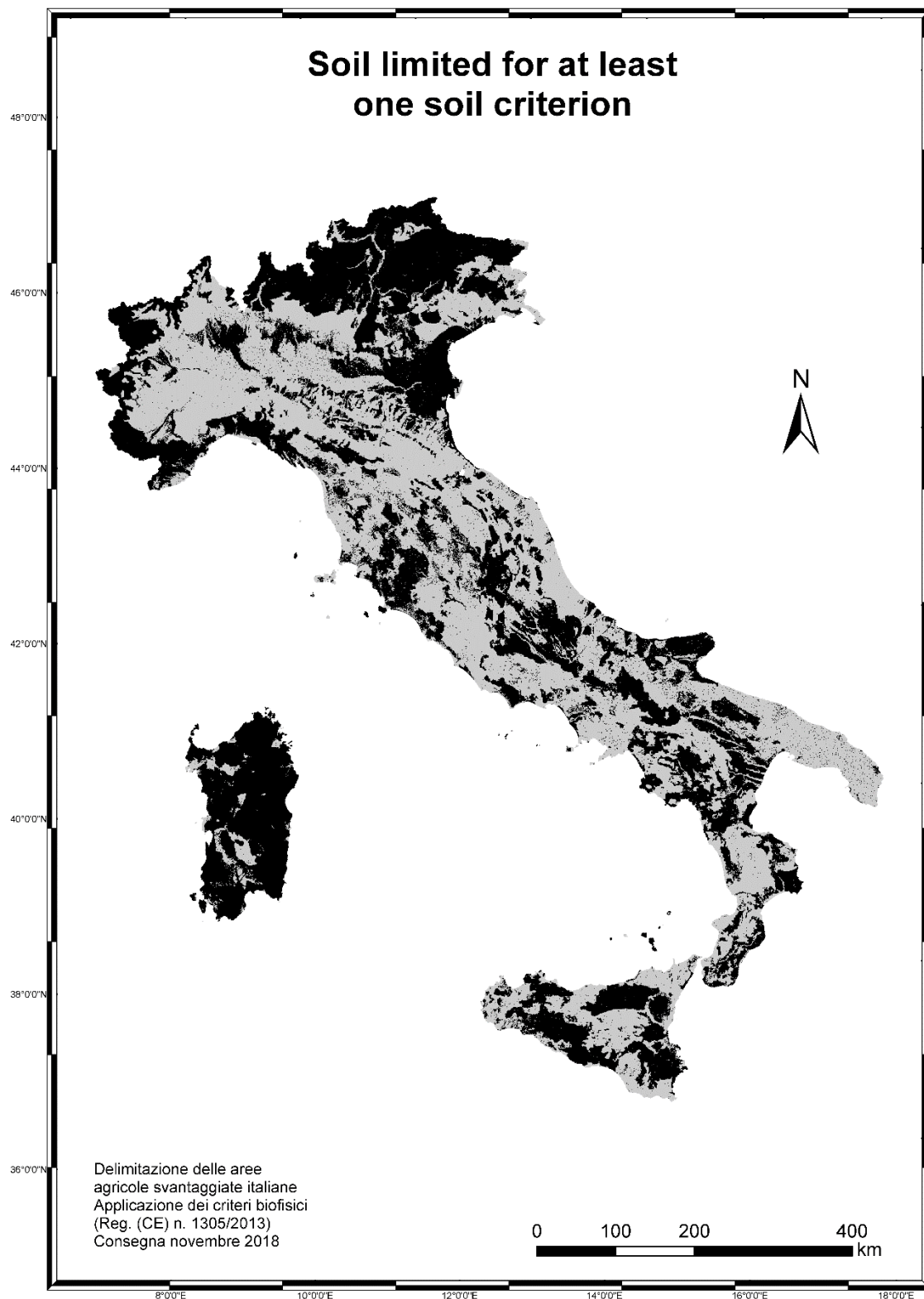
Poor Chemical Properties – Organic soil



Superficie agricola totale interessata dal criterio: 19.954 ha

SOIL

Aggregazione dei criteri



Superficie agricola totale interessata dall'insieme dei criteri pedologici: 5.876.091 ha

Cartografie dei singoli criteri e dell'integrazione dei criteri riportate sulla base geometrica dei limiti comunali italiani

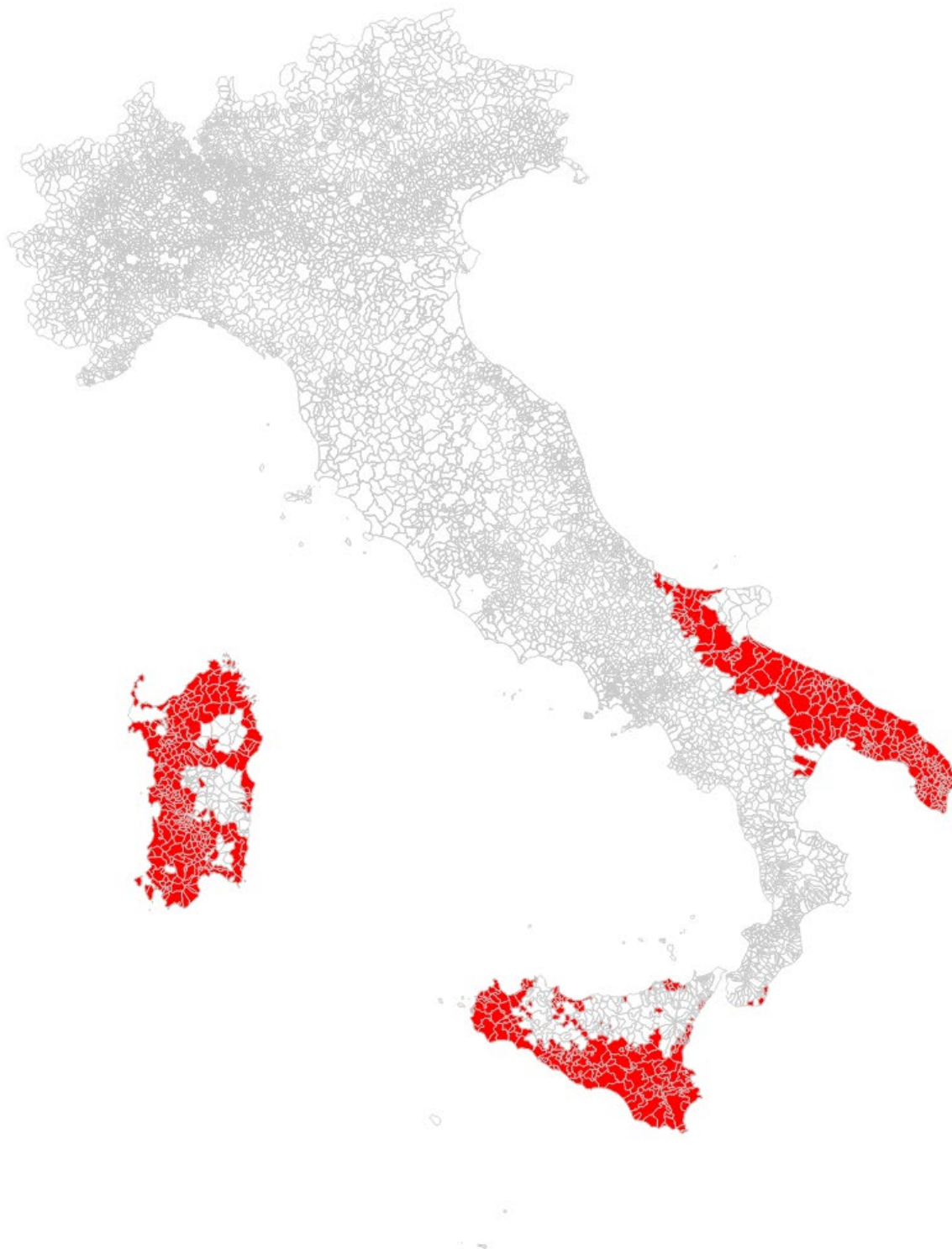
I cartogrammi seguenti sono realizzati utilizzando come base informativa l'insieme dei comuni composto dai comuni classificati come ex-Art. 19 Reg. 1257/99 e quelli attualmente non svantaggiati.

CLIMATE
Length of growing period (LGP)
Il criterio non è presente nell'insieme dei comuni composto dai comuni classificati come ex-Art. 19 Reg. 1257/99 e quelli attualmente non svantaggiati.

CLIMATE
Thermal-time sum > 5°C (THS)
Il criterio non è presente nell'insieme dei comuni composto dai comuni classificati come ex-Art. 19 Reg. 1257/99 e quelli attualmente non svantaggiati.

CLIMATE

Dryness (DRY)

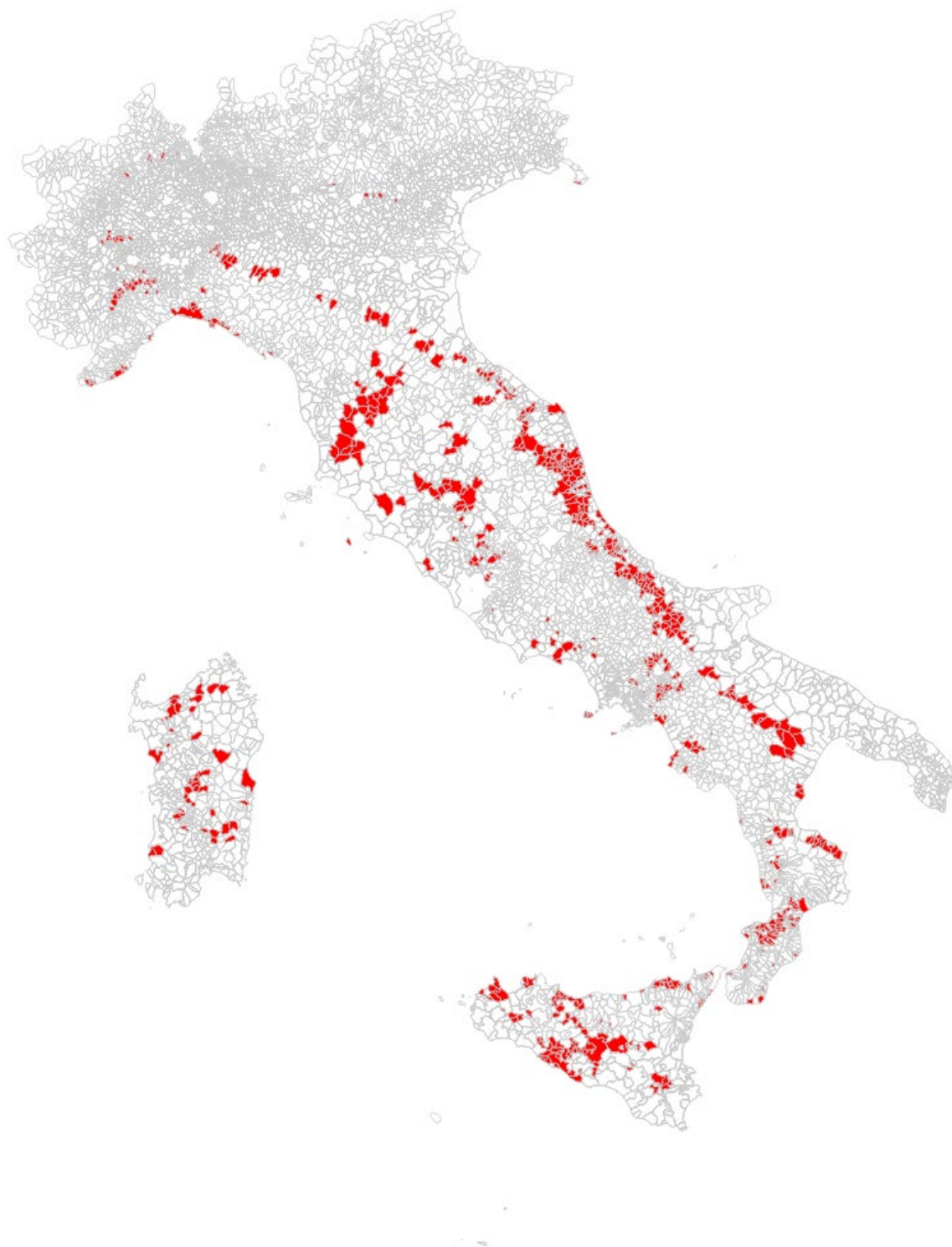


Comuni con superficie agricola affetta dal criterio per una percentuale superiore al 60%

CLIMATE
Aggregazione dei criteri
L'aggregazione dei criteri climatici coincide con il risultato del criterio Dryness (vedi mappa Dryness) in quanto gli altri due criteri climatici (LGP e THS) hanno un impatto esclusivo nelle aree già classificate come montagna.

TERRAIN

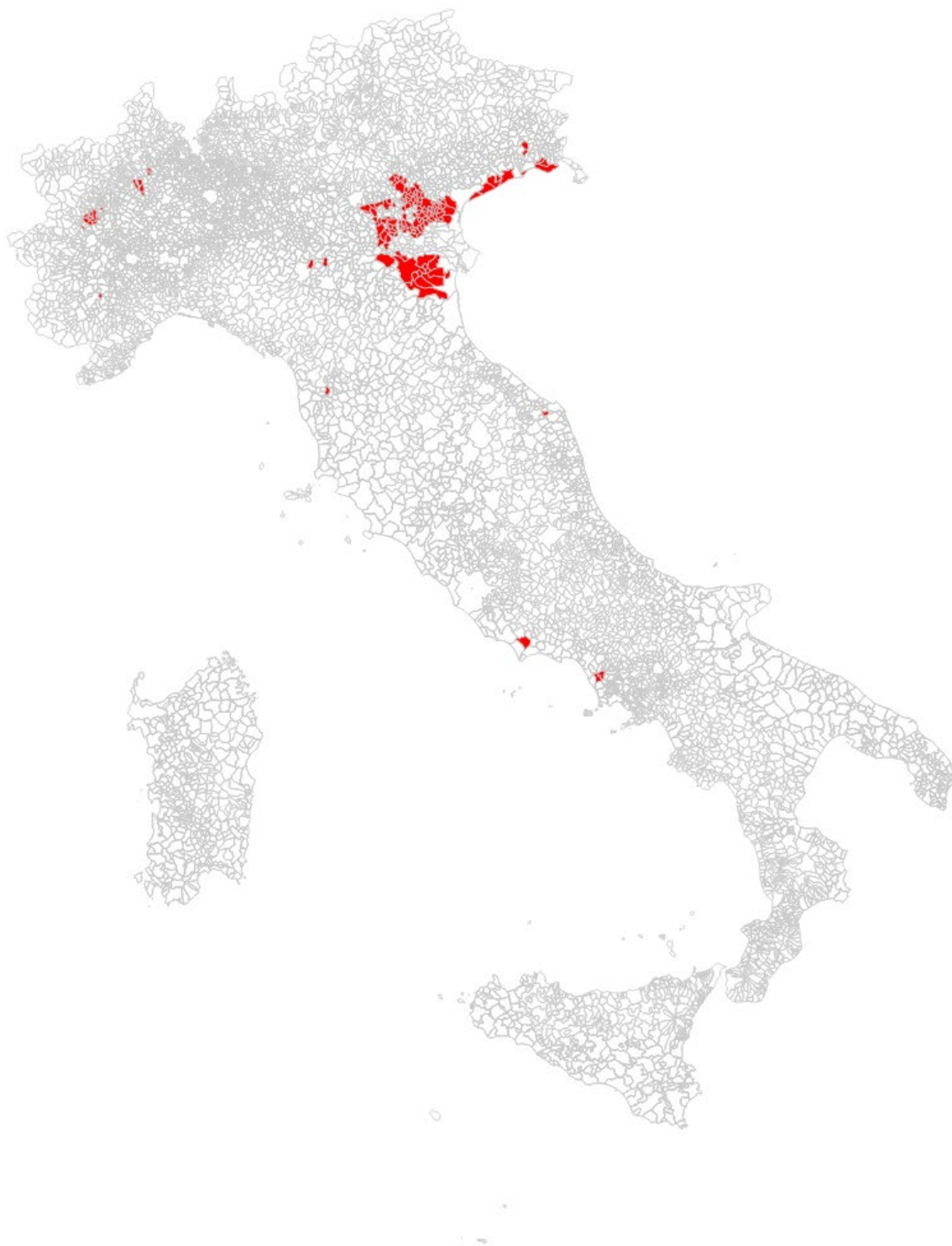
Slope



Comuni con superficie agricola affetta dal criterio per una percentuale superiore al 60%

SOIL

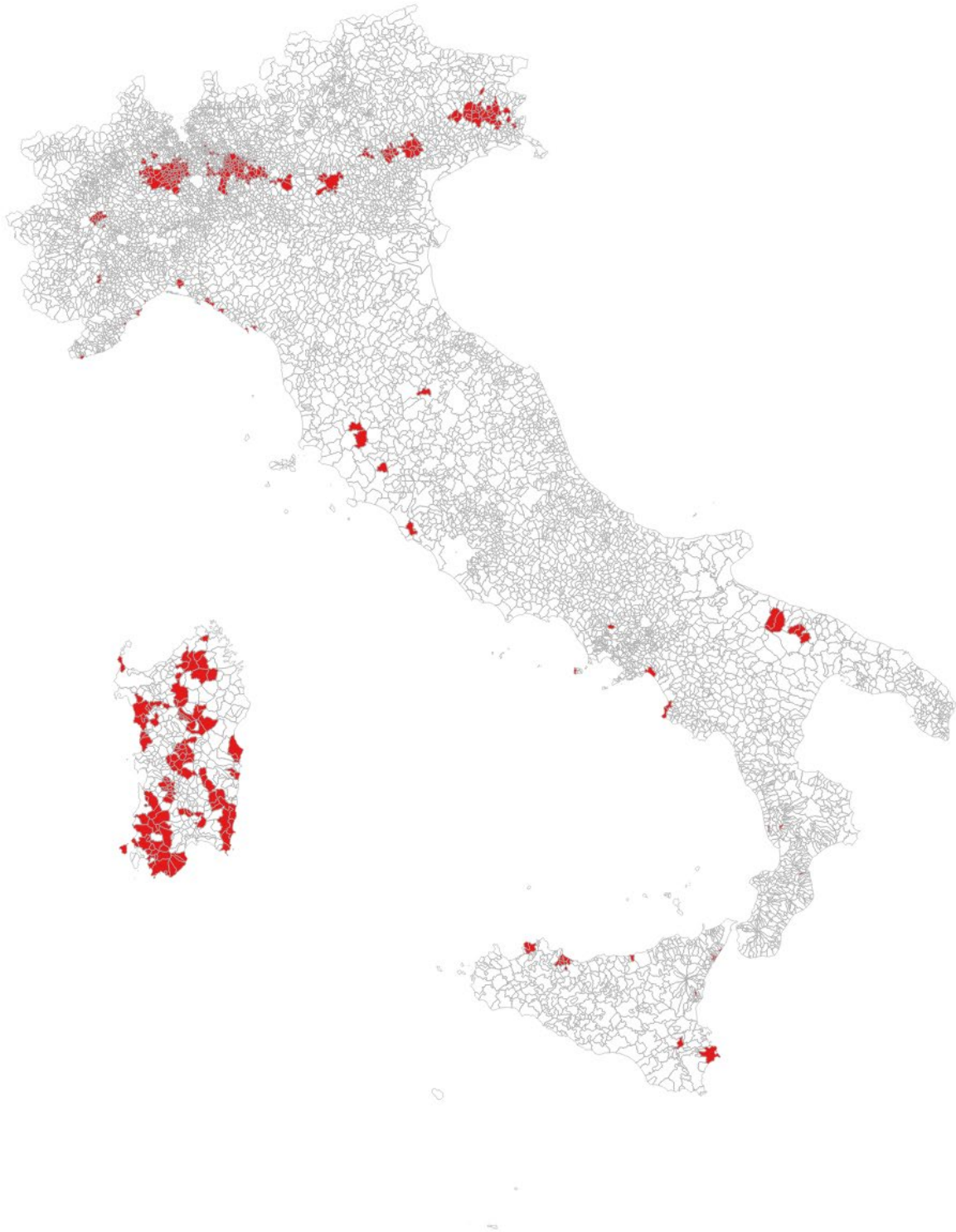
Limited Soil Drainage



Comuni con superficie agricola affetta dal criterio per una percentuale superiore al 60%

SOIL

Unfavourable Soil Texture and Stoniness - coarse fragments



Comuni con superficie agricola affetta dal criterio per una percentuale superiore al 60%

SOIL

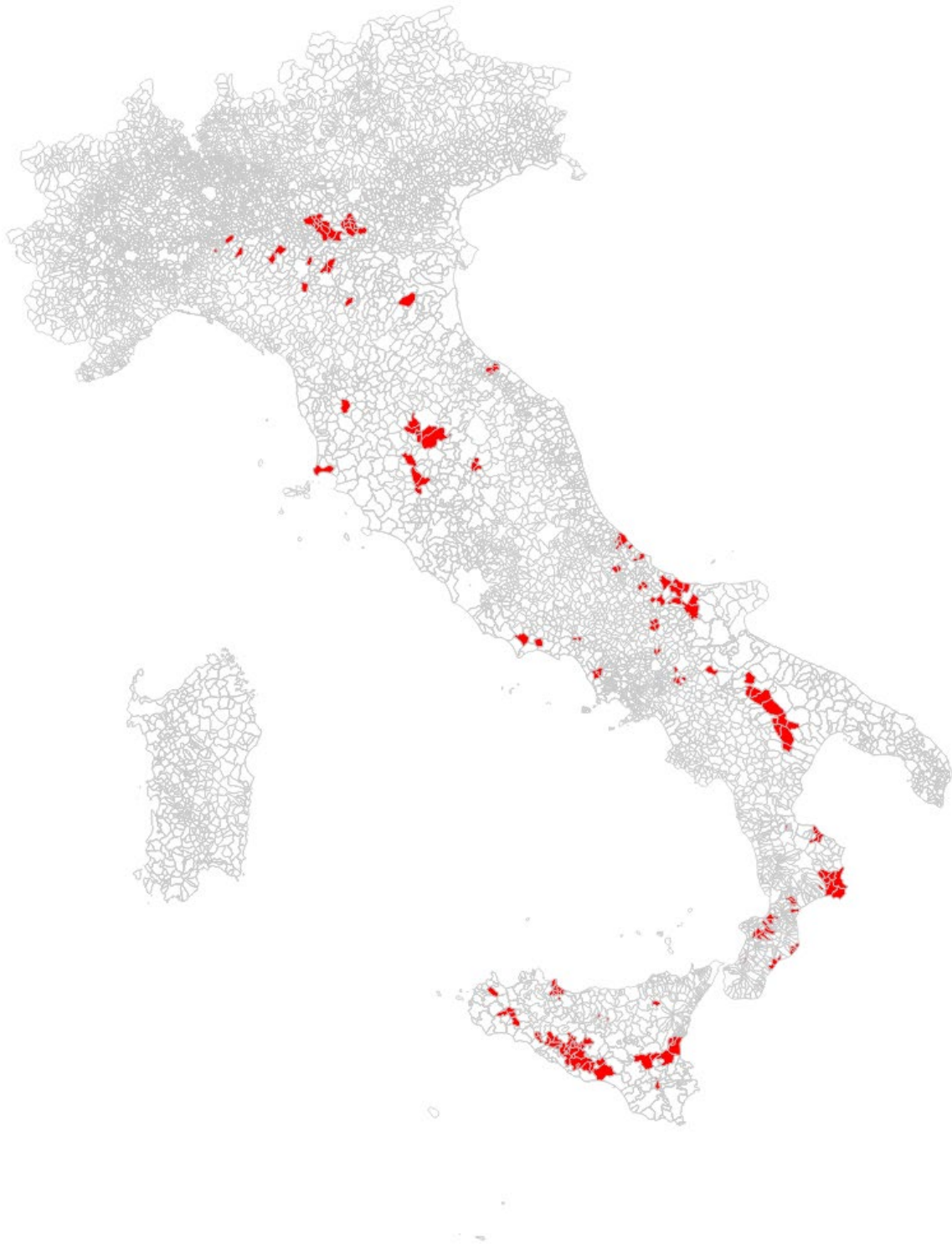
Unfavourable Soil Texture and Stoniness - sand or loamy sand



Comuni con superficie agricola affetta dal criterio per una percentuale superiore al 60%

SOIL

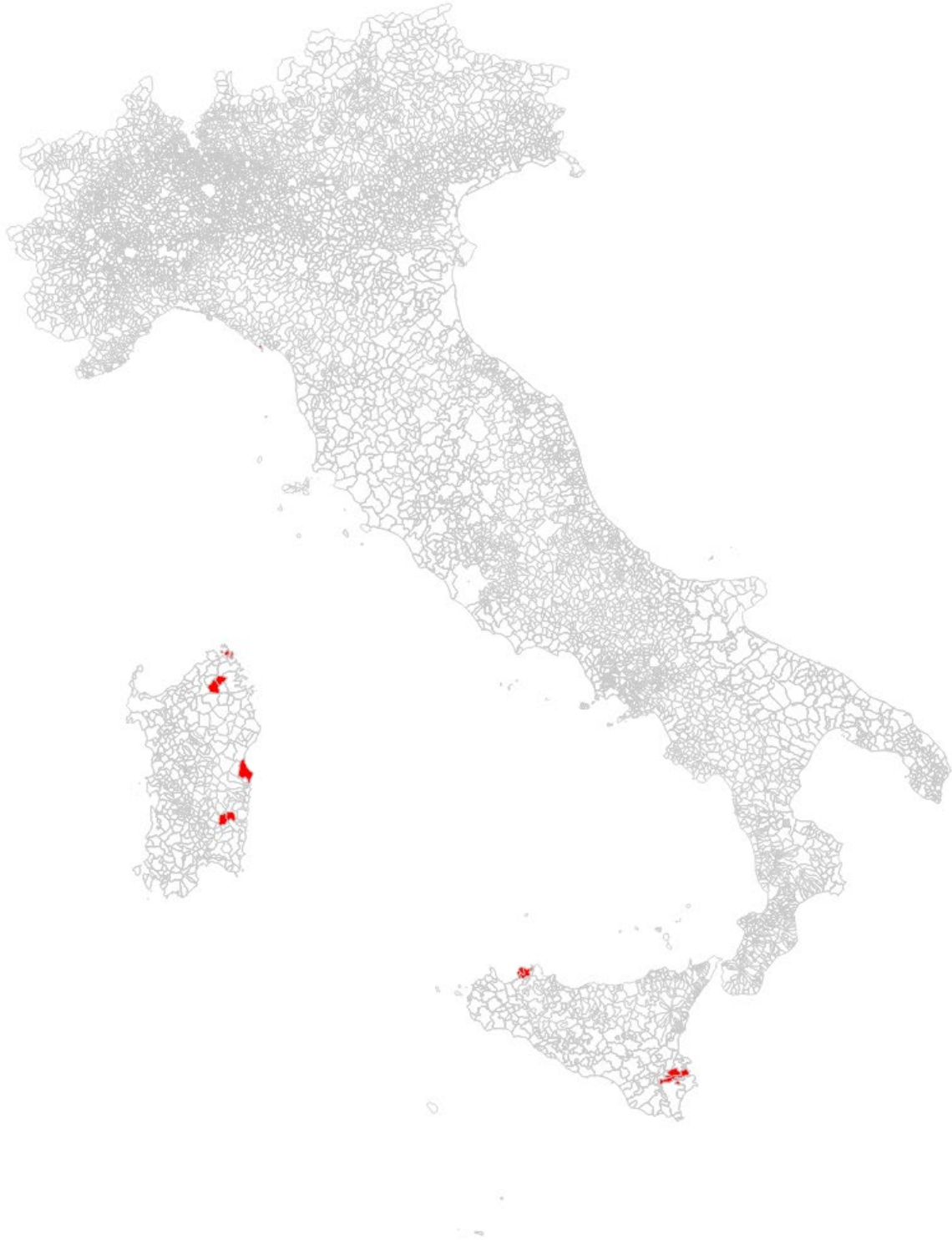
Unfavourable Soil Texture and Stoniness - vertic properties



Comuni con superficie agricola affetta dal criterio per una percentuale superiore al 60%

SOIL

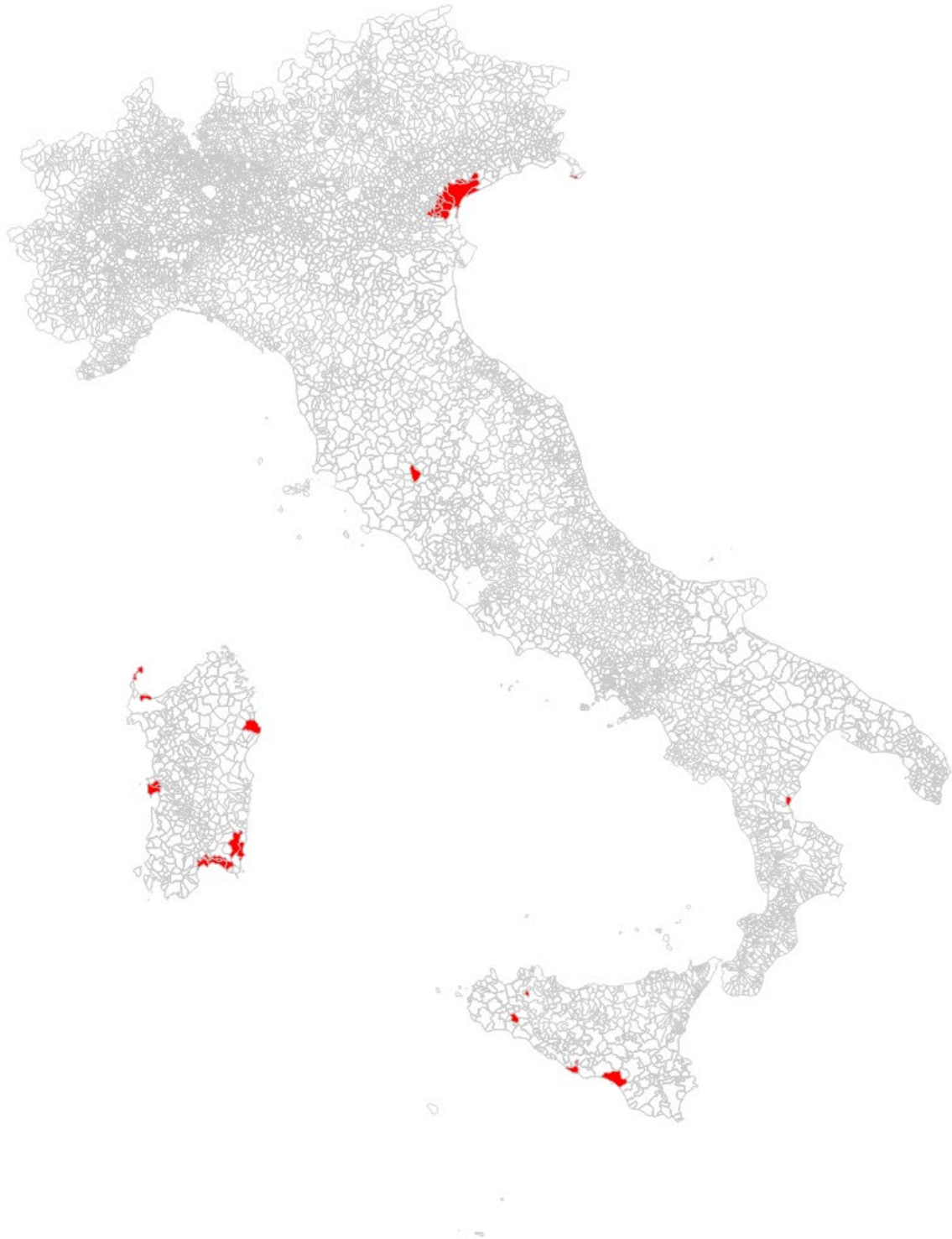
Shallow Rooting Depth



Comuni con superficie agricola affetta dal criterio per una percentuale superiore al 60%

SOIL

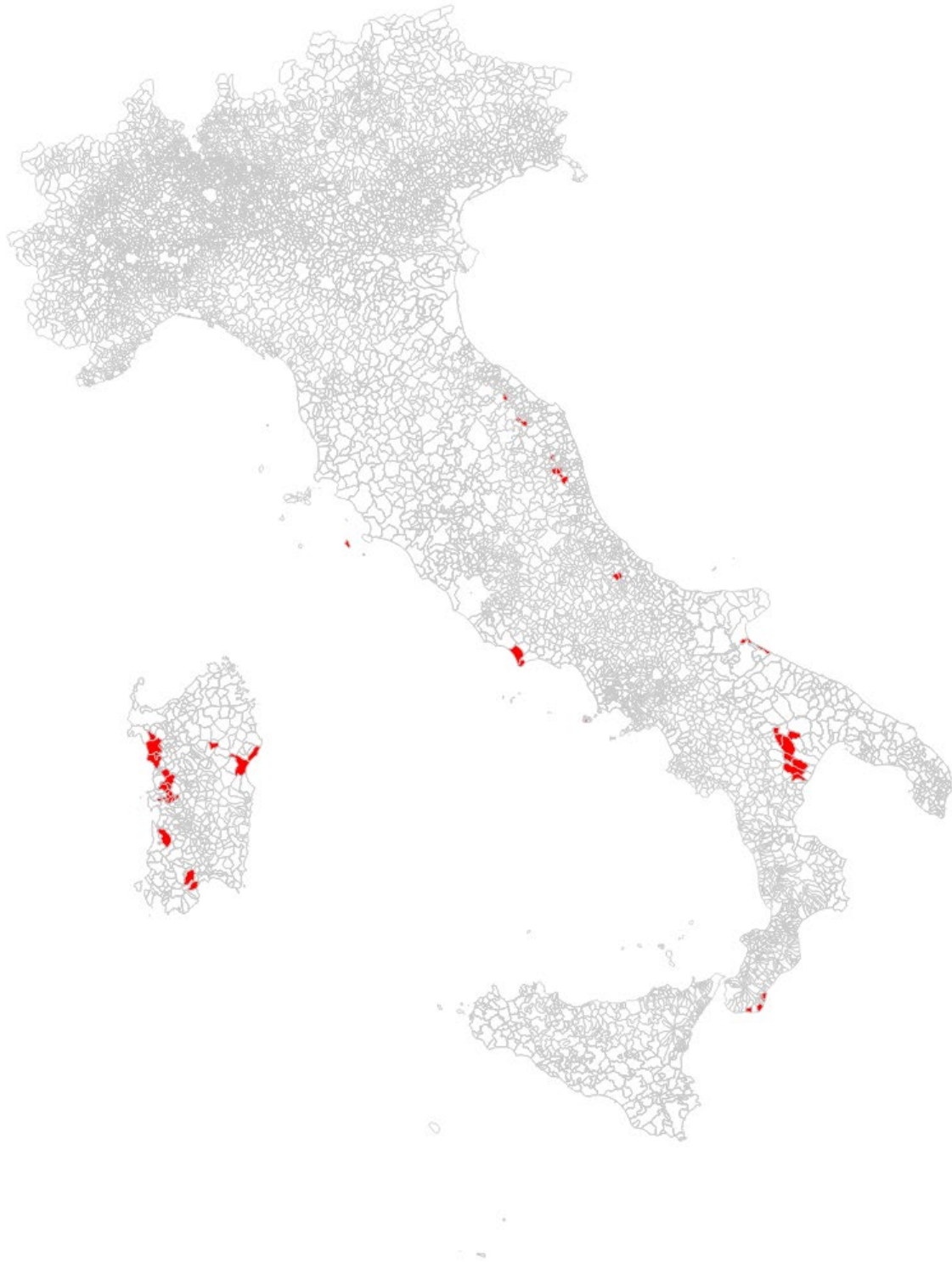
Poor Chemical Properties – salinity



Comuni con superficie agricola affetta dal criterio per una percentuale superiore al 60%

SOIL

Poor Chemical Properties - sodicity



Comuni con superficie agricola affetta dal criterio per una percentuale superiore al 60%

SOIL

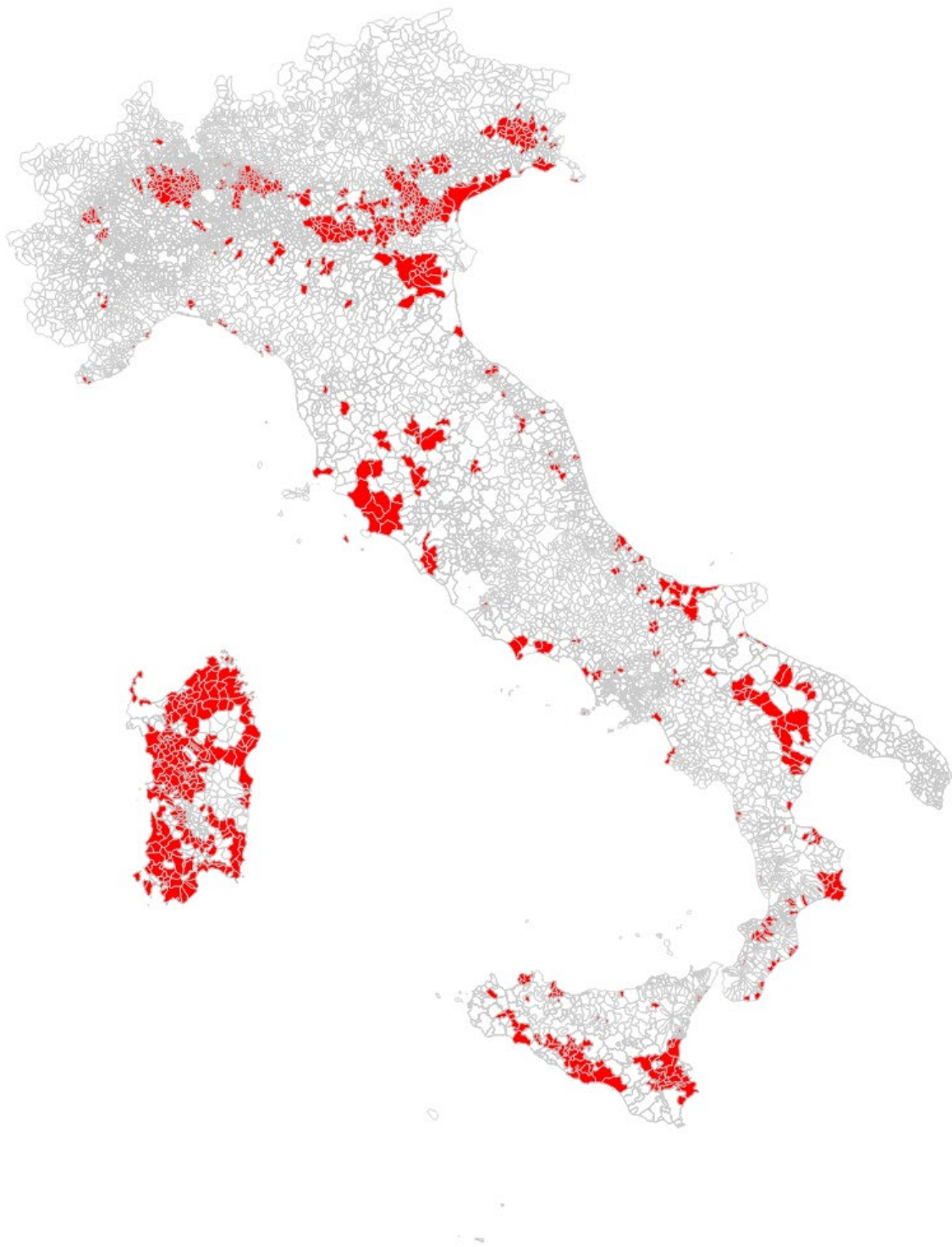
Poor Chemical Properties – acidity



Comuni con superficie agricola affetta dal criterio per una percentuale superiore al 60%

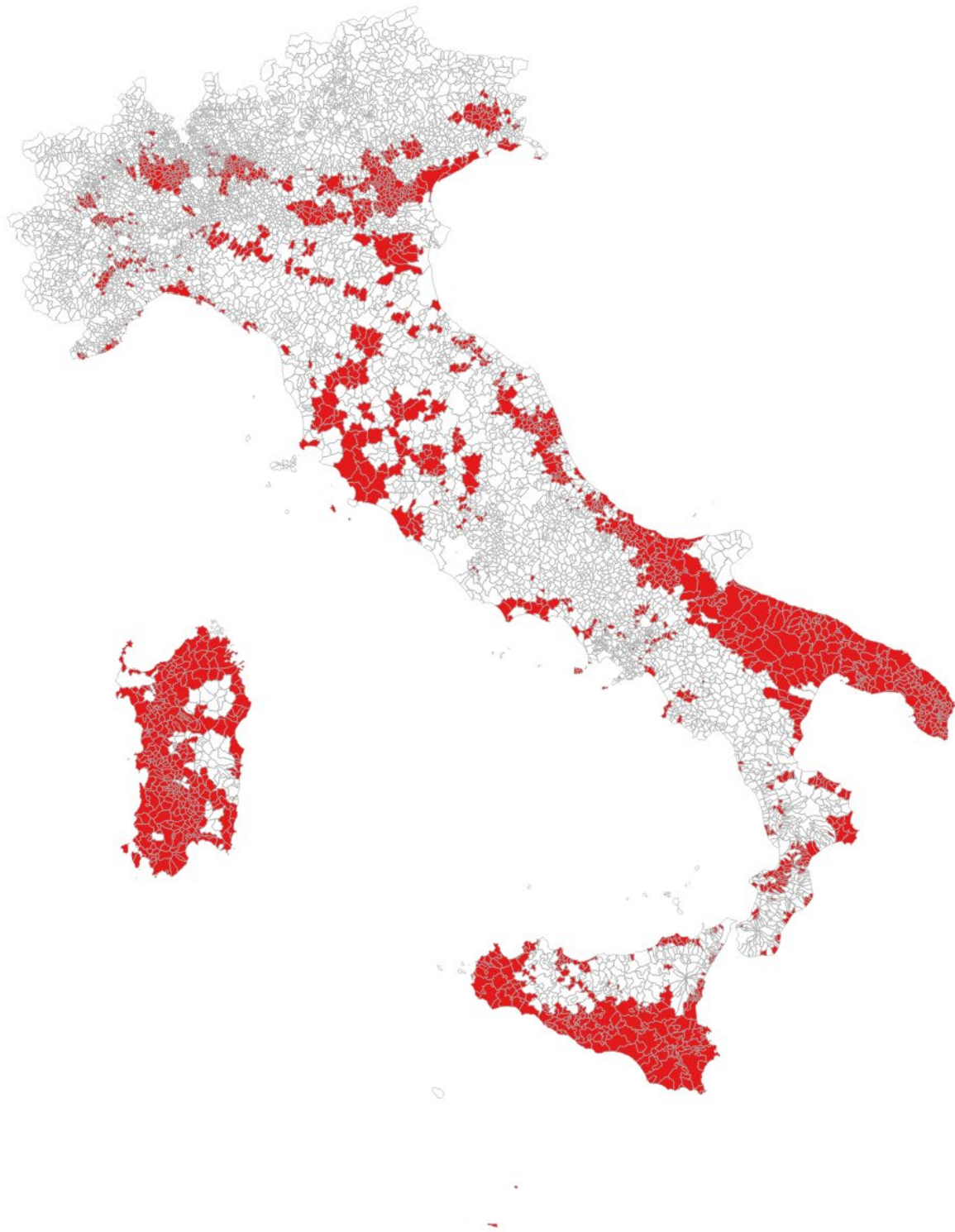
SOIL

Aggregazione dei criteri

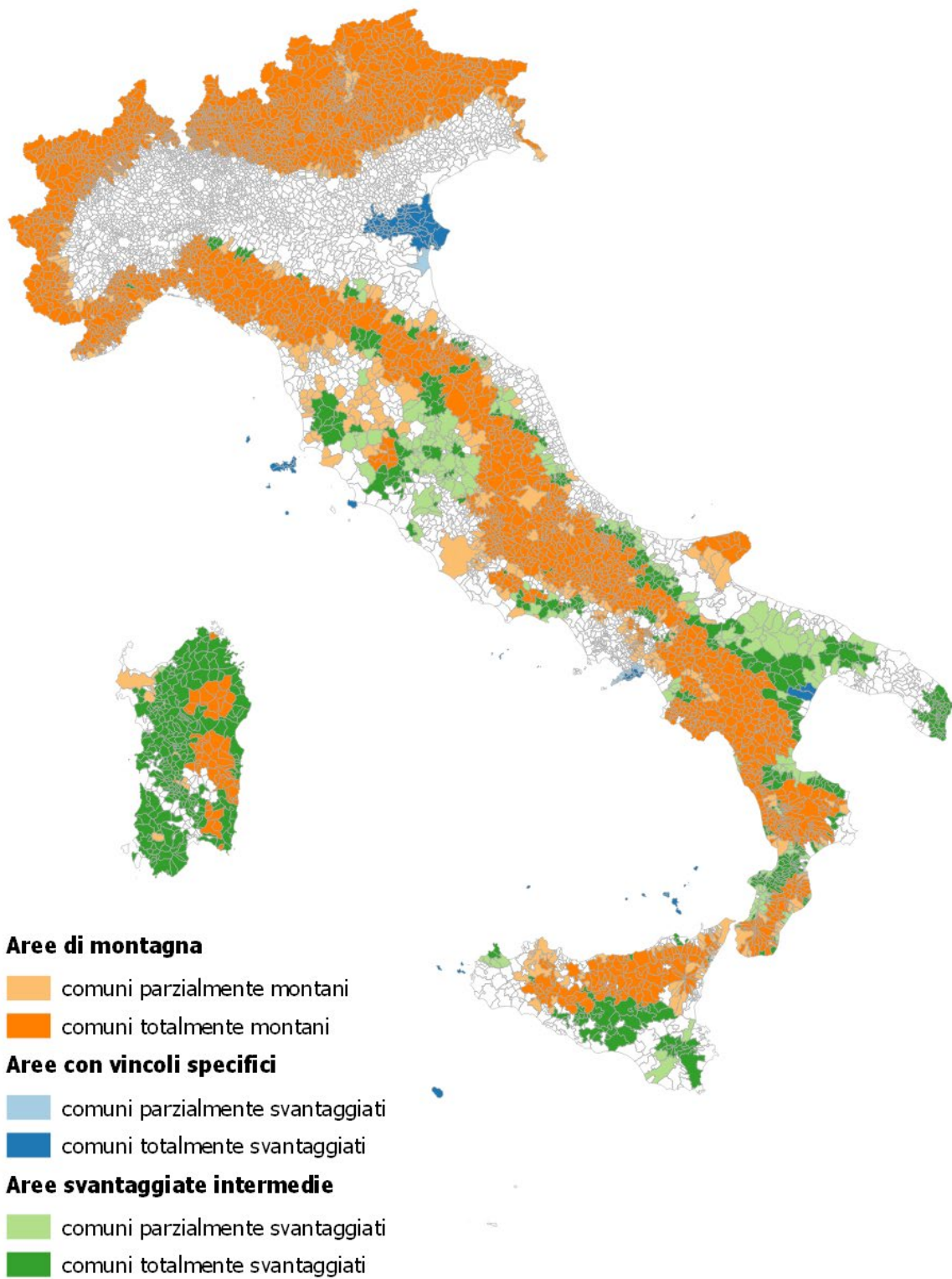


Comuni con superficie agricola affetta da almeno uno dei criteri relativi al suolo per una percentuale superiore al 60%

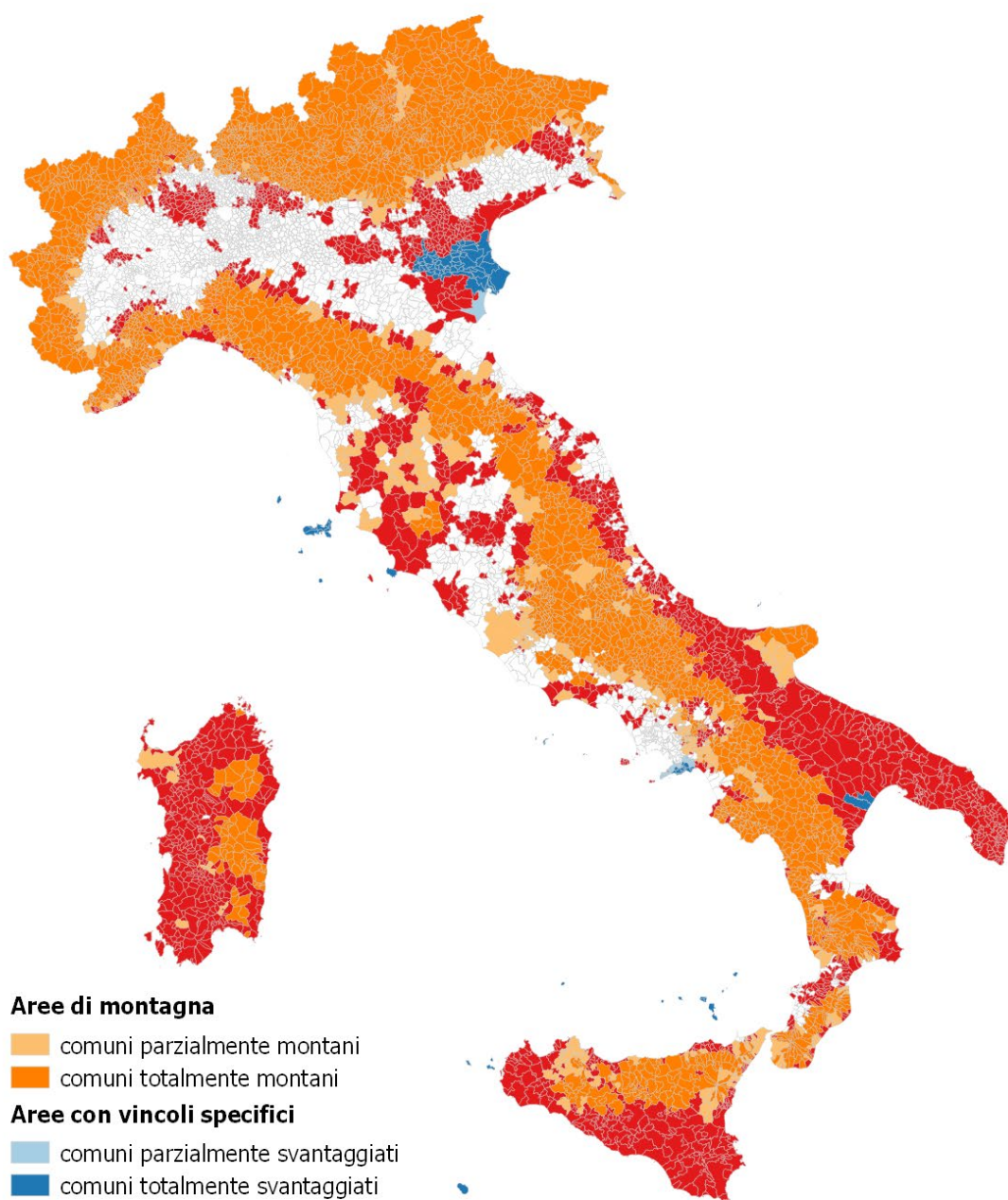
NUOVA DELIMITAZIONE DELLE ANCs DIVERSE DALLE ZONE MONTANE BASATA SUI CRITERI BIOFISICI



Sintesi climatica, morfologica e pedologica.



NUOVA DELIMITAZIONE DELLE AREE SOGGETTE A VINCOLI NATURALI E SPECIFICI





RETE RURALE NAZIONALE
Autorità di gestione
Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali
Via XX Settembre, 20 Roma
www.reterurale.it
reterurale@politicheagricole.it
@reterurale
www.facebook.com/reterurale