

Le matrici geologiche e i processi pedogenetici alla base dei terroir del Sangiovese in Toscana

Edoardo A.C. Costantini

Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria,
CREA-AA Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente, Firenze

edoardo.costantini@crea.gov.it



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DEL SANGIOVESE



In questa lezione

- Suolo e terroir
- Variabilità dei suoli, mappatura dei suoli e zonazione viticola
- Meccanismi biochimici responsabili dell'effetto terroir e caratteri del suolo che li determinano
- Diversità di condizioni ambientali e terroir italiani
- Geologia, suoli e terroir della provincia di Siena
- L'importanza della scala geografica
- Conclusioni

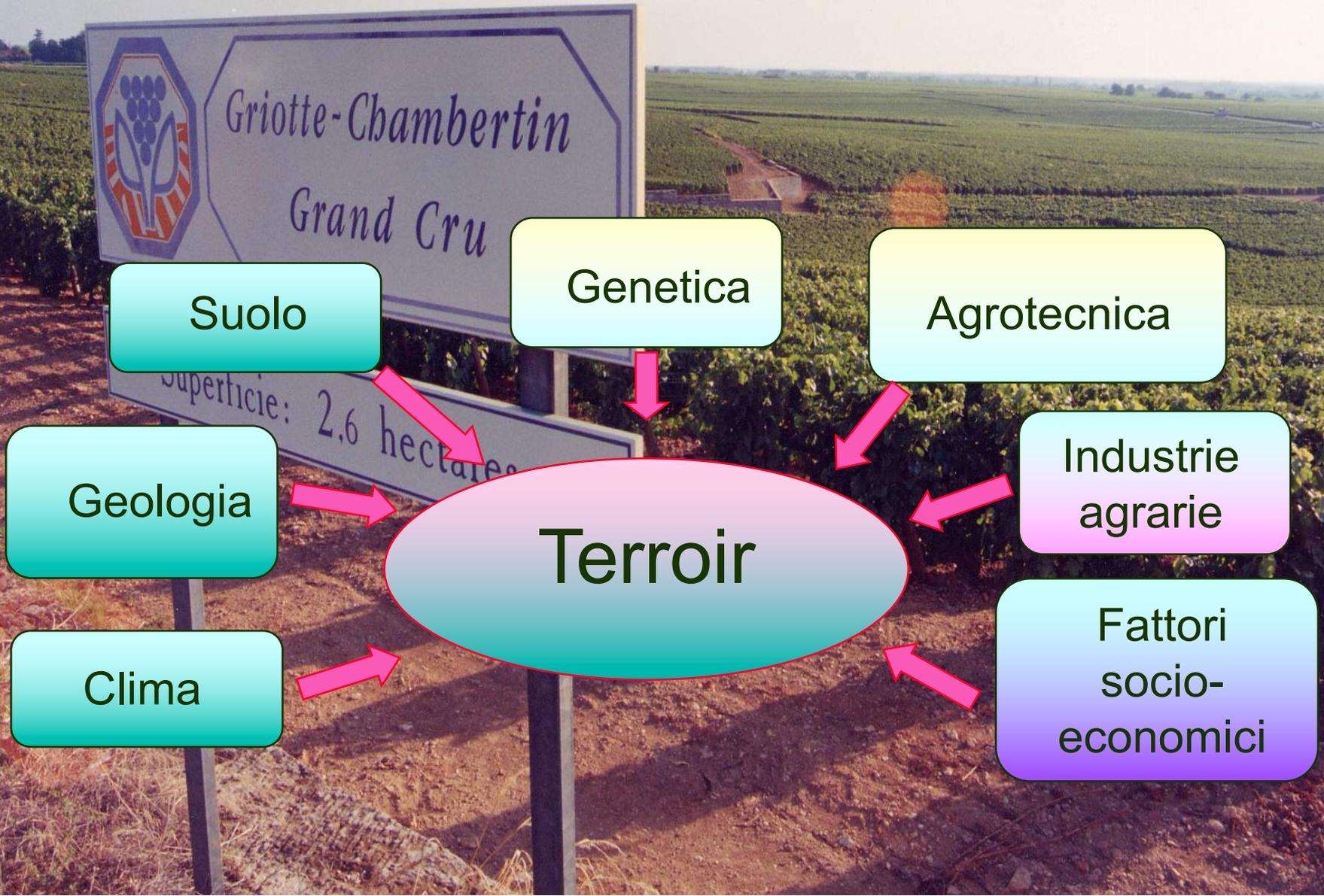


fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DEL SANGIOVESE

Il concetto di terroir

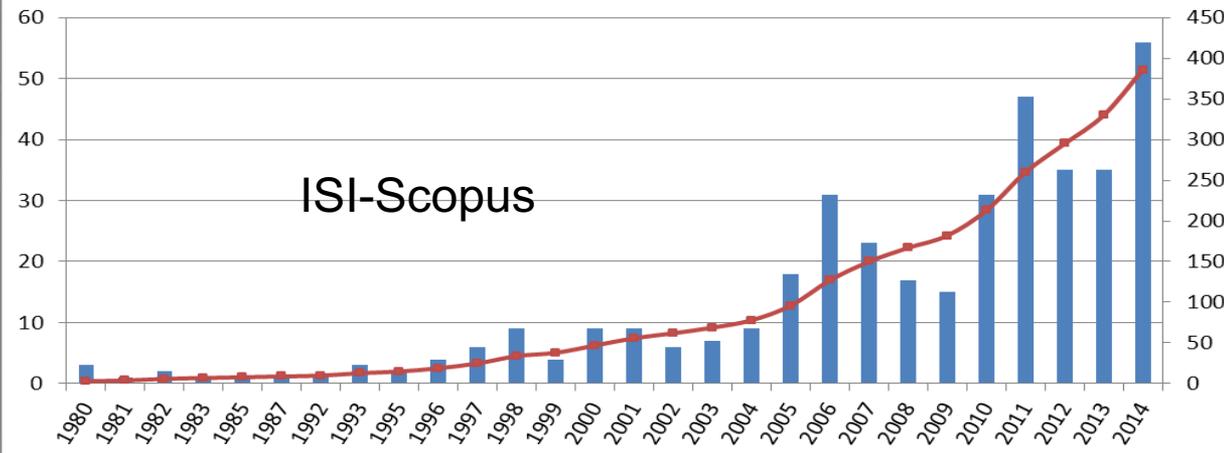
(OIV, resolution OIV/VITI 333/2010)

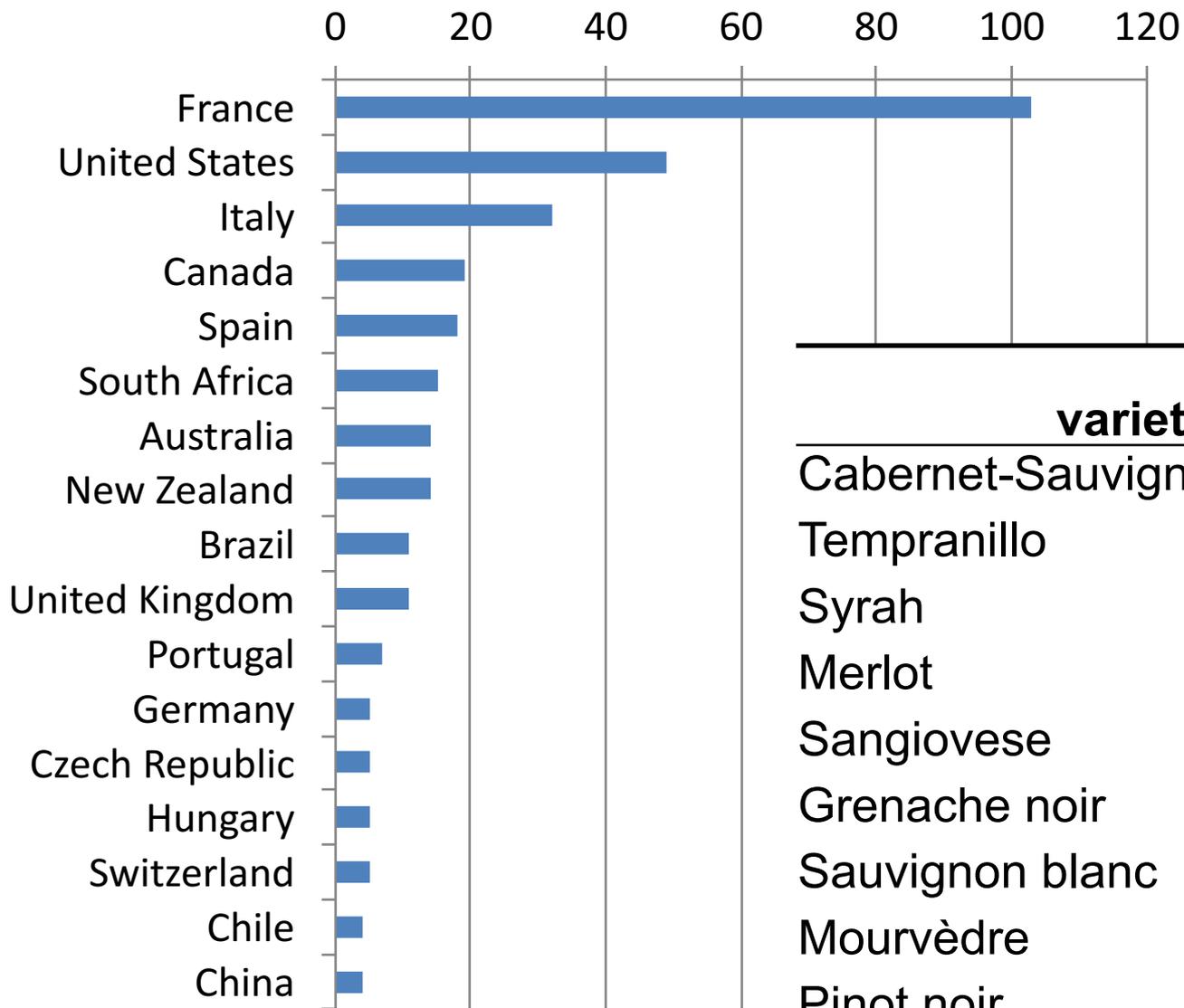


Il gusto del territorio

Il terroir è un insieme di terre le cui caratteristiche naturali costituiscono un insieme unico di fattori che conferisce al prodotto che ne deriva, attraverso le piante o gli animali, caratteristiche specifiche.

L'uomo ha adattato le sue tecniche di produzione alle condizioni particolari dell'ambiente naturale al fine di esaltare il risultato qualitativo del prodotto, conferendogli peculiarità ed esclusività.





varieties	N
Cabernet-Sauvignon	20
Tempranillo	13
Syrah	13
Merlot	9
Sangiovese	7
Grenache noir	6
Sauvignon blanc	3
Mourvèdre	3
Pinot noir	3
Chardonnay	2

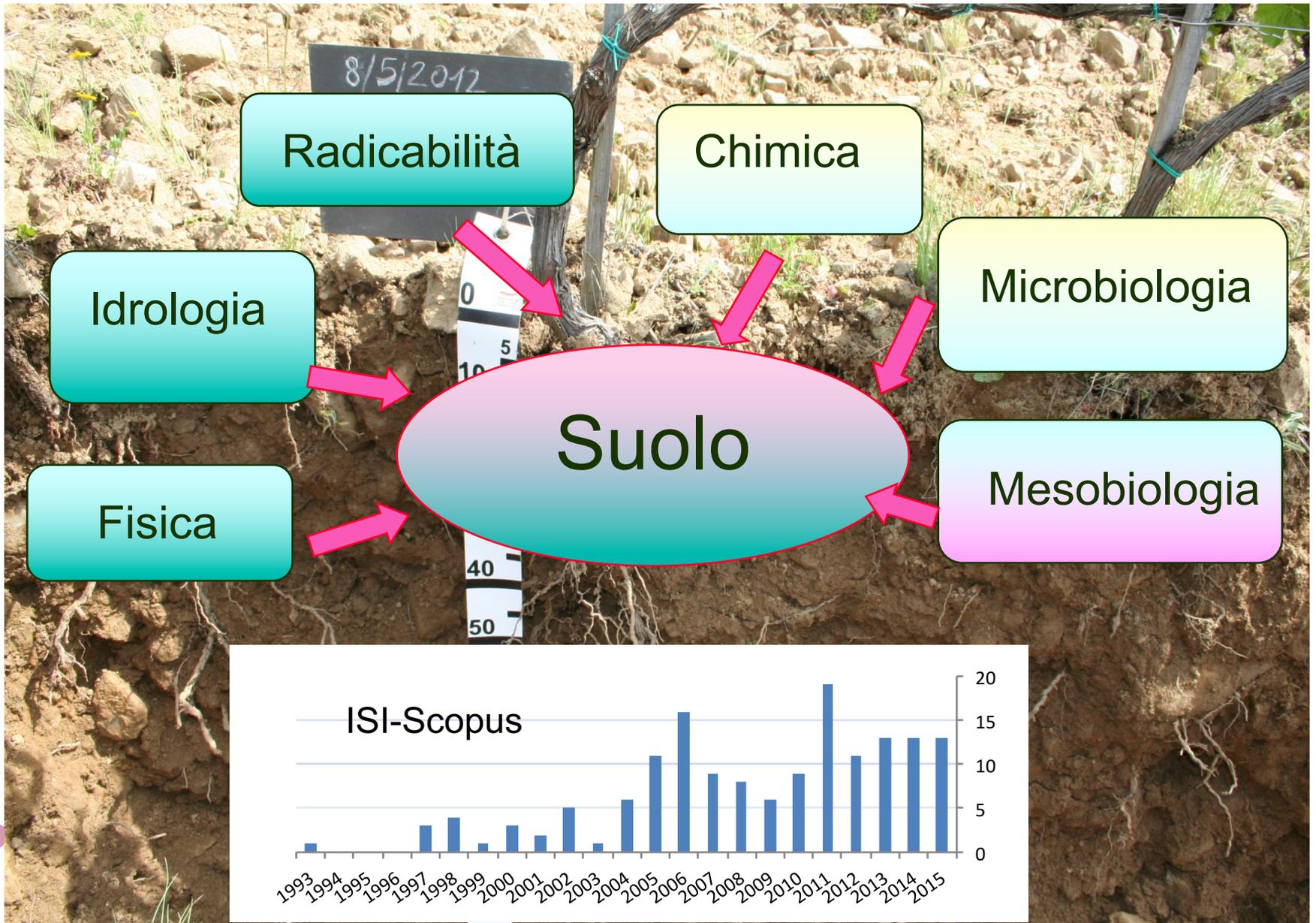


fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

N : number of papers

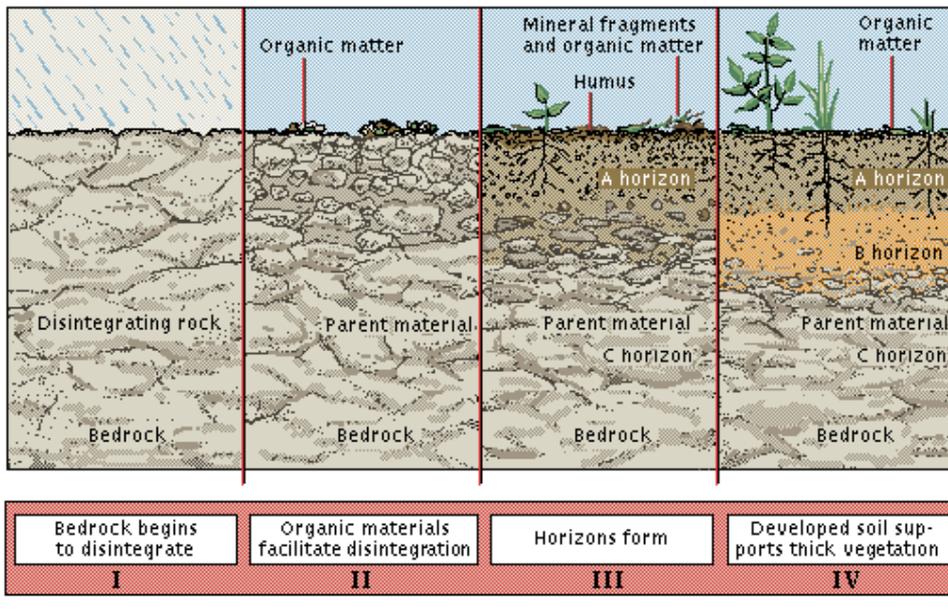
Suolo e terroir



Cos'è il suolo?

Suolo (EU): la parte più esterna della crosta terrestre, situata tra la roccia o il sedimento inalterato e l'atmosfera.

Corpo naturale che tende ad auto-organizzarsi nel tempo e nello spazio



I suoli forniscono importanti servizi ecosistemici



Produzione di cibo e biomassa



Emissioni di GHG, sequestro C e qualità dell'aria



Regolazione acque superficiali e sedimenti



Quantità e qualità dell'acqua di falda

Infrastrutture e paesaggio



Cultura e salute umana



Biodiversità





Il suolo e la vite

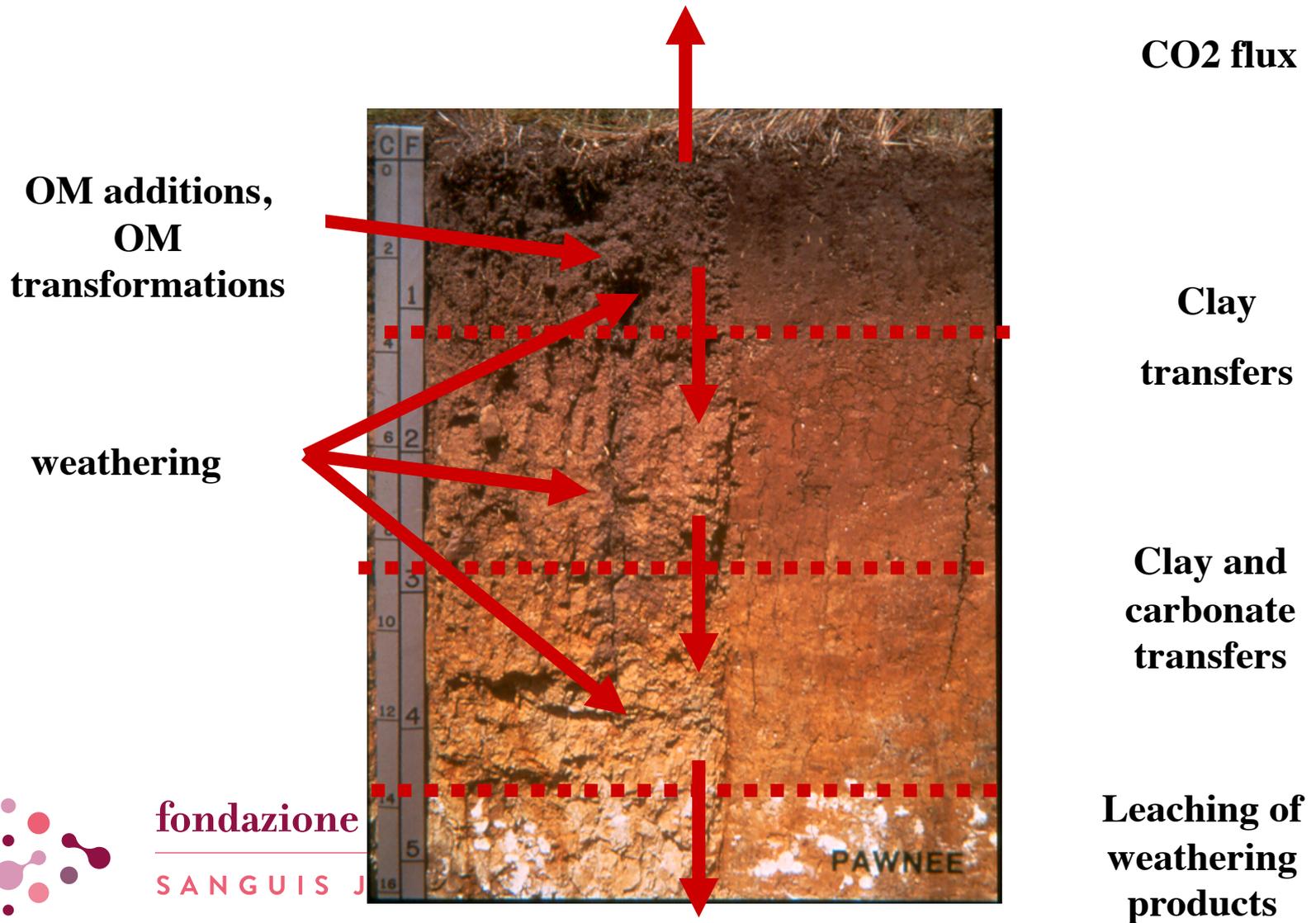
Il suolo è l'ambiente dove cresce il sistema radicale della vite e dal quale ricava acqua e nutrienti: la base dell'effetto terroir!

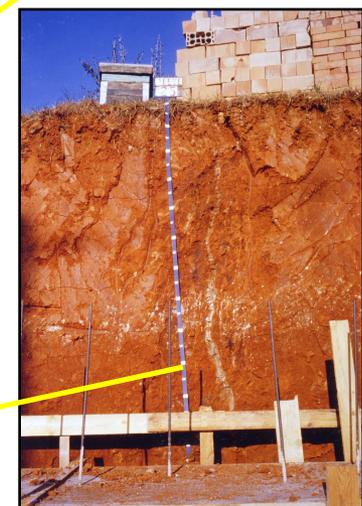
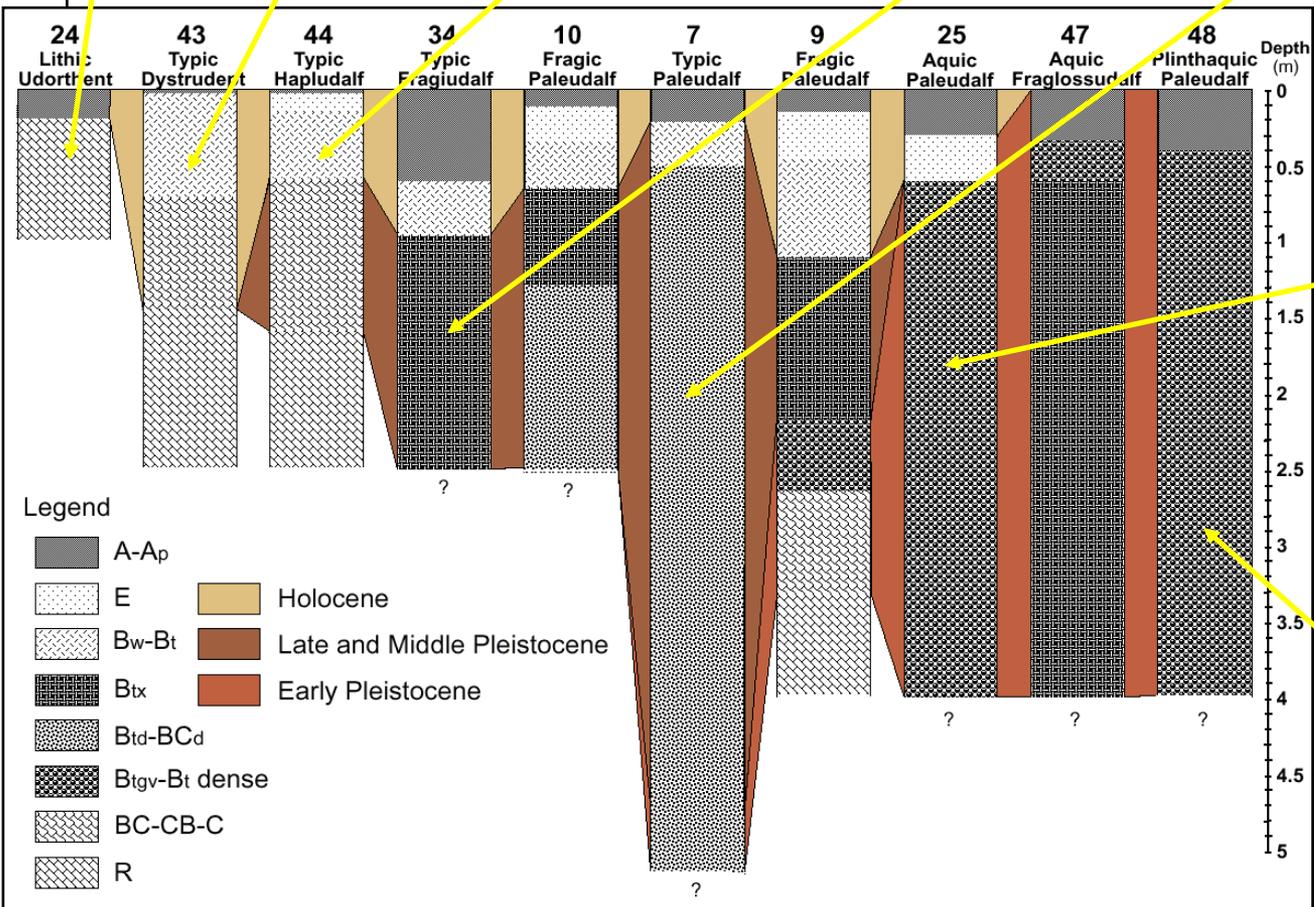
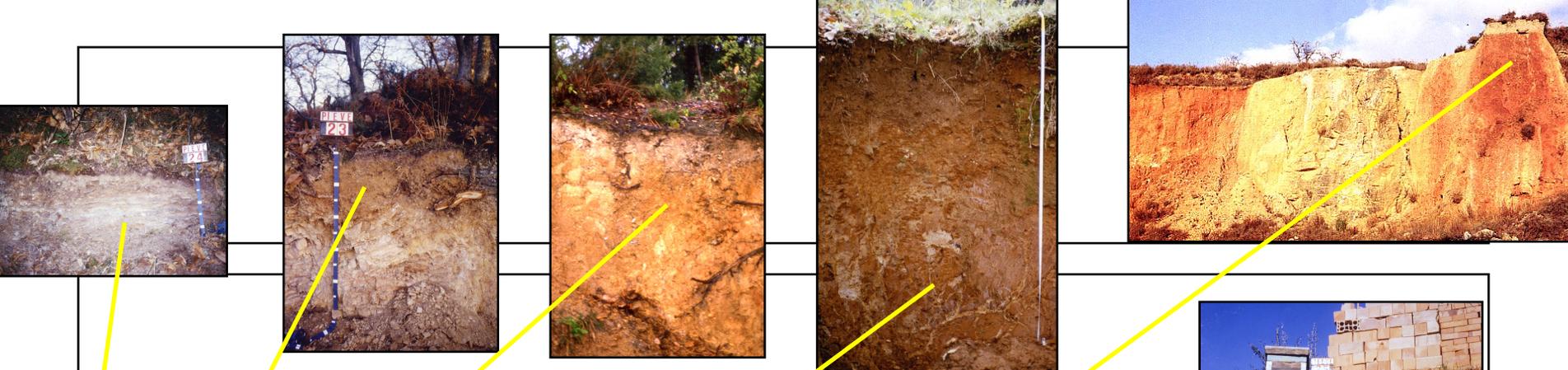


Variazioni del suolo nel profilo: discontinuità litologiche



Processi pedogenetici in un Calcic Luvisol

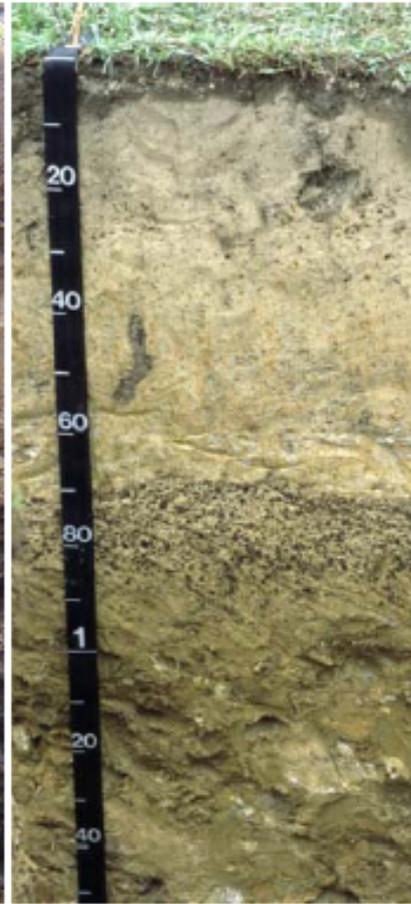




Suoli con profilo contrastante



Planosols



Stagnosols

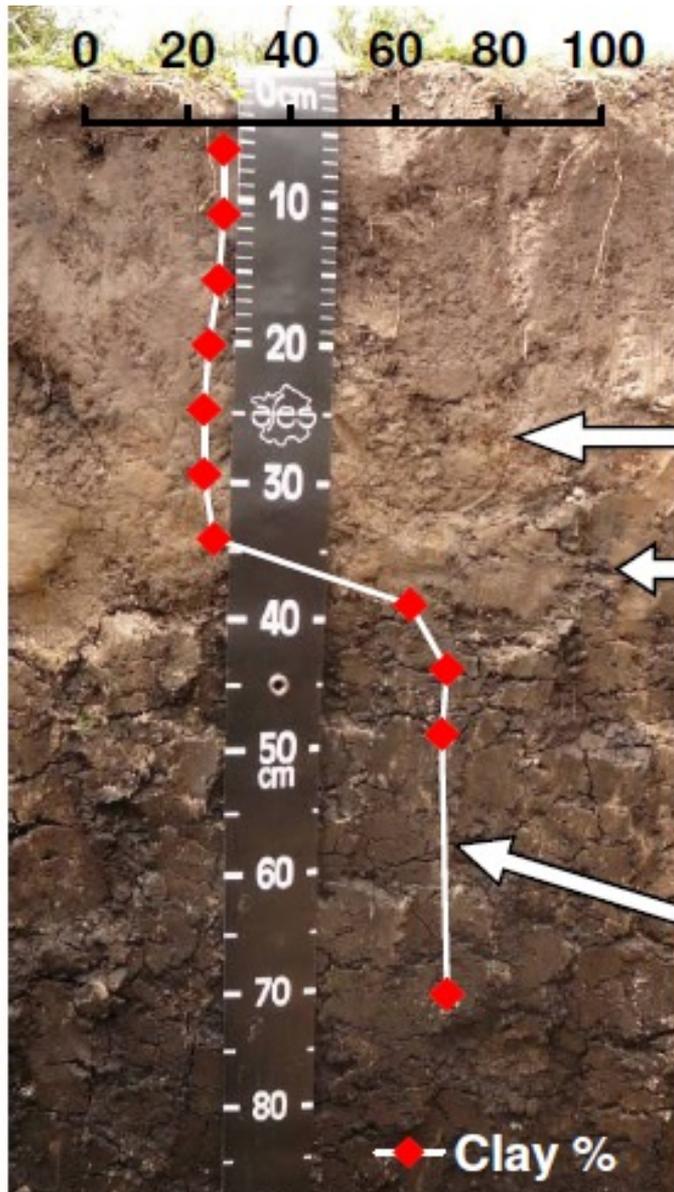


Solonetz



Albeluvisols

Il campionamento pedologico segue le discontinuità



Morphological Properties

Fine crumbly structure

Silt loam texture

Diffuse mottling

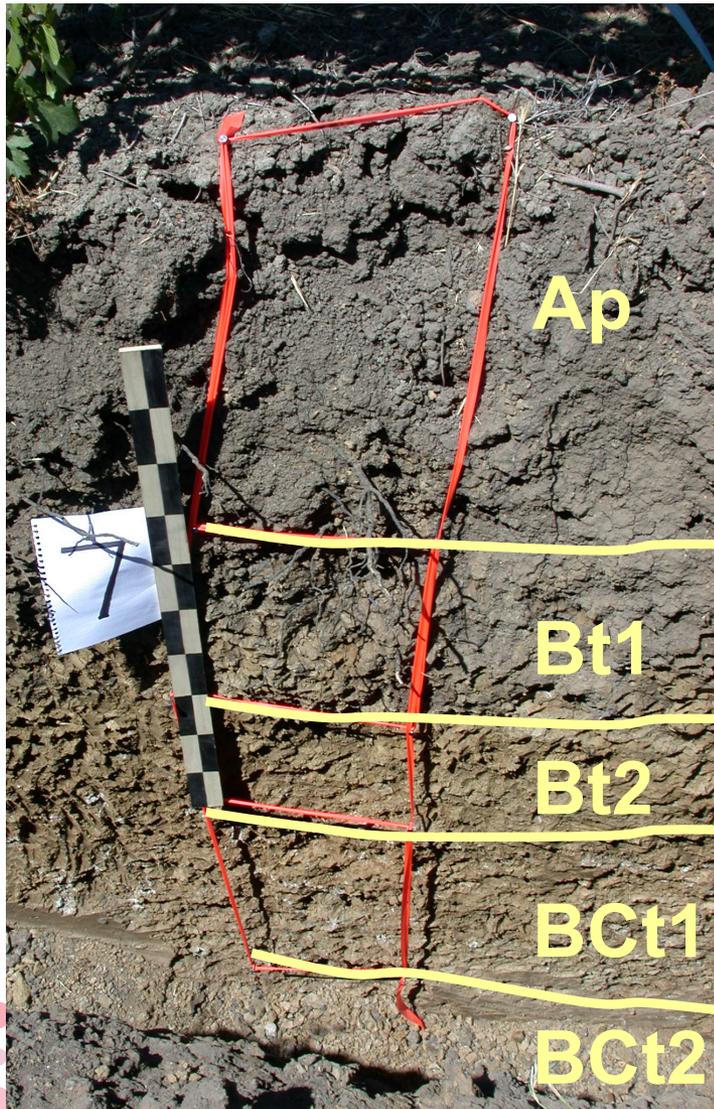
Abrupt textural change &
sharp Fe-nodules

Coarse prismatic structure

Heavy clay texture

Sometimes infillings with
bleached material

Descrizione ed analisi del suolo



Horizon	Depth cm	pH	N g kg ⁻¹	C g kg ⁻¹	
Ap	0-53	6.3	1.50	13.70	
Bt1	53-91	6.6	0.80	6.50	
Bt2	91-119	6.8	0.70	4.40	
BCt1	119-183	7.6	<0.40	4.70	
BCt2	183-211	8.0	<0.40	2.60	

Horizon	CEC cmol kg ⁻¹	Exch K cmol kg ⁻¹	Exch Na cmol kg ⁻¹	Exch Ca cmol kg ⁻¹	Exch Mg cmol kg ⁻¹
Ap	35.6	0.5	0.2	16.2	9.3
Bt1	40.4	0.4	0.6	18.2	13.9
Bt2	44.3	0.3	1.6	18.9	18.5
BCt1	39.0	0.3	2.3	14.9	14.9
BCt2	46.9	0.6	2.8	23.5	20.4

Horizon	Sand %	Silt %	Clay %	Texture abbrev.
Ap	38	26	36	CL
Bt1	28	26	46	C
Bt2	20	33	47	C
BCt1	26	37	37	CL
BCt2	12	36	52	C

UTS - STS: 62.2VRcc1 1 **Correlation:** benchmark **Survey date:** 09/07/2004
Soil region: 62.2 **Surveyer:** Enrico Quaglinò
Land system: 482CCAM434120 **Coordinates:** utm-wgs84 3 N: 4156982 E: 323637 LAT: 37,54 LON: 13,00
Land subsystem: FTXXAFX **Site:** Campisi
Land Unit: FT OELNPRVAAFXQ20 **Municipality:** Sciacca
Elevation: 11 m s.l.m. **Province:** Agrigento
Slope: 2 % **Aspect:** 315 ° **Stones:** small few (0.4-1%)
medium absent
large few (0.4-1%)
Rocks: absent
Land use: ; main land use: sown in permanently irrigated land
Land form hm: fluvial terrace between mountain ridges
Land element dm: tread
Substratum: alluvial sediments; clay
Parent material: colluvium; clay



Characters and qualities: Water table type: absent; erosion: water: sheet erosion moderate, runoff: medium, internal drainage: somewhat poorly drained, rooting depth: moderately deep 50-100 cm; root restriction: high compactness and low macropores (or paralic contact); available water capacity: high 150-200 mm; depuration capacity: high

Class, USDA: 9^{ed}. (2003) Chromic Calcixererts fine, mixed, thermic
Class, WRB: Hyposodi Calcic Vertisols

Notes:
HORIZONS

Ap	20 cm	moist color: 2.5Y 4/4, described on broken face, no coarse fragments; estimated texture: silty clay loam; structure: subangular blocky fine, weak; consistence: very resistant; weakly adhesive; weakly plastic; hydraulic conductivity: moderately low; pores: very fine (<0.5 mm) few (0.1-0.5%) and fine (0.5-1 mm) few (0.1-0.5%); cracks: wide (6-10 mm) scarce <10 (m/dmq), no concentrations, no faces; roots: fine (1-2 mm) few (1-10), biological activity: absent; effervescence: effervescence: violent; boundary: clear smooth
Bkss1	57 cm	moist color: 2.5Y 5/4, described on broken face; main redox features: 2.5Y 5/1, common (2-15%) fine (<5 mm), distinctness: faint, on faces of aggregates poor in Fe; secondary redox features: 10YR 4/6, few (2-5%) fine (<5 mm), distinctness: distinct, on faces of aggregates rich in Fe, no coarse fragments; estimated texture: silty clay; structure: subangular blocky medium, weak; consistence: very resistant; weakly adhesive; weakly plastic; hydraulic conductivity: low; pores: very fine (<0.5 mm) few (0.1-0.5%); concretions of calcium carbonate very small (3-5 mm) common (2-20%) and masses of calcium carbonate very small (3-5 mm) few (<2%); pressure faces and slickensides few (<10%); roots: fine (1-2 mm) few (1-10), biological activity: absent; effervescence: effervescence: violent; boundary: clear smooth
Bkss2	90 cm	moist color: 2.5Y 5/4, described on broken face; main redox features: 2.5Y 5/1, common (2-15%) fine (<5 mm), distinctness: faint, on faces of aggregates poor in Fe; secondary redox features: 10YR 4/6, common (2-15%) fine (<5 mm), distinctness: distinct, on faces of aggregates rich in Fe, no coarse fragments; estimated texture: silty clay; structure: angular blocky fine, weak; consistence: resistant; weakly adhesive; weakly plastic; hydraulic conductivity: low; pores: very fine (<0.5 mm) few (0.1-0.5%); concretions of calcium carbonate very small (3-5 mm) common (2-20%) and masses of calcium carbonate very small (3-5 mm) few (<2%); pressure faces and slickensides few (<10%), biological activity: absent; effervescence: effervescence: violent; boundary: gradual smooth
Ck	145 cm	moist color: 2.5Y 5/4, described on surface of small aggregate; main redox features: 2.5Y 5/1, common (2-15%) medium (5-15 mm), distinctness: faint, on faces of aggregates poor in Fe; secondary redox features: 10YR 4/6, common (2-15%) fine (<5 mm), distinctness: distinct, on faces of aggregates rich in Fe, no coarse fragments; estimated texture: silty clay; structure: angular blocky fine, weak; consistence: extremely resistant; weakly adhesive; weakly plastic; hydraulic conductivity: moderately low; pores: very fine (<0.5 mm) very few (<0.1%); concretions of calcium carbonate small (6-20 mm) common (2-20%) and masses of calcium carbonate very small (3-5 mm) common (2-20%), no faces, biological activity: absent; effervescence: effervescence: violent; 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	CaCl ₂	KCl
		v	coarse	coarse	med	fine	v. fine	total	coarse	fine	total		total	active						
Ap	0	20	0,5	0,8	1,5	3,7	6,9	12,5	12,4	28,5	40,9	46,6	31,4	13,2	0,40	0,82	8,5			
Bkss1	20	57	0,7	0,9	1,4	3,7	6,4	13,1	13,8	28,6	42,4	44,5	33,3	14	0,47	0,81	8,4			
Bkss2	57	90	0,8	1,0	1,7	4,2	6,7	14,4	13,2	27,7	48,9	44,7	32,7	13,9	0,44	0,75	8,2			
Horiz.	Depth cm	Exchange complex cmol(+)/kg							TSB Total CEC	ESP %	N tot %	Pass mg/kg	K ass mg/kg	F.C. g/g	W.P. g/g	A.WC mm/m	B.D. g/cm ³	E.C. dSm	C/N	
		Ca	Mg	Ca+Mg	Na	K	H	Al												
Ap	0	20	14,5	8,0		2,29	0,71	0,0	0	100	0,00	9,0				42,5	26,7	157,6	1,26	0,39
Bkss1	20	57	13,9	7,8		2,54	0,63	0,0	0	100	0,00	10,2				41,3	25,3	159,4	1,26	0,56
Bkss2	57	90	12,6	7,3		3,77	0,67	0,0	0	100	0,00	15,5				41,2	25,4	157,5	1,25	1,15

Report di un profilo di suolo



fondazione banfi
SANGUIS JOVIS

Variazioni del suolo nel paesaggio



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

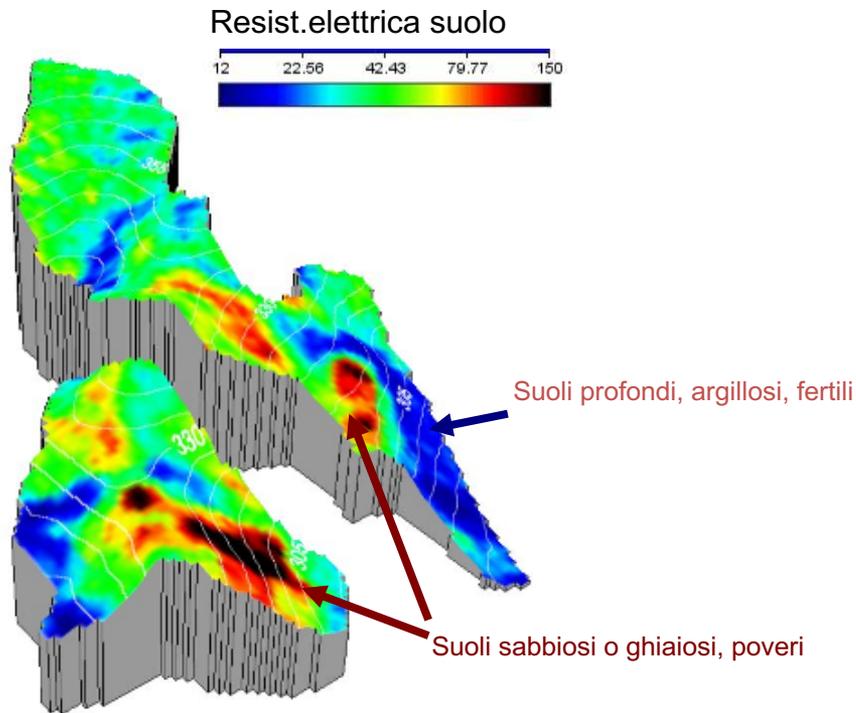
Il campionamento pedologico segue i rapporti tra profilo e paesaggio



Il pattern dei suoli è complesso ma ricorrente!



Variabilità dei suoli nel vigneto



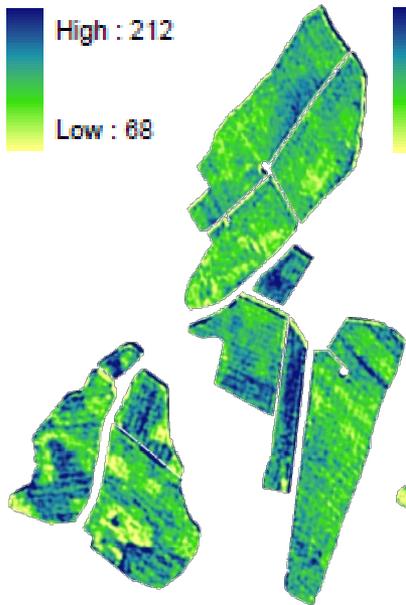
fondazio

Cartografare i terroir: combinare le informazioni del rilevamento pedologico di campo, anche con sensori...

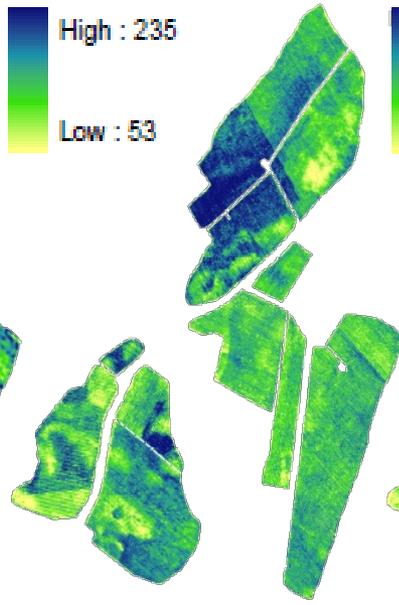


...con il rilevamento in remoto, es. NDVI - mappe di vigore, e con la risposta viticola ed enologica

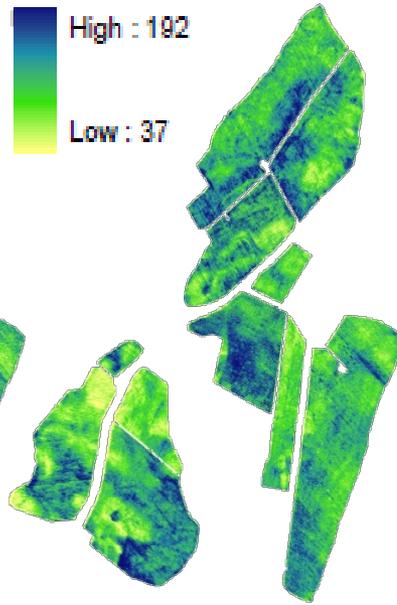
NDVI anno 2008



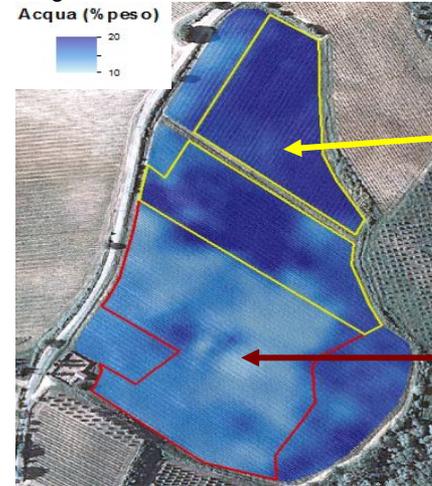
NDVI anno 2009



NDVI anno 2010



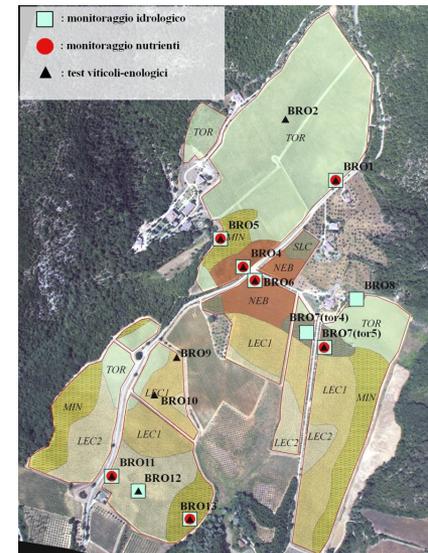
Agosto 2012
Acqua (% peso)



Punteggio
qualità vino
prodotto

68/100

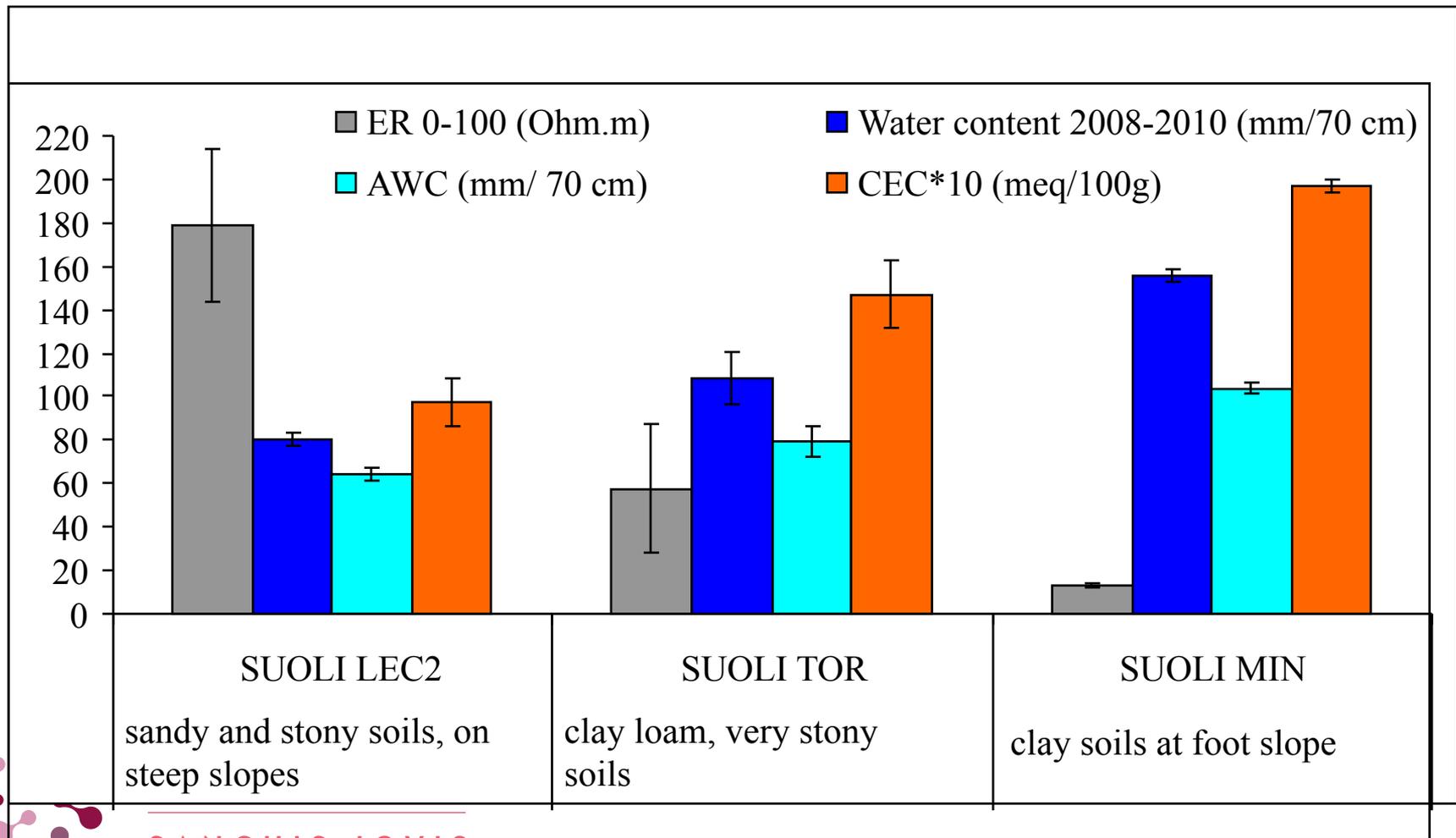
90/100



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

Proprietà del suolo e resistività elettrica nelle aree a bassa NDVI



Evoluzione degli studi sul terroir e zonazione vitivinicola

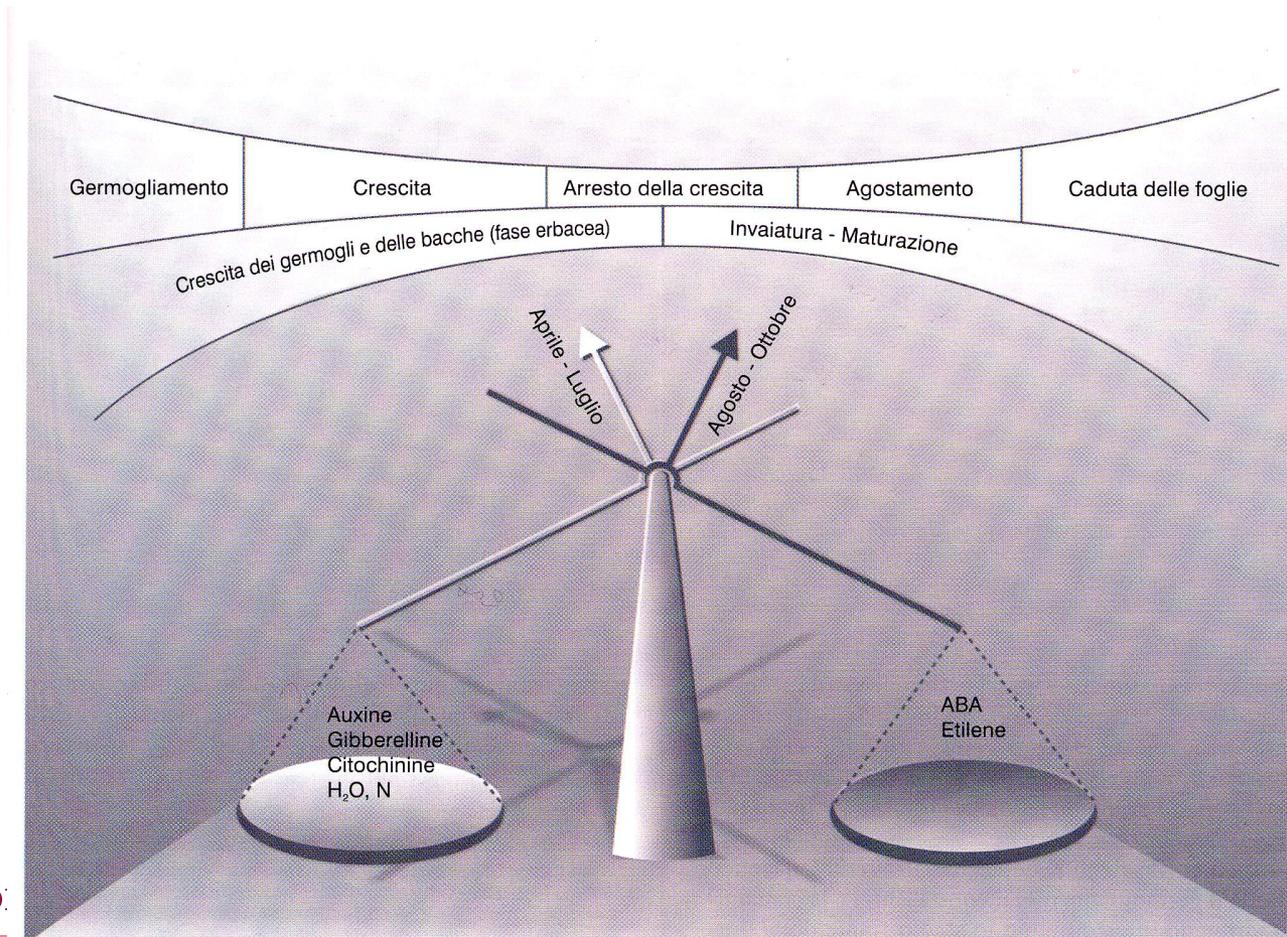
- 1) Suoli differenti = differenti produzioni e qualità delle uve
- 2) Suoli differenti = differente comportamento varietale e qualità del vino
- 3) Differenti caratteri funzionali = differenti profili aromatici, e.g., rotundone e Shiraz, la ricerca delle cause della “mineralità”



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

Le condizioni ambientali influenzano l'espressione della genetica di una varietà, il suo equilibrio ormonale e il fenotipo



fo:

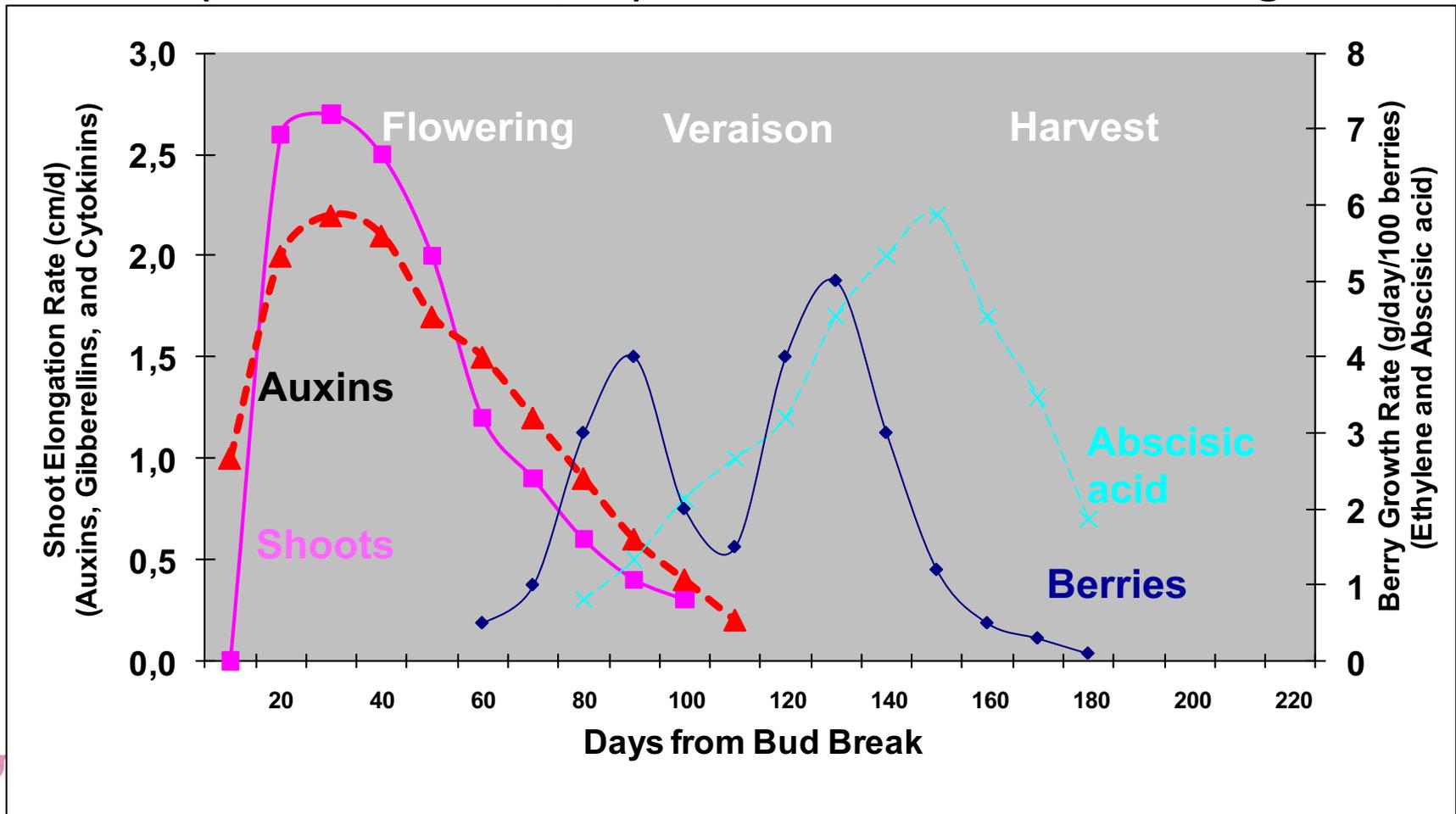
S A

Bilancio ormonale nelle fasi di crescita e di maturazione (da Fallot, integrato). Nella prima fase prevalgono gli ormoni della crescita, l'H₂O e l'N; nella seconda fase prevalgono ABA (radici, foglie adulte) ed etilene; nella stessa fase la disidratazione dei terreni vocati (collina ecc.) riduce H₂O e N. Nelle pianure fertili e fresche, l'H₂O e l'N non si riducono e pertanto le radici continuano a sintetizzare citochinine e gibberelline, i germogli a sintetizzare le auxine, donde la crescita più elevata e prolungata dei germogli e delle bacche, anche nella fase di maturazione.

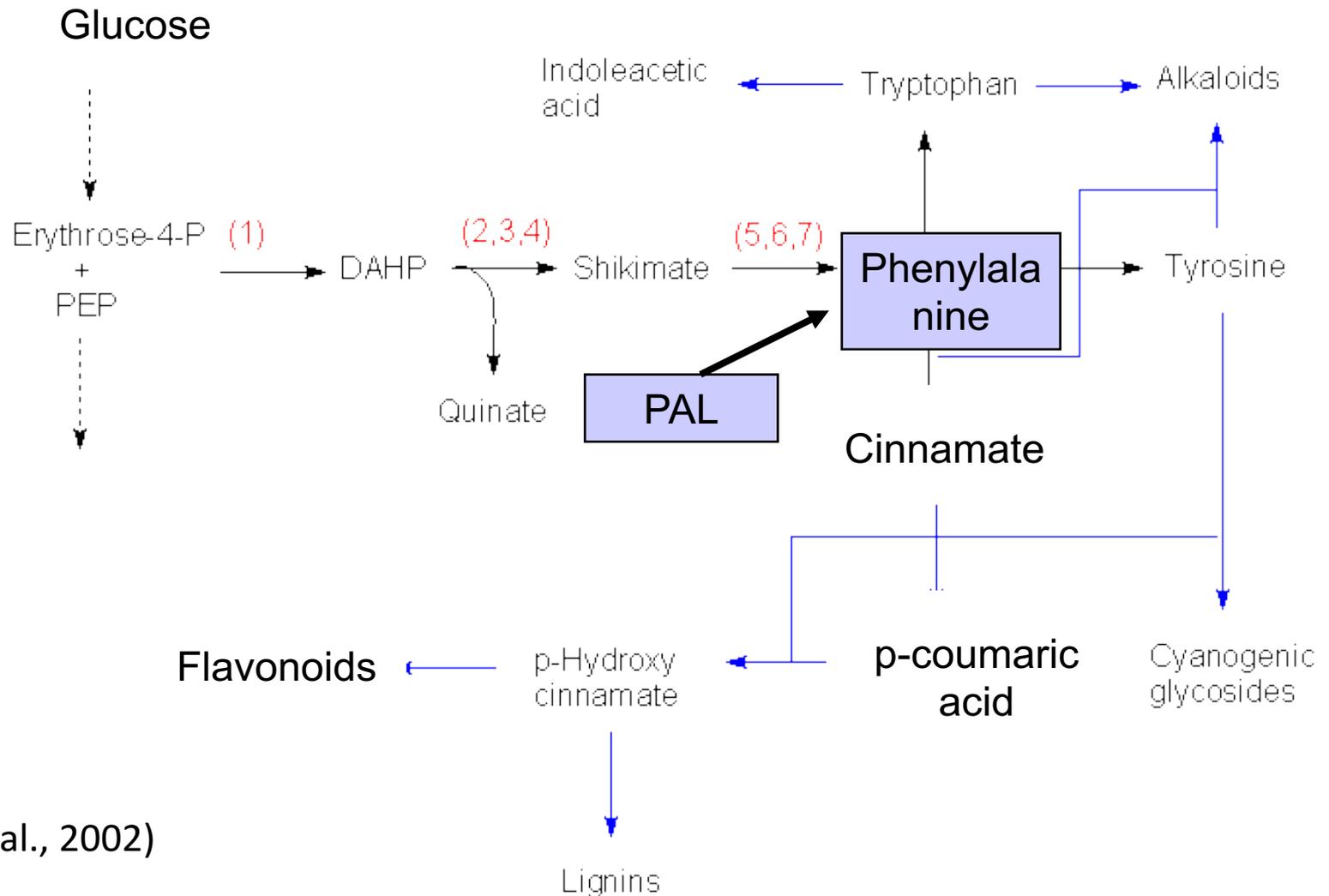


Meccanismi biochimici responsabili dell'effetto terroir

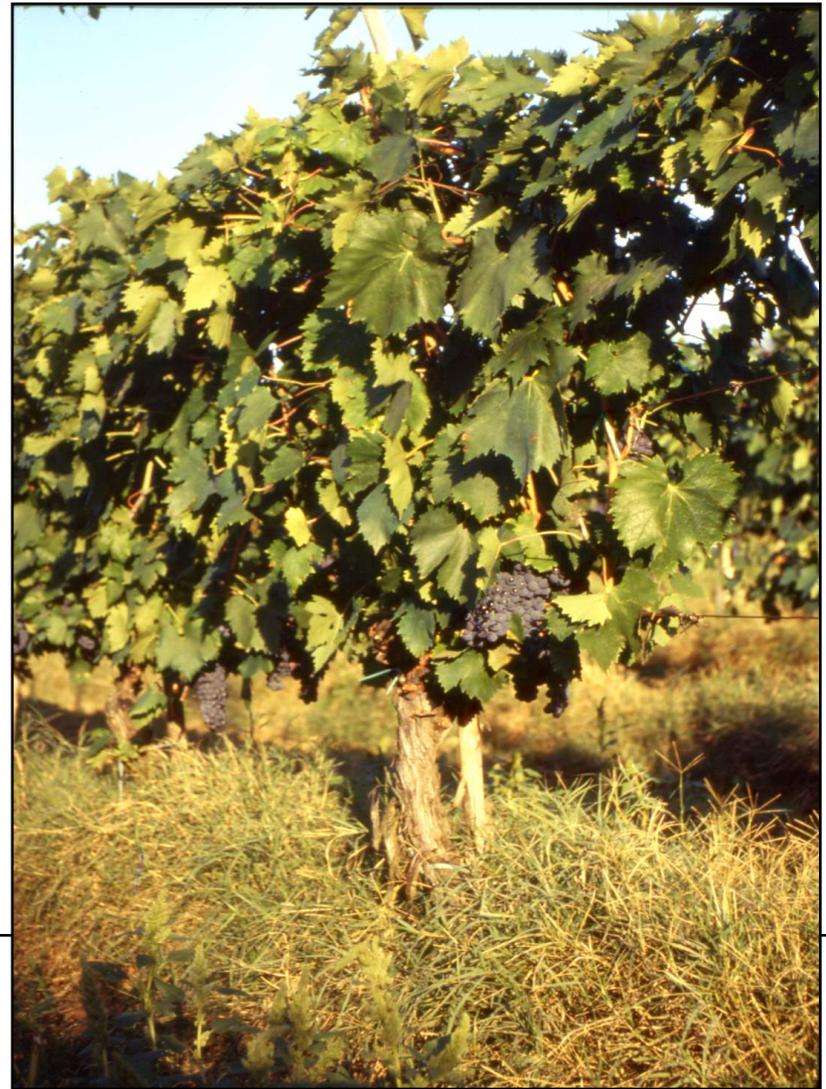
Disponibilità idrica, equilibrio ormonale e fenologia



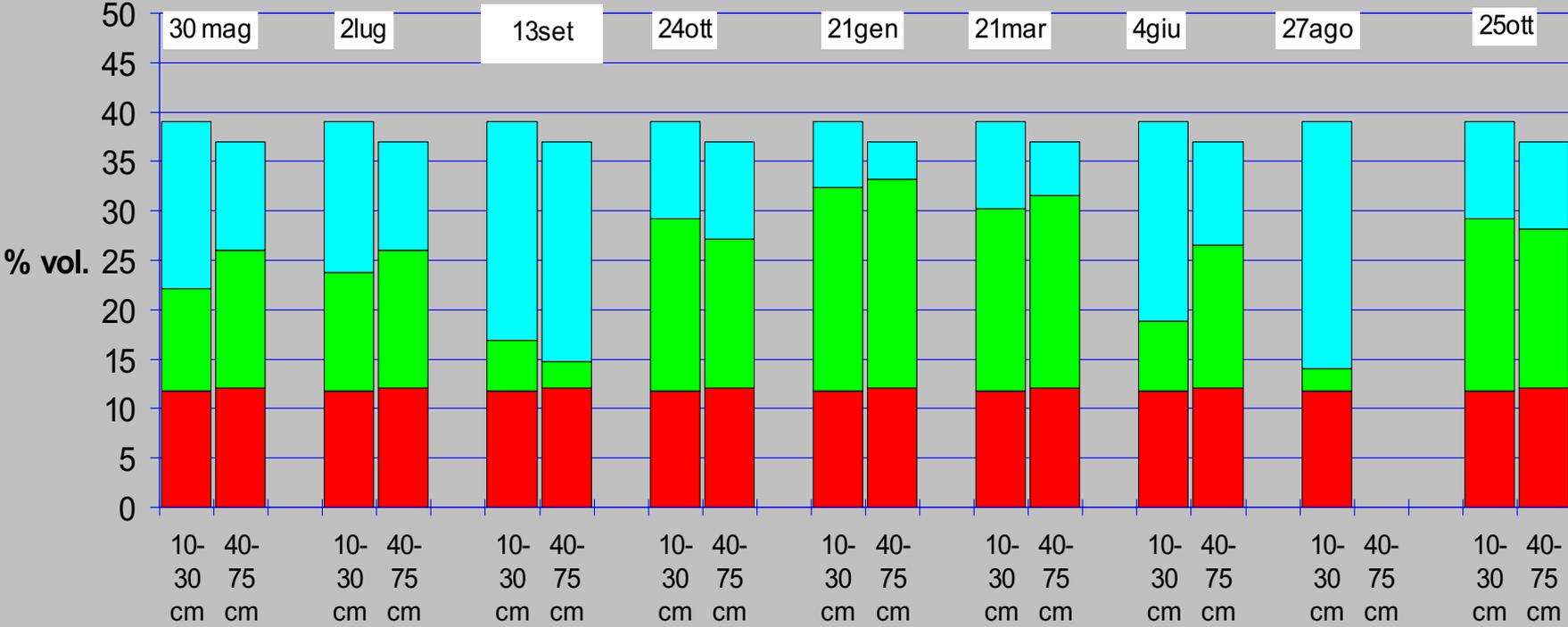
La disponibilità di acqua e azoto controlla la biosintesi di flavonoidi



Un suolo profondo, franco, ben strutturato, ricco in zoto, provoca eccessivo lussureggiamento e produzione



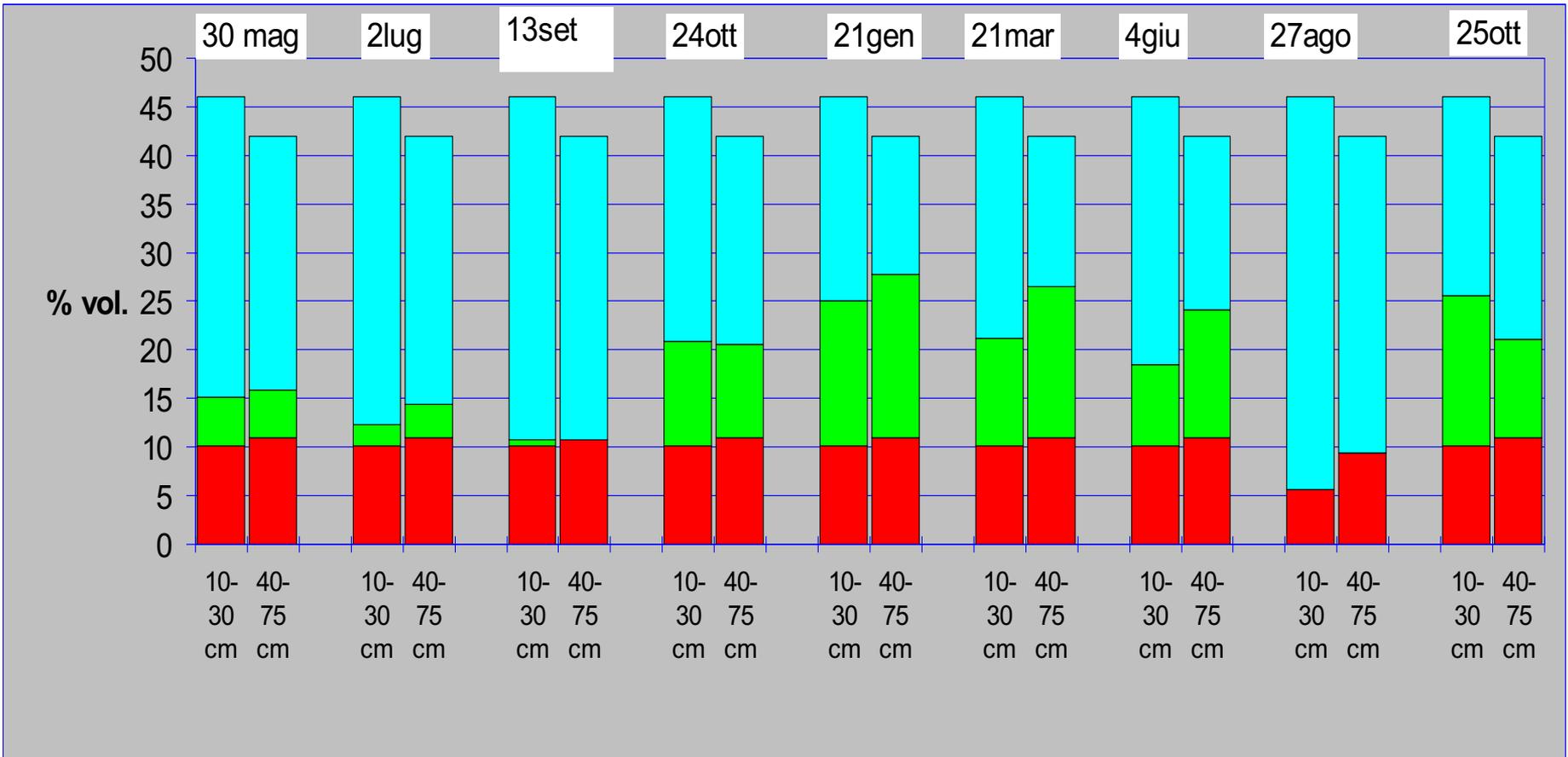
Capacità d'aria, acqua disponibile e non disponibile a due profondità



Un suolo sabbioso franco: il lungo stress idrico estivo riduce la vegetazione



Capacità d'aria, acqua disponibile e non disponibile a due profondità



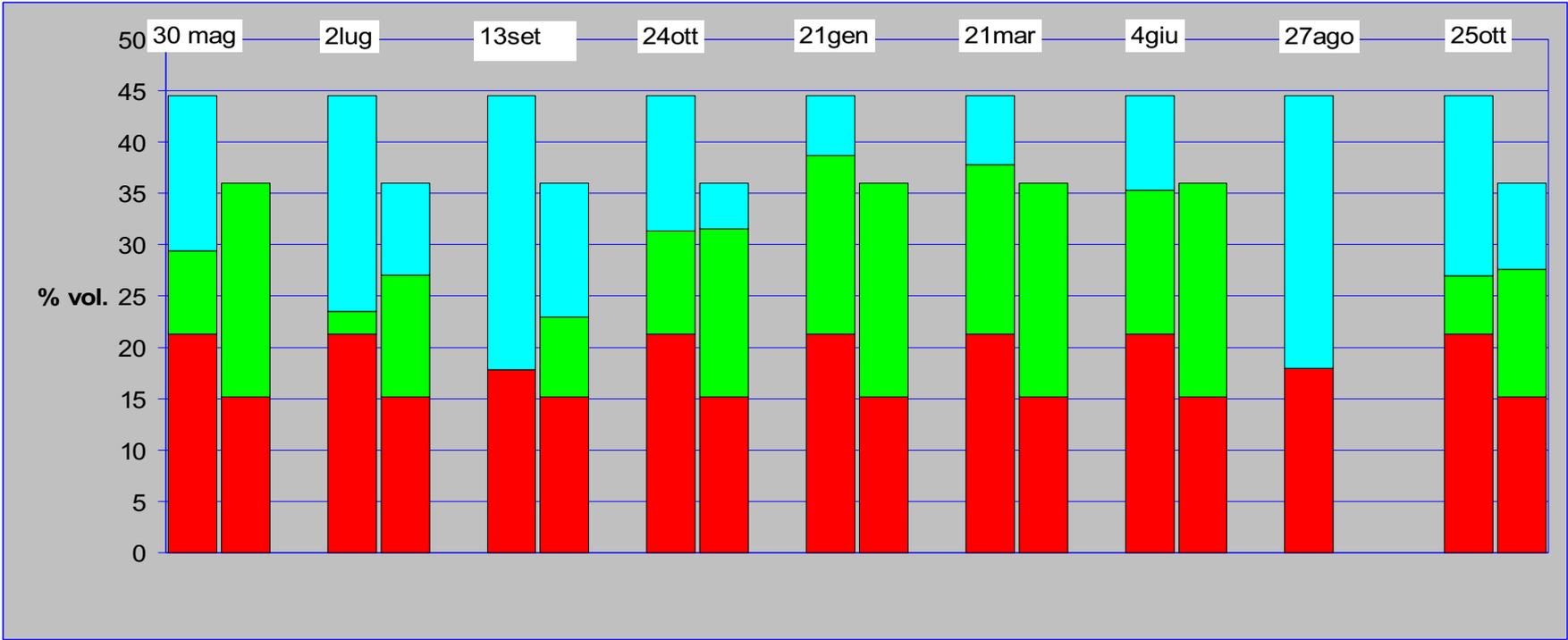
Suolo franco limoso argilloso, ben strutturato in superficie, ma non in profondità, dove il sistema radicale ha limitazioni di sviluppo



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

Capacità d'aria, acqua disponibile e non disponibile a due profondità



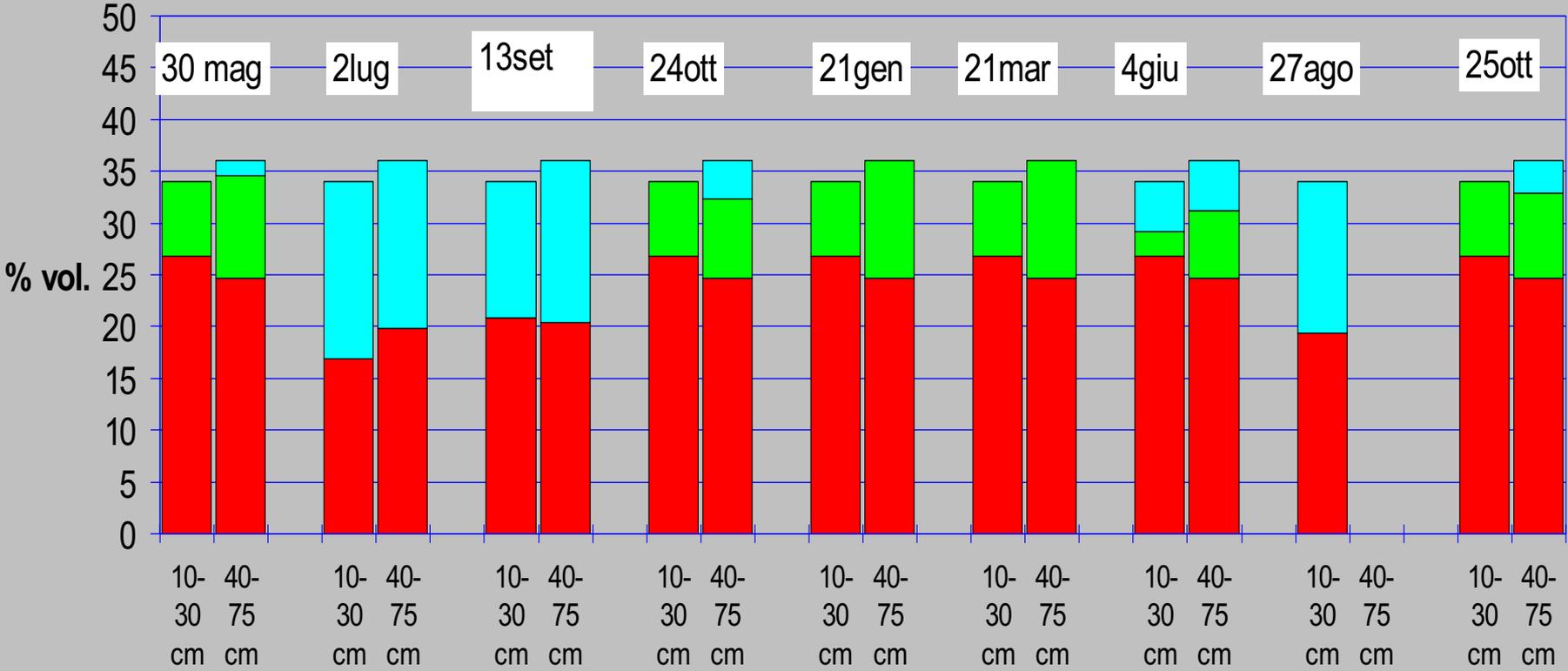
fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

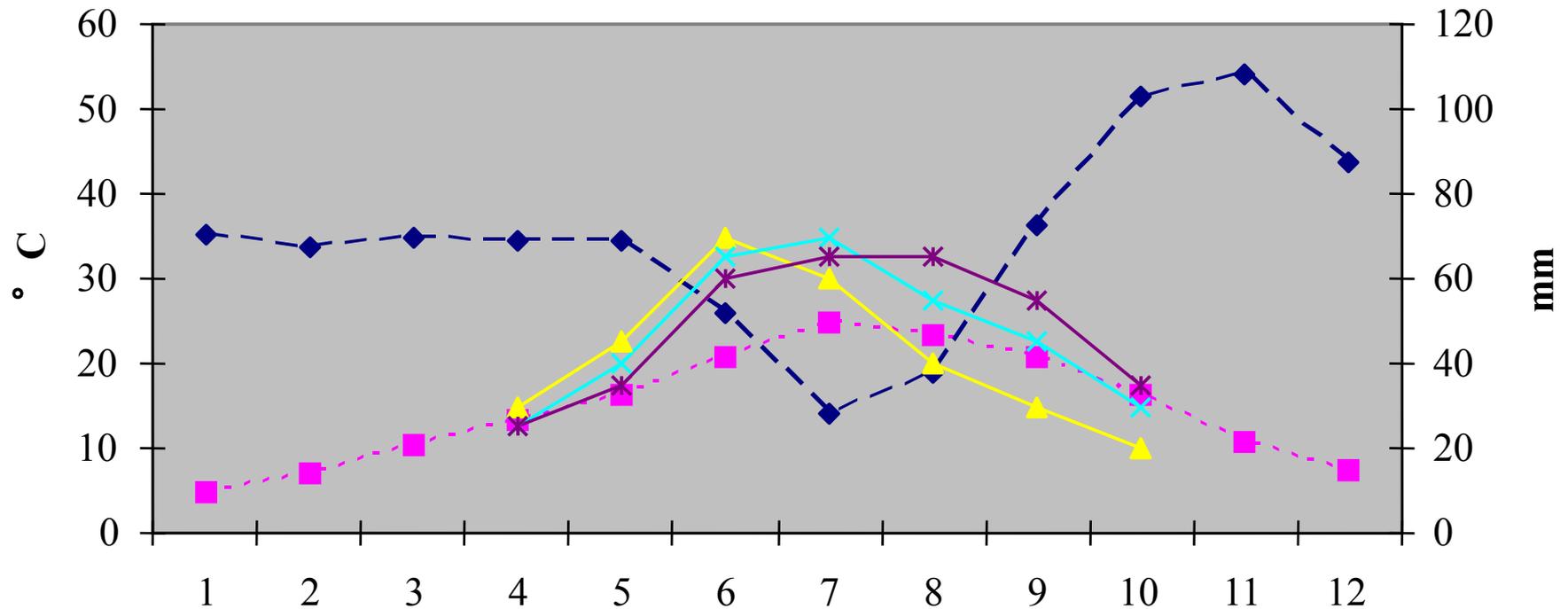
**Un suolo franco limoso argilloso, eroso, poco strutturato, con substrato sub-affiorante:
le viti mostrano il massimo stress**



Capacità d'aria, acqua disponibile e non disponibile a due profondità



Evapotraspirazione del vitigno Sangiovese in tre suoli diversi a San Gimignano (SI)



Vitigno Sangiovese

Le condizioni di stress moderato inducono l'accumulo nelle bacche di antociani, tannini e composti fenolici, mentre viene favorita la degradazione dell'acido malico: processi che contribuiscono a determinare la qualità dei vini rossi, in particolare la loro finezza e tipicità.

Se le condizioni di stress si realizzano troppo precocemente e troppo a fondo, la pianta non riesce ad adattarsi al cambiamento ormonale e l'accumulo di composti nei frutti avviene in maniera squilibrata.



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

Vitigni che associano a moderata fertilità una favorevole risposta enologica: vino Nobile di Montepulciano

Soil series	Constraint level	Grapes production	Harvest date	Wine structure	Wine typicality	Wine harmony	Year stability
San Quirico	moderate	****	***	**	**	**	**
Poggio Golo	moderate	***	**	**	**	**	**
Quercia	moderate	**	***	**	**	**	**
Monte and Cusona	severe	*	****	**	**	**	*
Valiano hydromorphic	few	****	***	**	**	**	*
San Gimignano, Strada and Valiano	none	*****	*	*	*	*	**

Vitigni che associano a buona fertilità una favorevole risposta enologica: vino Vernaccia di San Gimignano

Suoli	Classe di attitudine alla produzione di uva	Punteggio medio triennale nelle prove di assaggio
San Quirico	S1	172 A
San Gimignano	S1	160 A
San Gimignano erosi	S2	108 B
Monte	S3	100 B
Cusona	S3	100 B

Caratteri funzionali del suolo: non solo disponibilità di acqua e azoto

- **Morfologia:** esposizione ai venti dominanti - es. Champagne; radiazione e differenze di temperatura giorno/notte - es. Alpi
- **Profondità e massa radicabile:** limitazione della produzione, regolazione dello stress idrico - es. Duoro, Chianti
- **Natura e colore della pietrosità superficiale:** precocità – es. Chablis; sintesi citochinine – es. Willamette Valley (Oregon)



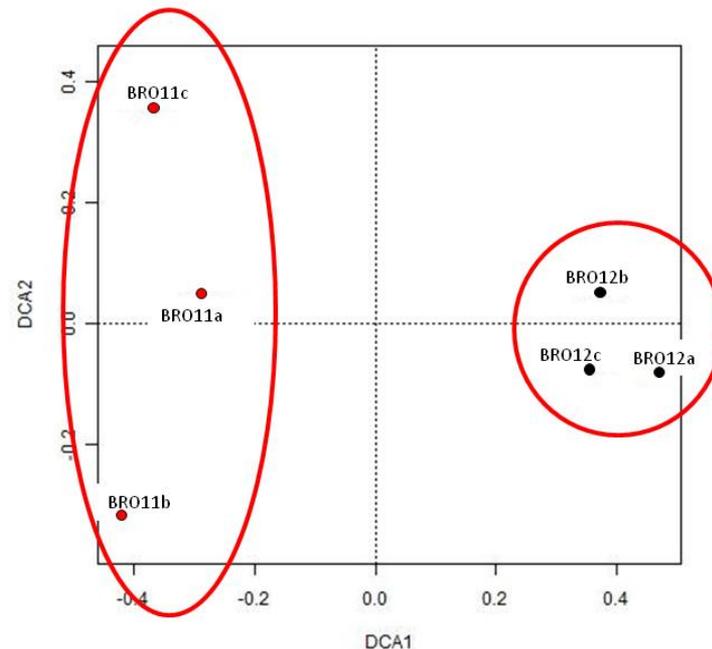
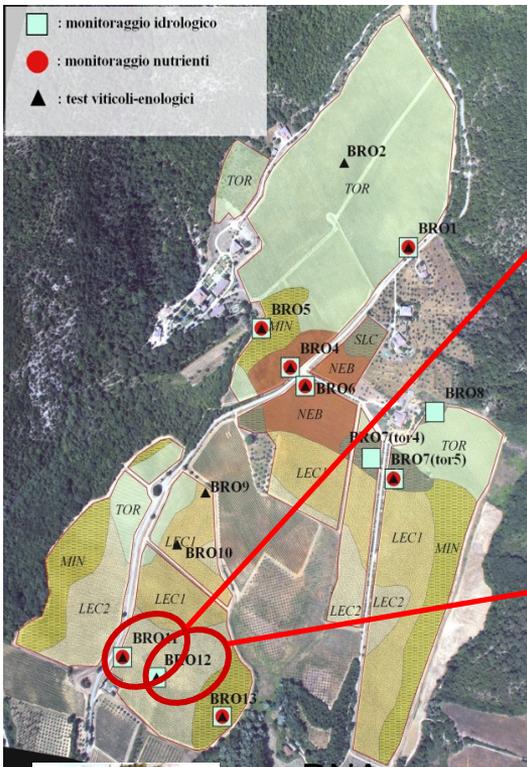
- **Colore del suolo:** conducibilità termica - es. terroir su terre rosse, nere, bianche
- **Drenaggio:** ripresa vegetativa primaverile e disidratazione estiva, disponibilità di ossigeno e conducibilità termica – es. terroir su calcari, su sedimenti morenici e fluvioglaciali
- **Calcicare attivo:** sintesi polifenolica - es. Schiava grigia
- **pH, CEC, K:** pronta e abbondante disponibilità di alcuni elementi - es. terroir su vulcaniti
- **Salinità:** limitazione della produzione, moderato aumento dello stress idrico durante l'invasatura - es. Sangiovese, Nero d'Avola



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

Funzionalità microbica



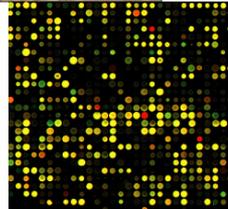
Soil

DNA extraction



Total DNA

Microarray



Metagenomic analysis

(Circa 57000 geni)

Struttura e funzioni dei microrganismi del suolo



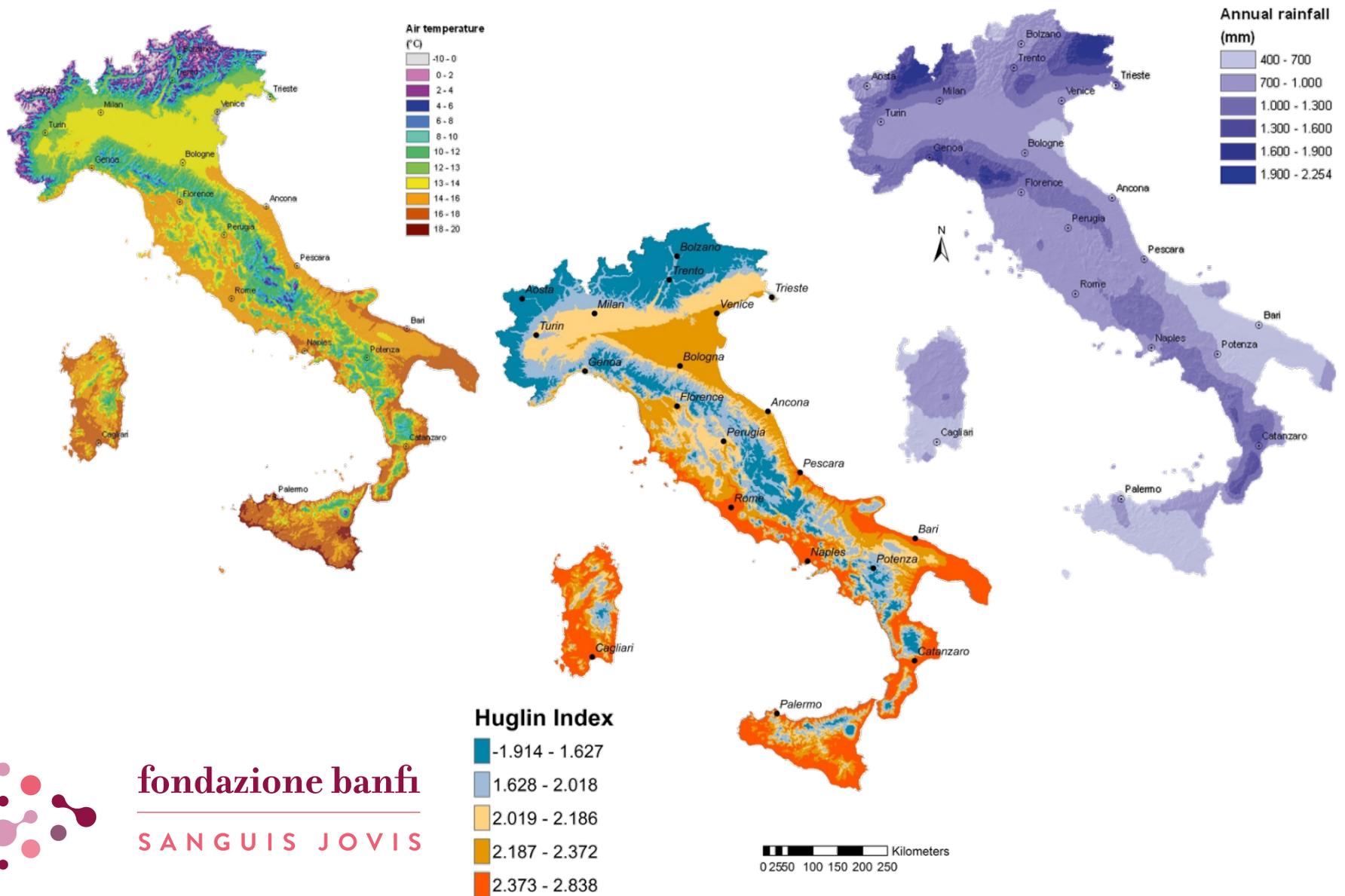
fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

La diversità di condizioni ambientali e terroir italiani alla base del successo enologico italiano



La diversità di climi



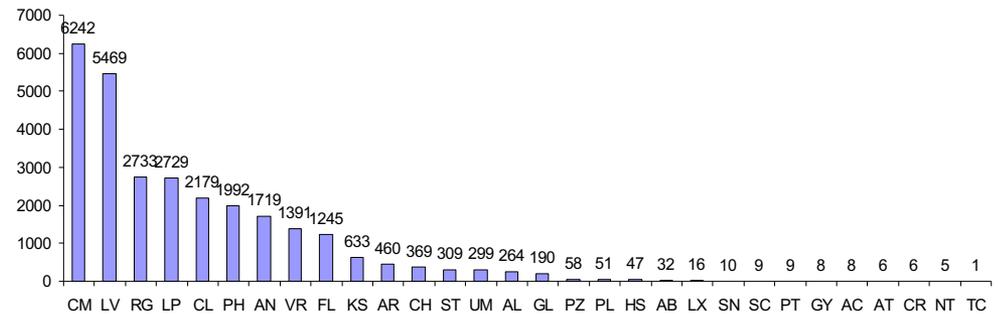
fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

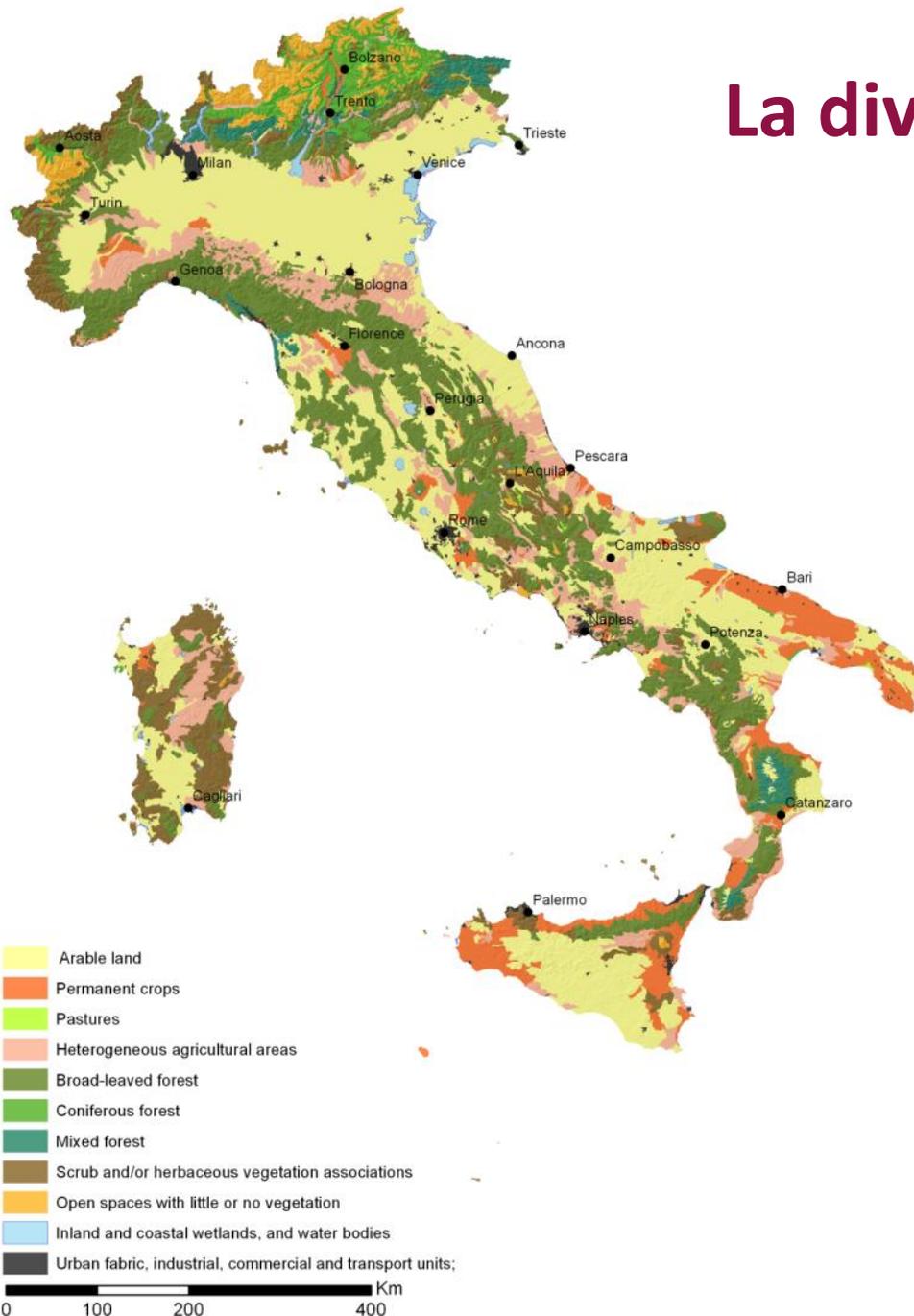
La diversità di suoli

148 taxa

~ 50% della diversità pedologica mondiale



La diversità di uso del suolo



SAU % 45

Seminativi e ortive % 28

Colture arboree % 5

Colture miste % 12

Vigneti ha 665.000

Aziende n 380.000

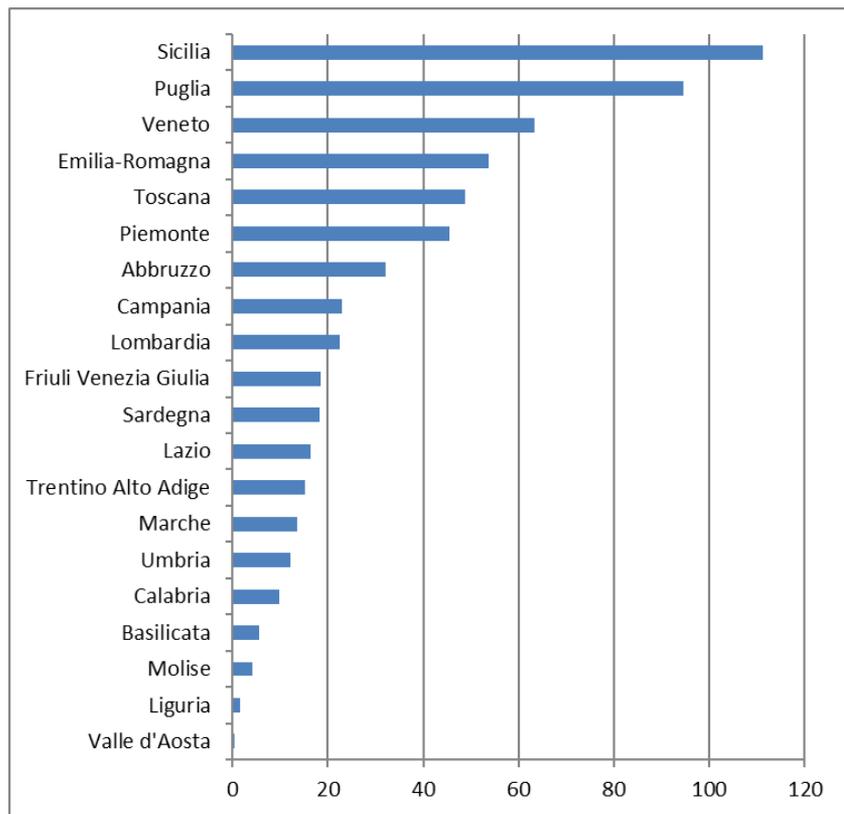
DOC n 330

IGP n 118

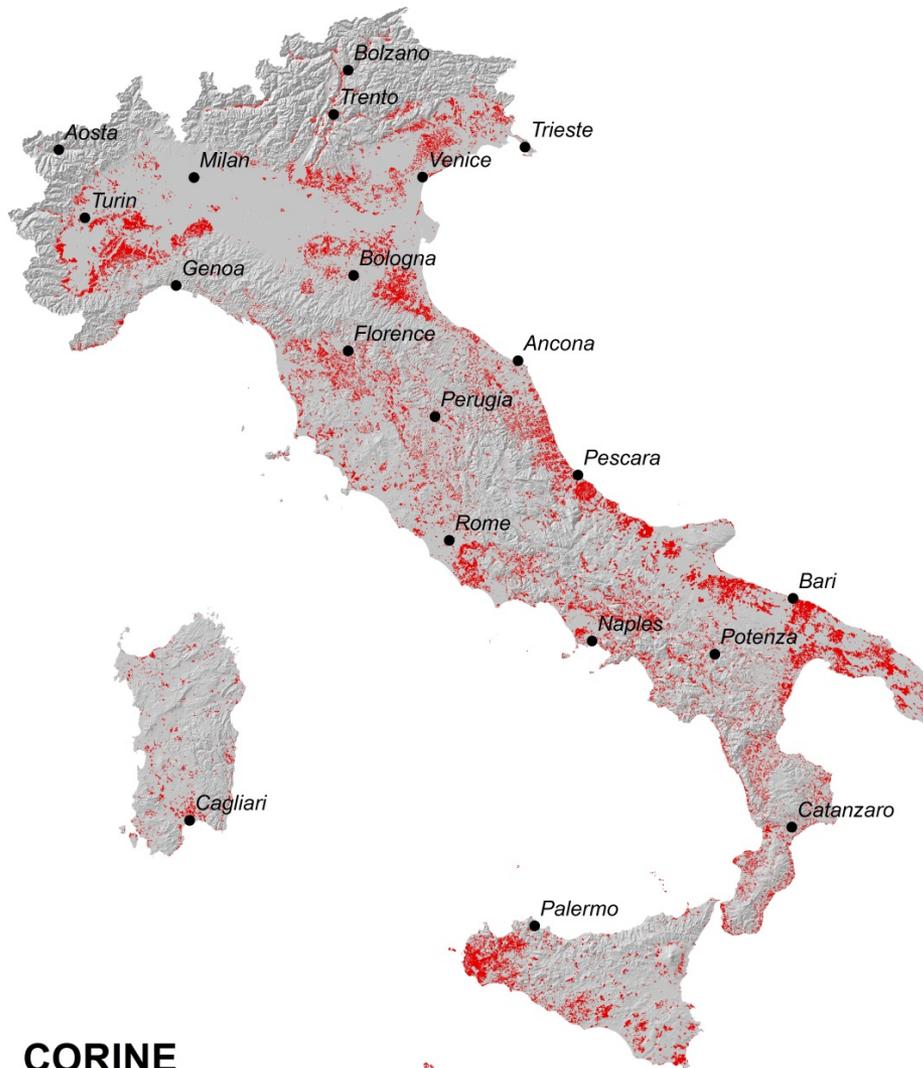
DOCG n 73

I vigneti

(CORINE 2006)



Tot ha: 610,200 (ISTAT, 2010)

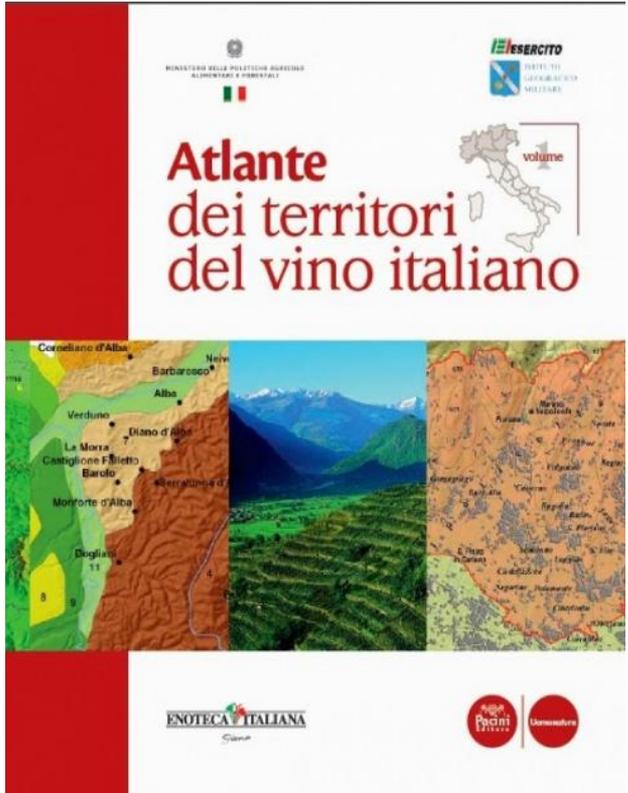


CORINE

221, 241, 242

0 25 50 100 150 200 250 Kilometers

Le 92 Macroaree viticole



Alto Monferrato



Typic Ustorthents fine-loamy, calcareous



DOCG Barbera del Monferrato Superiore, Dolcetto di Ovada Superiore, Alta Langa e DOC Barbera del Monferrato, Cortese del Monferrato, Dolcetto di Ovada, Monferrato e Piemonte.

Parte alta del versante di un terrazzo fluviale a substrato marnoso

Principali caratteri funzionali: scarsa profondità, molto limoso ma drenante, moderata fertilità, elevato contenuto in carbonati

ANALISI CHIMICHE E FISICHE

Orizz.	Prof cm	Sabbia dag/kg (2000-50 µm)	Limo dag/kg (50-2 µm)	Argilla dag/kg (<2 µm)	CaCO ₃ dag/kg totale	C.O. dag/kg	pH H ₂ O	AWC mm m ⁻¹
Ap1	0-40	16,2	51,8	22,8	32,4	0,76	8,2	160,8
Ap2	40-60	27,2	51,9	20,9	32,4	0,64	8,3	159,6
CB	60-85	19,5	54,5	26,0	34,5	0,51	8,3	167,6

Val d'Adige, Caldaro e Val di Cembra

Typic Endoaquepts coarse-loamy



DOC Valdadige, Trento e Lago di Caldaro.

Rilievi collinari su sedimenti morenici a litologia prevalentemente limosa e sabbiosa
 Principali caratteri funzionali: suolo duplex: orizzonti a drenaggio contrastante, che interagiscono con irrigazione

ANALISI CHIMICHE E FISICHE

Oriz	Prof cm	Sabbia dag/kg (2000-50 μm)	Limo dag/kg (50-2 μm)	Arg. dag/kg (<2 μm)	CaCO ₃ dag/kg		C.O. %	pH H ₂ O	Complesso di scambio CSC cmol(+)/kg
					tot	attivo			
Ap	0-15	48,0	36,0	16,0	41,65	2,24	2,15	8,2	10,0
Bw	15-75	46,0	42,0	12,0	34,97	2,05	1,78	8,1	-
Cr	75-120	50,0	34,0	16,0	33,98	2,24	1,35	8,4	-

Collio Goriziano

Typic Eutrudepts loamy-skeletal



DOC Collio Goriziano.

Versanti costituiti da torbiditi calcareo-marnose

Principali caratteri funzionali: suolo limoso compatto ma drenante per molto scheletro

ANALISI CHIMICHE E FISICHE

Orizz.	Prof cm	Sabbia dag/kg (2000-50 µm)	Limo dag/kg (50-2 µm)	Argilla dag/kg (<2 µm)	CaCO ₃ dag/kg		C.O. dag/kg	pH H ₂ O	Complesso di scambio cmol(+)/kg CSC	AWC mm m ⁻¹
					totale	attivo				
Ap	0-18	18,3	51,0	30,7	11	1,8	0,70	7,9	17,40	165,6
2Bw	18-60	20,6	51,4	28,0	15	2,1	0,50	8,0	18,10	164,2
RC	60-80	23,9	48,8	27,3	11	1,9	0,40	8,0	18,20	159,3

Riviera di Levante



Dystric Eutrudepts coarse-loamy



Suolo nell'areale di produzione della DOC Colli di Luni.

Terrazzo su un substrato di sedimenti fluviali limosi e ghiaiosi prevalentemente silicei
 Suolo molto povero e drenante, privo di carbonati, siliceo, acido, poco fertile

ANALISI CHIMICHE E FISICHE

Oriz	Prof cm	Sabbia dag/kg (2000-50 μm)	Limo dag/kg (50-2 μm)	Argilla dag/kg (<2 μm)	CaCO ₃ dag/kg totale	C.O. dag/kg	pH H ₂ O	Complesso di scambio cmol(+)/kg					AWC mm m ⁻¹
								Ca	Mg	Na	K	CSC	
Ap	0-25	44,1	37,5	18,5	0	0,08	5,2	6,6	0,9	0,61	0,38	10,62	131,1
Bw	25-70	36,6	47,5	16,0	0	0,05	6,0	6,5	1,3	0,52	0,39	12,06	148,5
Cg	70-95	25,3	49,9	24,8	0	0,02	6,1	6,4	1,6	0,58	0,35	12,50	159,1

Romagna



Typic Haplustepts fine-loamy



DOCG Albana di Romagna e DOC Romagna.

Suolo su versante costituito prevalentemente da torbidite (Flysh)

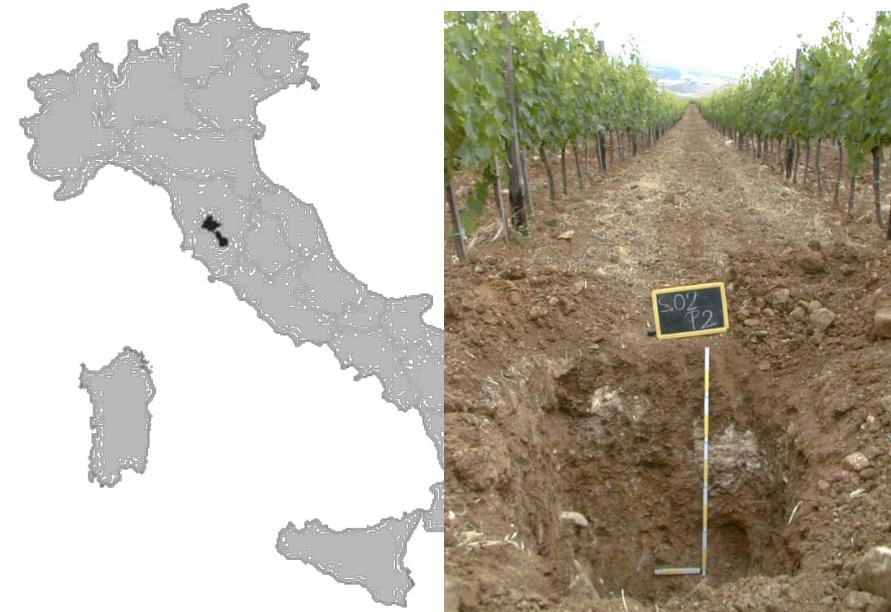
Principali caratteri funzionali: suolo profondo e piuttosto fertile

ANALISI CHIMICHE E FISICHE

Oriz	Prof cm	Sabbia dag/kg (2000-50 µm)	Limo dag/kg (50-2 µm)	Argilla dag/kg (<2 µm)	CaCO ₃ dag/kg		C.O. dag/kg	pH H ₂ O	AWC mm m ⁻¹
					totale	attivo			
Ap	0-30	33,4	42,8	23,8	11	5	0,52	8,0	145,3
Bw	30-80	37,2	40,4	22,4	17	6	0,12	8,3	139,5
2C	80-130	43,9	50,2	5,9	18	6	0,12	8,3	156,2

Montalcino e Val D'Orcia

Typic Calcixercept fine



DOCG Brunello di Montalcino e DOC Rosso di Montalcino, Sant'Antimo e Moscadello.

Terrazzi fluviali su sedimenti argillosi e ciottolosi

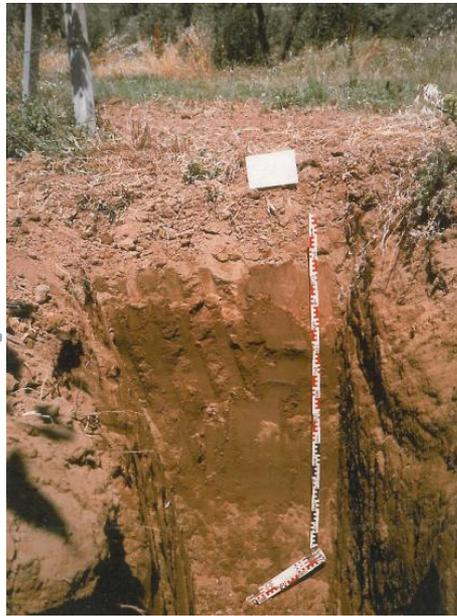
Suolo profondo ma con massa radicabile ridotta dallo scheletro e dal calcare, alta capacità di trattenuta di nutrienti ma con aridità fisiologica

ANALISI CHIMICHE E FISICHE

Oriz	Prof cm	Sabbia dag/kg (2000-50 µm)	Limo dag/kg (50-2 µm)	Argilla dag/kg (<2 µm)	C.O. dag/kg	pH H ₂ O	CaCO ₃ dag/kg		Complesso di scambio cmol(+)/kg				AWC mm m ⁻¹
							totale	attivo	Ca	Mg	K	CSC	
Ap	0-35	27,6	28,7	43,7	0,95	7,8	7,7	3,6	14,9	5,56	0,46	43,1	137,2
Bk1	35-60	27,8	26,9	45,3	0,59	7,9	11,7	4,2	11,8	5,06	0,22	34,4	135,1
Bk2	60-100	37,2	23,5	39,3	0,19	8,0	30,1	3	14,2	5,85	0,34	43,3	123,2

Orvieto

Andic Haplustepts fine-loamy



DOC Orvieto

Suoli sui rilievi collinari e sulle superfici strutturali sostenute da depositi vulcanici (tufi)
Principali caratteri funzionali: alta fertilità chimica e ricchezza di elementi facilmente disponibili, in particolare potassio. Piuttosto sabbioso e drenante, con stress idrico estivo

ANALISI CHIMICHE E FISICHE

Orizz.	Prof cm	Sabbia dag/kg (2000-50 µm)	Limo dag/kg (50-2 µm)	Argilla dag/kg (< 2 µm)	C.O. dag/kg	pH H ₂ O	Complesso di scambio cmol(+)/kg		AWC mm m ⁻¹
							K	CSC	
Ap	0-75	48,6	29,5	21,9	0,62	7,3	1,22	24,5	119
Bw	75-160	47,1	31,1	21,7	0,65	7,7			121

Sannio



Typic Calciustepts fine



DOCG Aglianico del Taburno e DOC Falanghina del Sannio e Sannio

Suoli su terrazzi alluvionali, costituiti da alluvioni antiche calcaree.

Principali caratteri funzionali: radicazione profonda ma limitata dagli accumuli di carbonati, fertilità chimica moderatamente limitata dall'accumulo di sali

ANALISI CHIMICHE E FISICHE

Oriz	Prof cm	Sabbia dag/kg (2000-50 µm)	Limo dag/kg (50-2 µm)	Argilla dag/kg (< 2 µm)	CaCO ₃ dag/kg totale	C.O. dag/kg	pH H ₂ O	Complesso di scambio cmol(+)/kg					EC mS cm ⁻¹
								Ca	Mg	Na	K	CSC	
Ap1	0-10	26,8	29,1	44,1	31,7	4,35	8,4	22,8	1,3	0,4	2,7	27,2	45,2
Ap2	10-36	26,1	29,7	44,2	30,8	3,50	8,3	22,4	1,8	0,0	2,4	26,5	57,5
B/Bk	36-65	23,4	35,0	41,7	39,0	0,93	8,9	21,4	1,2	0,5	0,9	24,0	30,0
Bk	65-120	23,9	41,5	34,6	37,0	0,21	9,0	31,6	1,4	0,0	0,5	33,5	27,7

Puglia



Typic Palexerolls fine



DOC Gioia del Colle.

Piattaforma d'abrasione marina su calcare.

Principali caratteri funzionali: suolo argilloso e calcareo ma di ridotta profondità radicabile.

Fertilità chimica condizionata dall'abbondanza degli ossidi di ferro.

ANALISI CHIMICHE E FISICHE

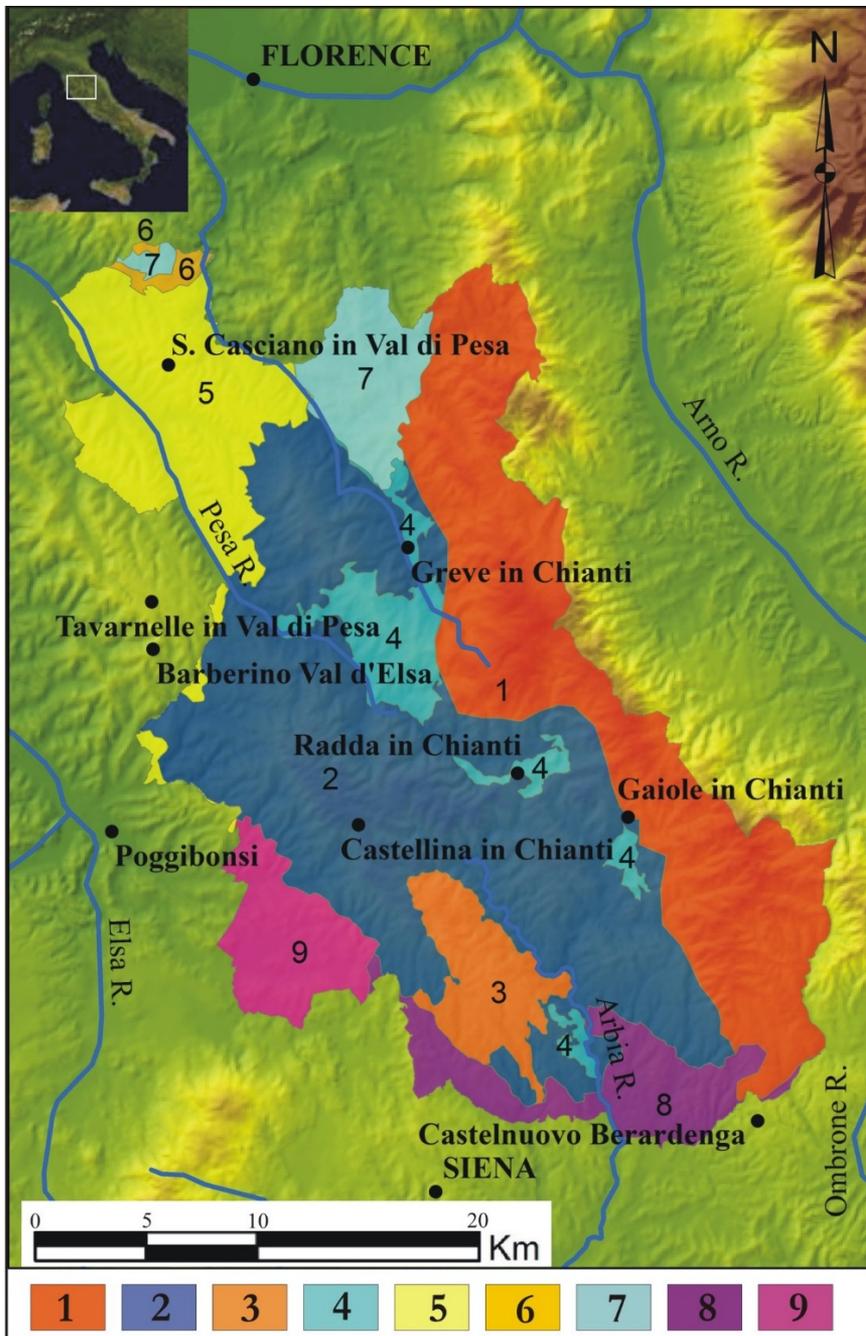
Oriz	Prof cm	Sabbia dag/kg (2000-50 μ)	Limo dag/kg (50-2 μ)	Argilla dag/kg (<2 μ)	CaCO ₃ dag/kg		S.O. dag/kg	pH H ₂ O	Complesso di scambio cmol(+)/kg				ESP %	AWC mm m ⁻¹
					totale	attivo			Ca	Mg	K	CSC		
Ap1	0-25	40,0	12,0	48,0	12,5	0,87	2,37	7,5	24,0	3,5	1,81	44,6	1,2	109,4
Ap2	25-40	42,0	9,0	49,0	15,7	0,45	1,76	7,6	22,0	3,5	0,76	46,3	1,2	104,8
A/Bt	40-70	24,0	11,0	65,0	18,7	1,10	1,70	7,3	30,0	2,0	0,80	37,1	1,0	118,1

**La natura della roccia e
del sedimento
influiscono sulle
caratteristiche fisiche e
chimiche del suolo e
sulla radicazione della
pianta**



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS



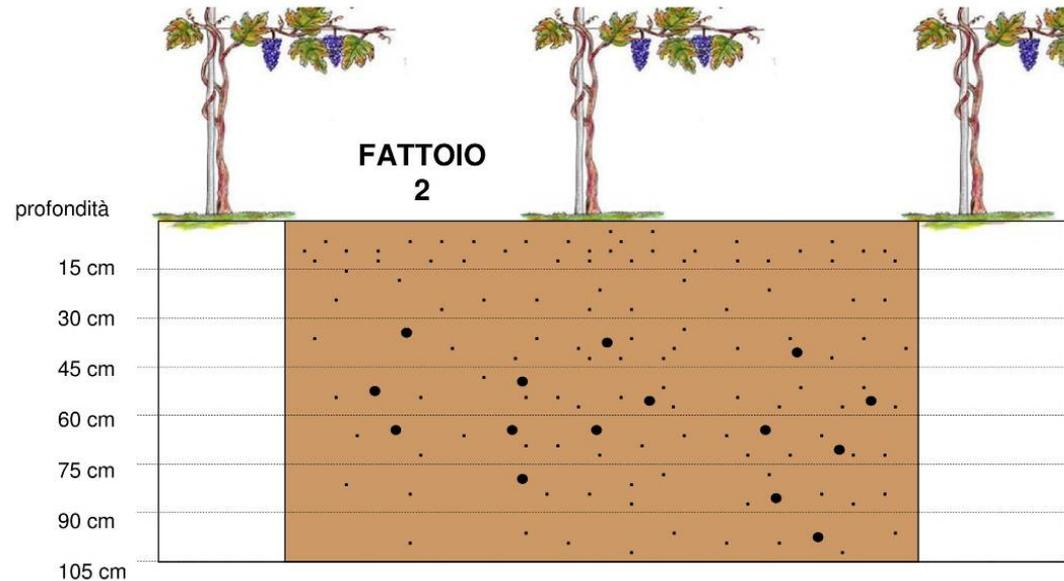
1. Anticlinale del Chianti: basse montagne e alte colline su arenaria (Macigno del Chianti);
2. Basse montagne e alte colline su calcareniti e su formazioni con alternanza di calcari marnosi (Alberese), arenarie e argilliti; ★
3. Alte colline su arenaria e Flysch del Chianti;
4. Rilievi di alta collina su formazioni prevalentemente marnose, argillose e scistose;
5. Basse colline su conglomerati e ghiaie prevalentemente calcaree, con sabbie del Pliocene; ★
6. Basse e medie colline su arenaria;
7. Basse e medie colline su argille, marne e scisto;
8. Basse e medie colline su sabbie marine;
9. Basse e medie colline su argille marine e conglomerati fluviali. ★

Paesaggio 1: suolo su arenaria feldspatica dell'Oligocene (Macigno del Chianti)

Franco sabbioso, 0% CaCO_3 , scheletro 35-40%, AWC 78 mm/m



Radicazione estesa

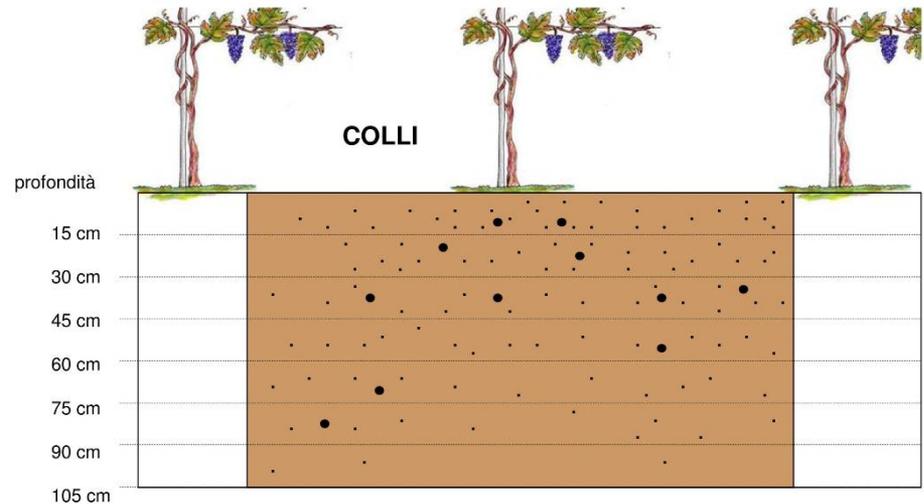


Paesaggio 2: suolo su Flysh argilloso marnoso del Cretaceo (calcare marnoso: Alberese)

Franco argilloso, 35% CaCO_3 , scheletro 40-45%, AWC 111 mm/m, drenaggio lento in profondità



Radicazione superficiale

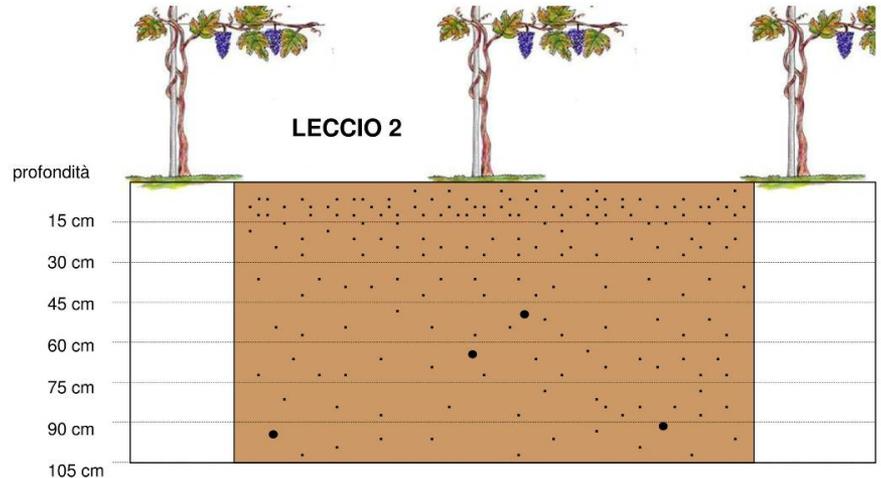


Paesaggio 5: suolo su conglomerati e ghiaie prevalentemente calcaree, con sabbia e argilla sabbiosa del Pliocene

Franco sabbioso, 16% CaCO_3 , scheletro 20-25%, AWC 141 mm/m, drenaggio veloce



Radicazione estesa ma poco sviluppata



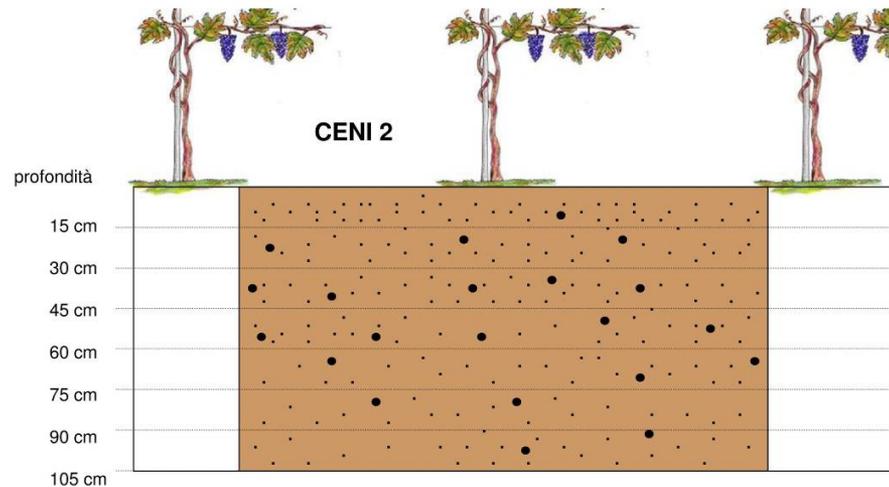
Paesaggio 9: suolo su conglomerati fluviali

Franco, 15% CaCO_3 ,

Scheletro 20-35%, AWC
77 mm/m, drenaggio
medio



Radicazione estesa e molto sviluppata



Geologia o suolo?

La durata della pedogenesi influenza le caratteristiche del suolo e la genesi dei terroir



Cambisol su arenaria



Ferric Luvisol su depositi fluviali

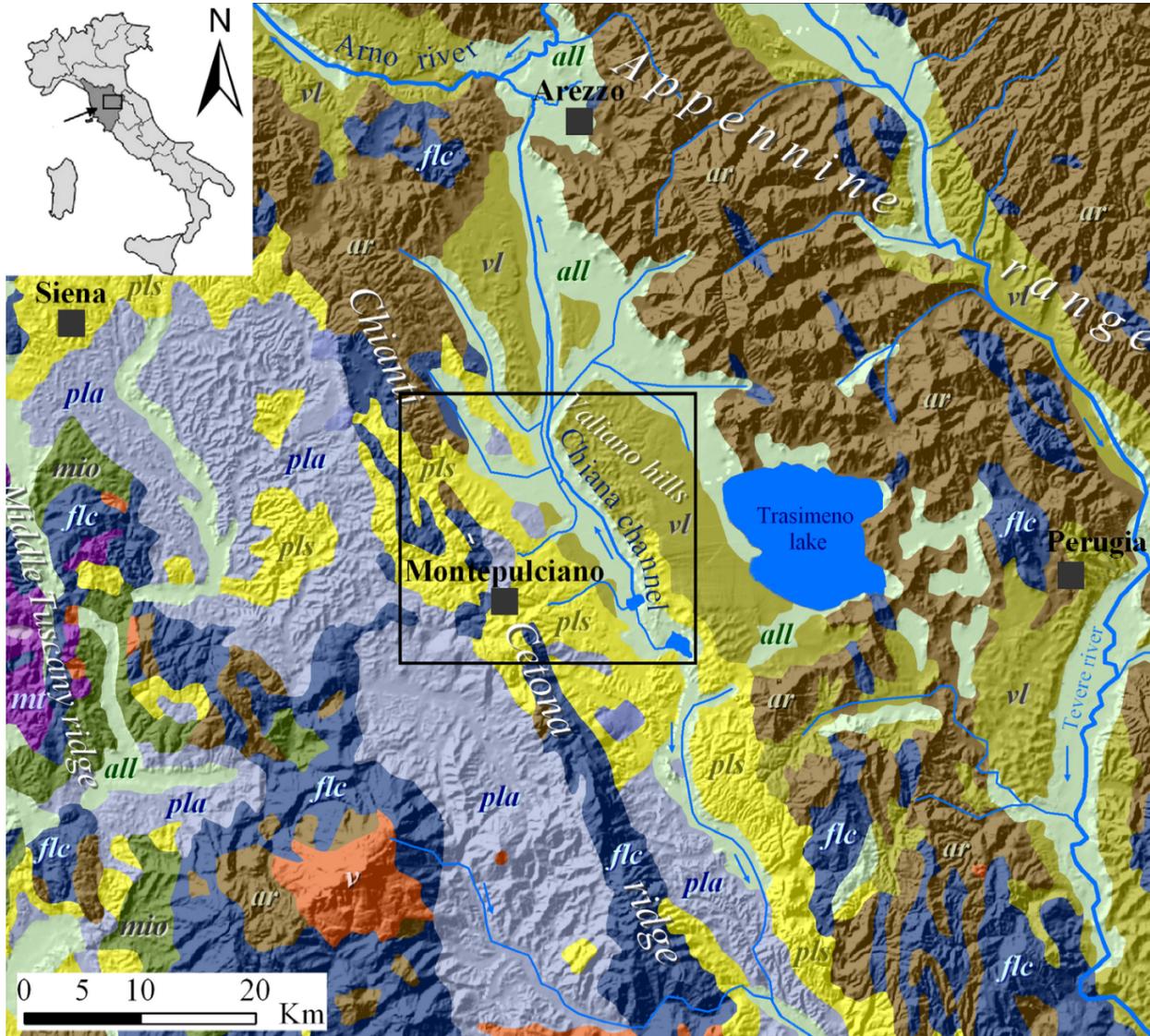


fondazione banni

SANGUIS JOVIS

Come nasce un terroir?

Geologia di Montepulciano



Legend

- all** Alluvial deposits (Quaternary)
- vl** Fluvial and lacustrine deposits (Plio-Pleistocene)
- pls** Marine sands and conglomerates (Early Pliocene)
- pla** Marine clays (Early Pliocene)
- mio** Lacustrine clays (Miocene)
- ar** Arenites and siltite (Oligocene)
- flc** Calcareous rocks, marls and shale (Jurassic- Paleogene)
- mt** Metamorphic rocks (Triassic)
- v** Volcanic rocks (different ages)



Paesaggi geologici

Sabbie del Pliocene



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DEL SANGIOVESE



Paesaggi geologici

Argille del Pliocene



Paesaggi geologici

Argille fluvio-lacustri del Pleistocene



fondazione banfi

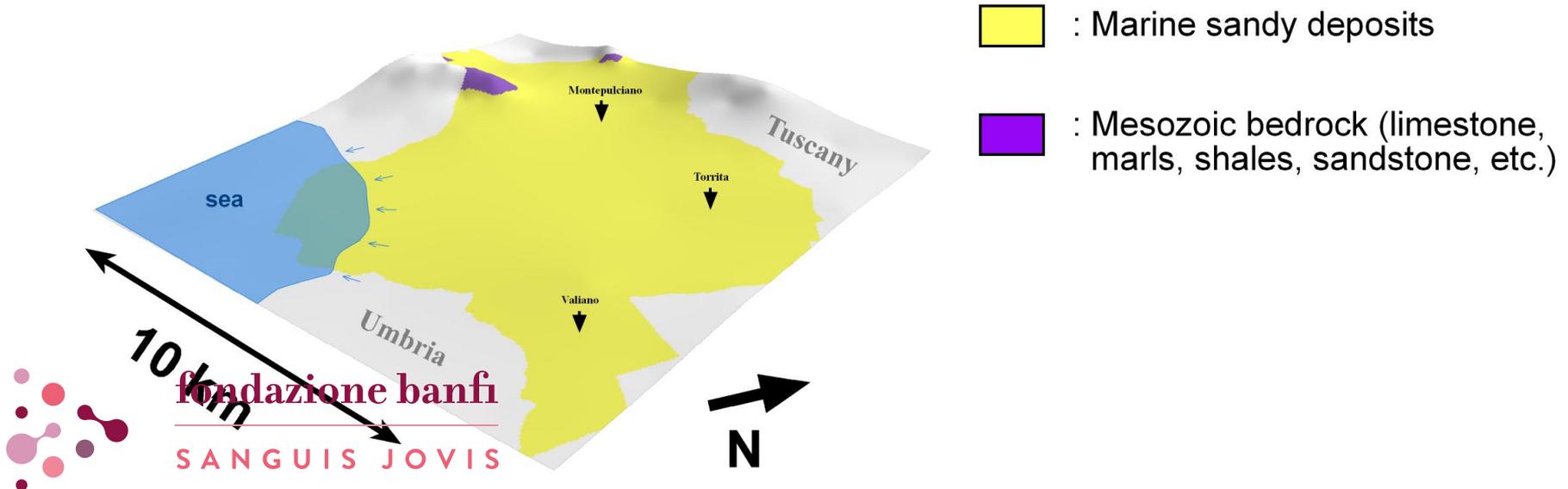
SANGUIS JOVIS

ALTA SCUOLA DEL SANGIOVESE

La formazione dei suoli

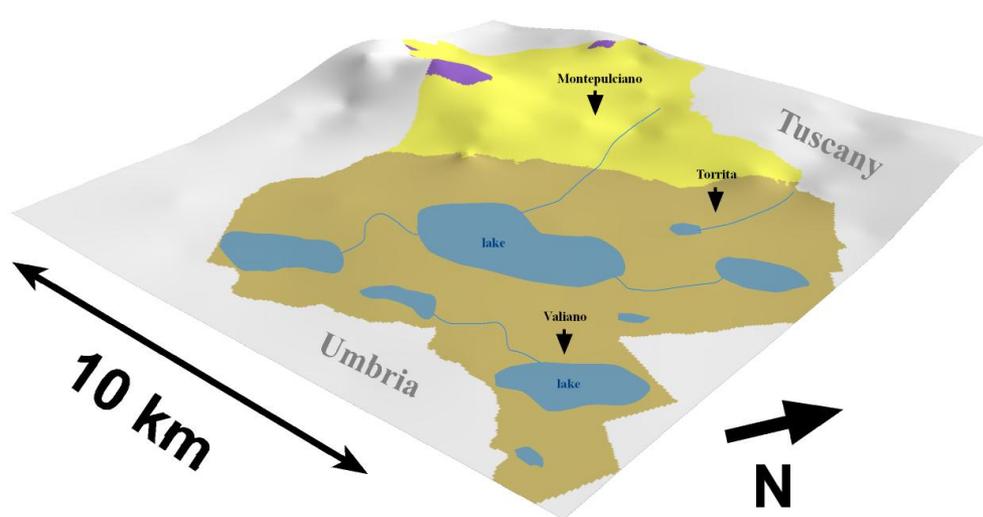
Il mare ha lasciato il territorio di Montepulciano durante il Pliocene medio

Middle Pliocene (4 My B.P.)



Il territorio di Montepulciano durante il tardo Pliocene e il primo Pleistocene

Early Pleistocene (0.7 My B.P.)



-  : Lacustrine deposits
-  : Marine sandy deposits
-  : Mesozoic bedrock (limestone, marls, shales, sandstone, etc.)

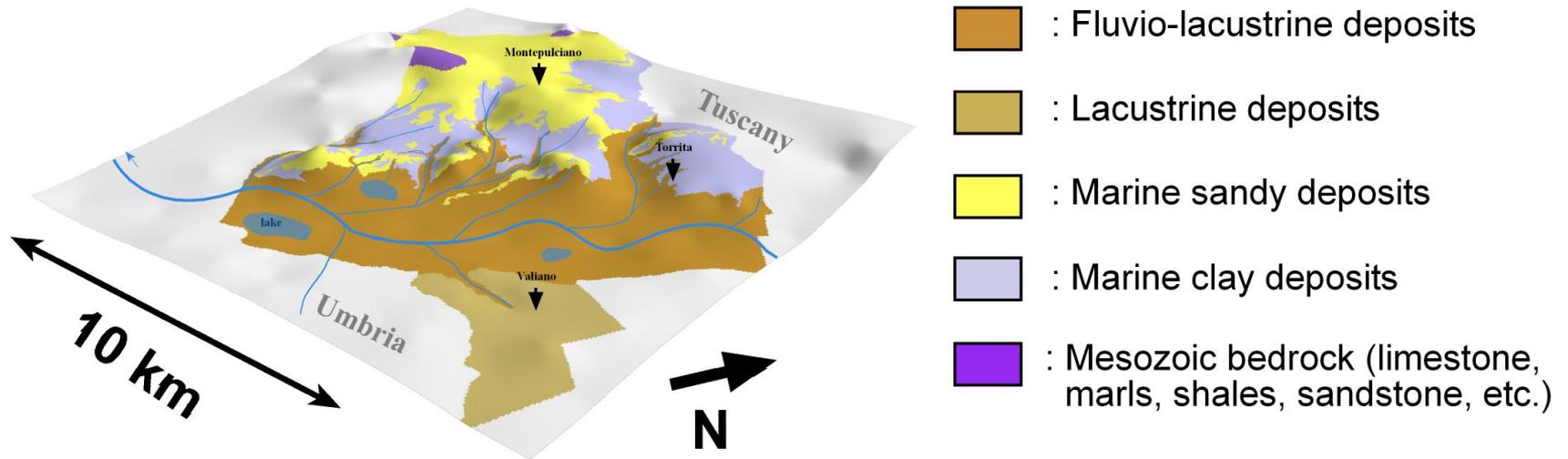


fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

Montepulciano durante il medio e tardo Pleistocene

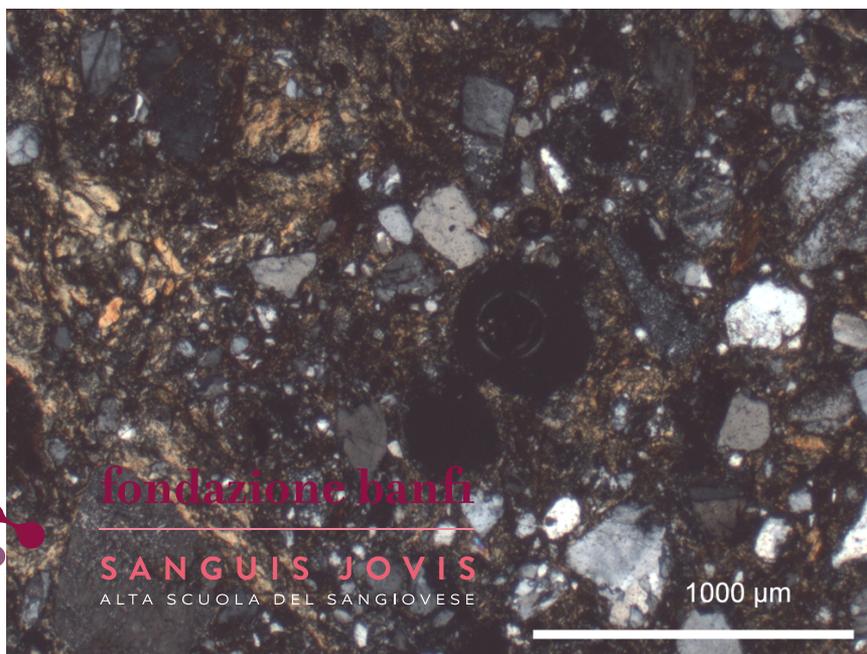
Middle and Late Pleistocene (125-10 ky B.P.)



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

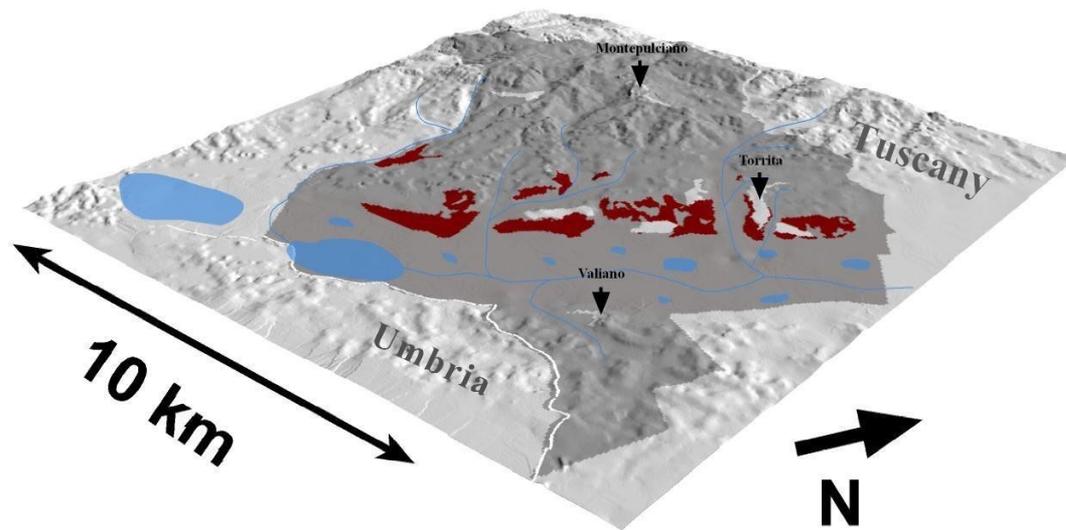
I suoli più antichi.



Montepulciano durante l'Olocene antico

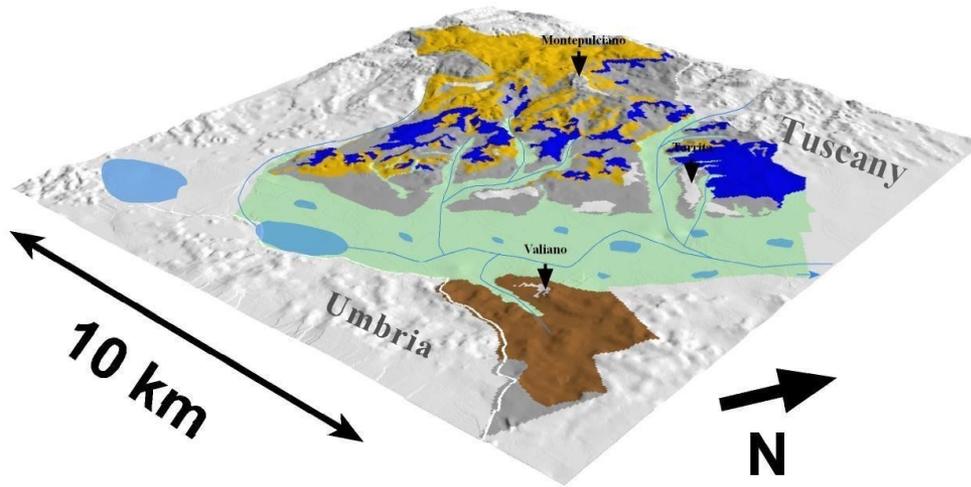
Early Holocene (10 ky B.P.)

 : Clayey Luvisols
(Poggio Golo soils)



Montepulciano durante il Neolitico/bronzo antico fino al periodo romano

From Neolithic to Roman period (5-2 ky B.P.)

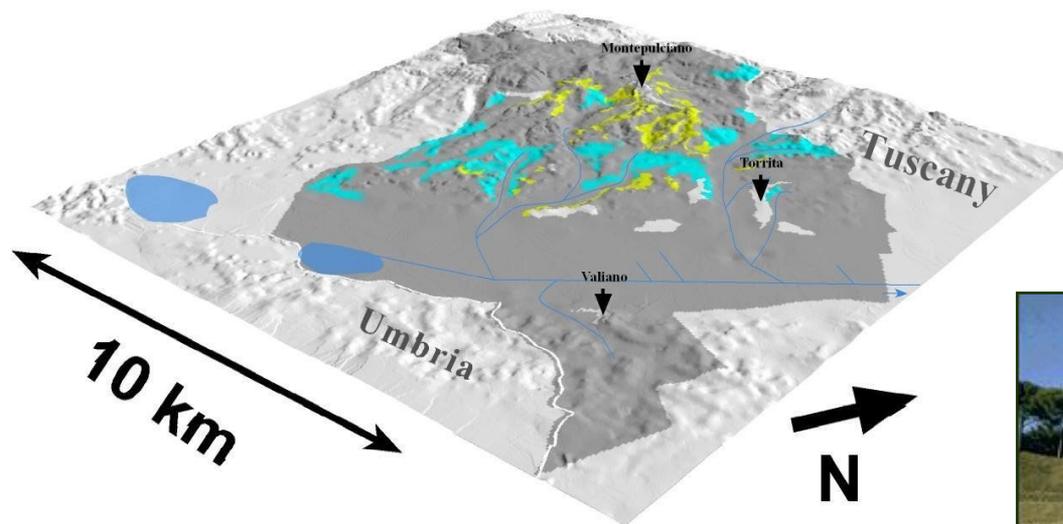


-  : Inceptisols and Vertisols of recent alluvial deposits
-  : Clayey Inceptisols (Valiano soils)
-  : Loamy Inceptisols (San Gimignano and Strada soils)
-  : Clayey Inceptisols (Quercia and San Quirico soils)



I suoli di Montepulciano negli ultimi 50 anni

Late Holocene (1960 - 2010)



-  : Sandy Entisols (Cusona soils)
-  : Clayey Entisols (Monte soils)



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

Fattori ambientali del terroir e scala geografica

SCALA

Clima

Geologia - morfologia

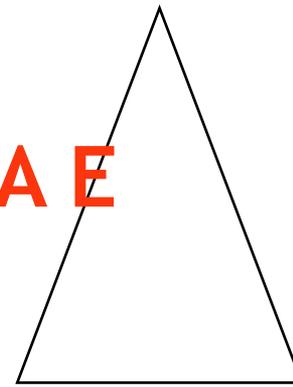
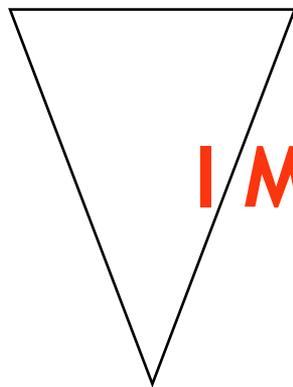
Suolo

Regionale

Distretto

Azienda

Vigneto



**IMPORTANZA E
COMPLESSITA'**



fondazione banfi

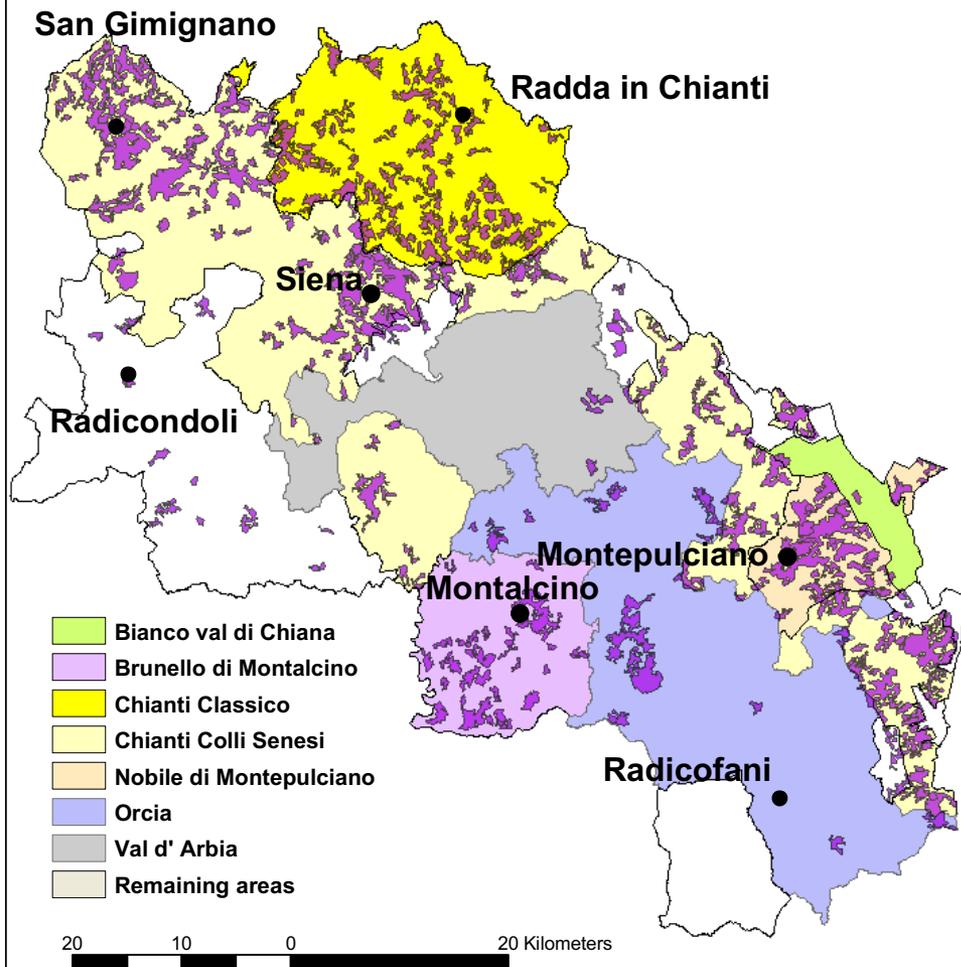
SANGUIS JOVIS

La provincia di Siena e i suoi vigneti

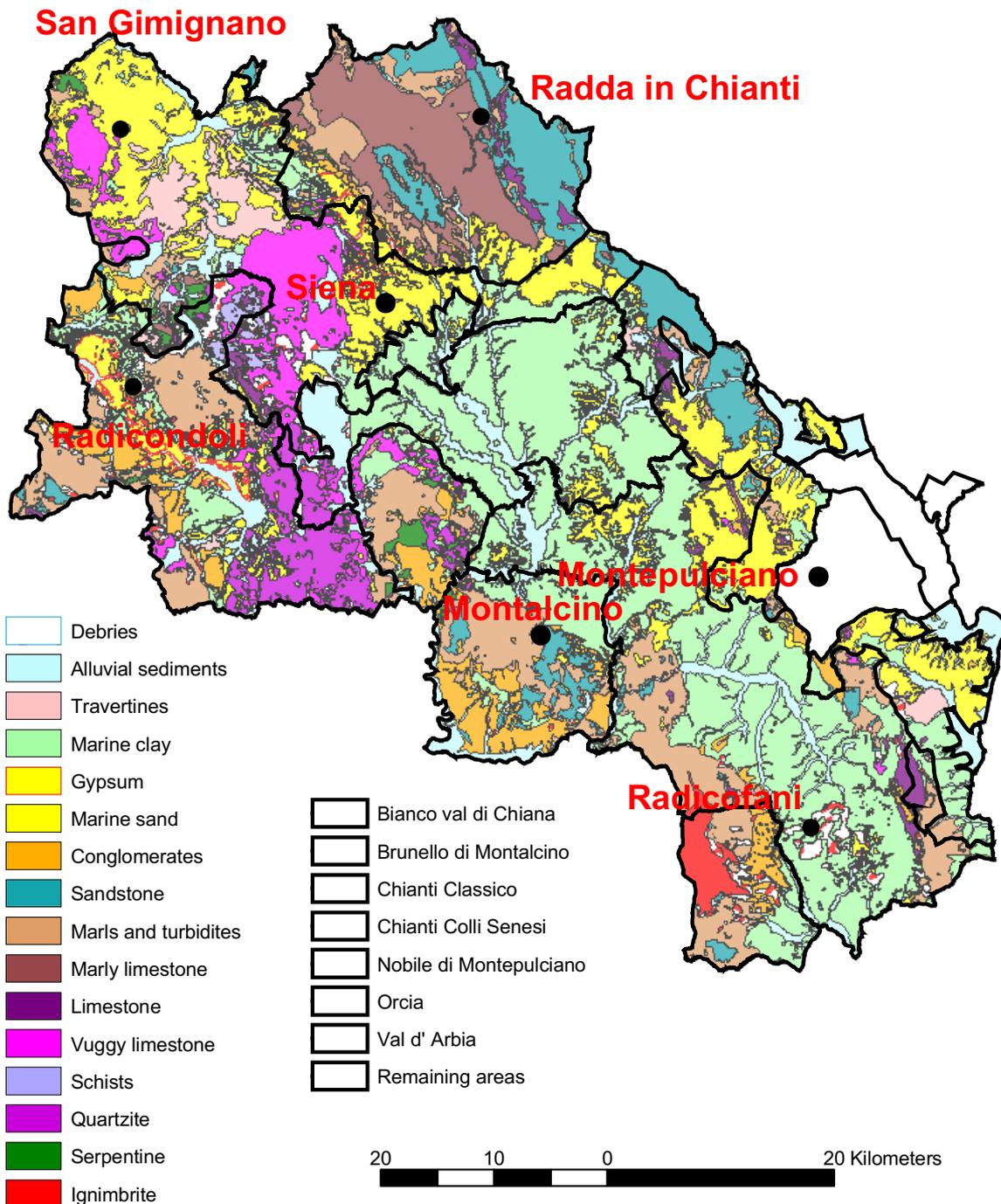


Vigneti specializzati: 14,410 ha
Aree con vigneti: 44,790 ha

**8 ACV: Chianti Classico,
Montepulciano,
Montalcino,
Chianti Colli Senesi,
Val d'Arbia,
Orcia,
Val di Chiana,
Rimanenti aree non DOC**



Geologia della provincia di Siena

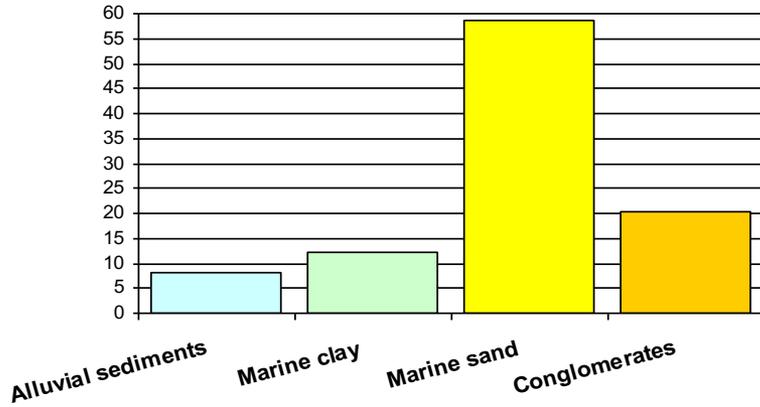


fondazione banfi

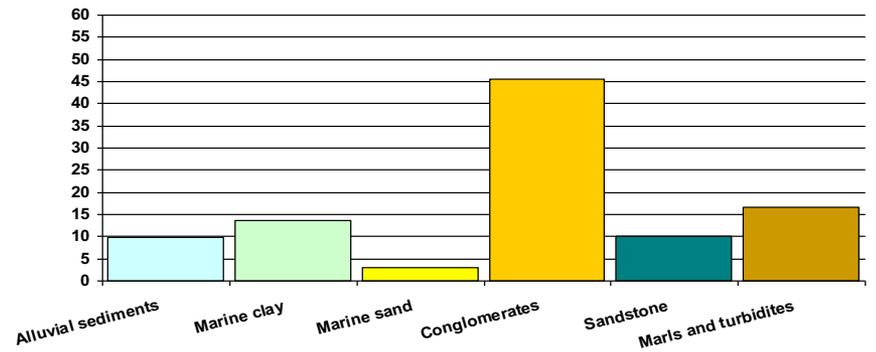
SANGUIS JOVIS

Geologia dei vigneti

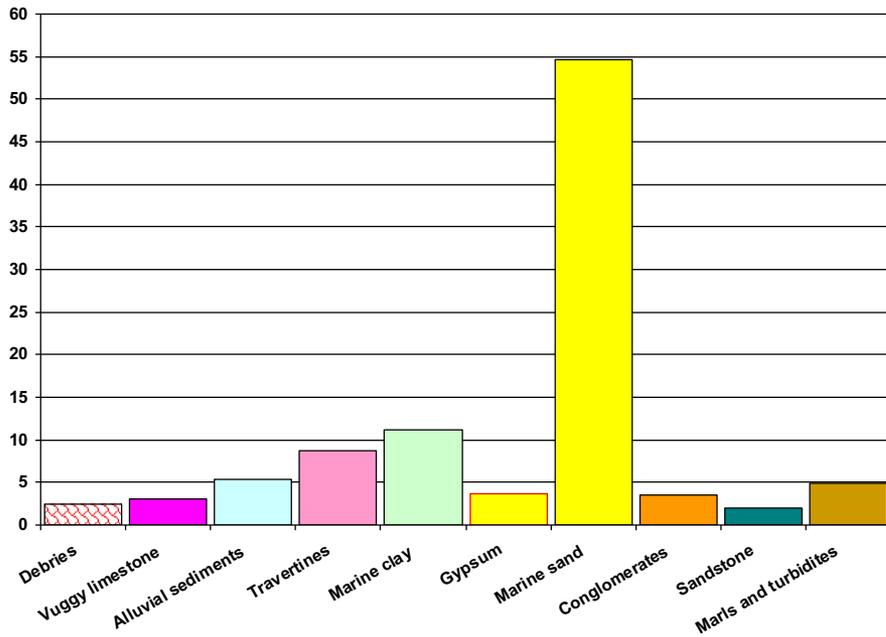
Nobile di Montepulciano



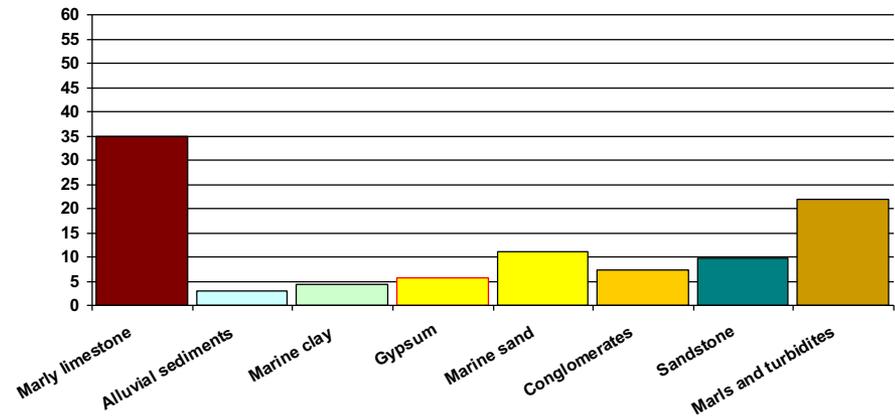
Brunello di Montalcino



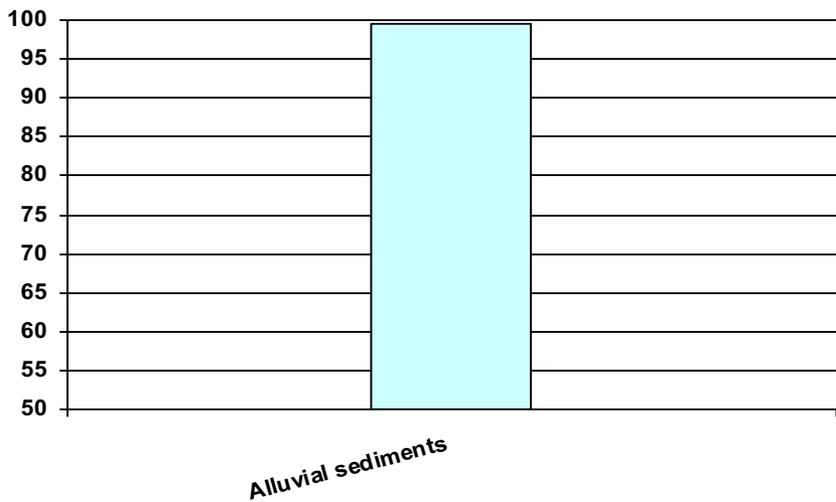
Chianti Colli Senesi



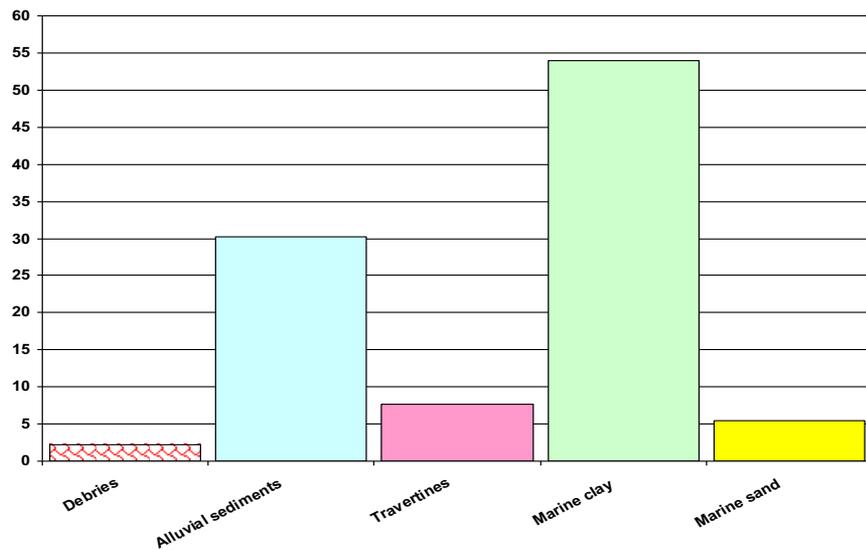
Chianti Classico



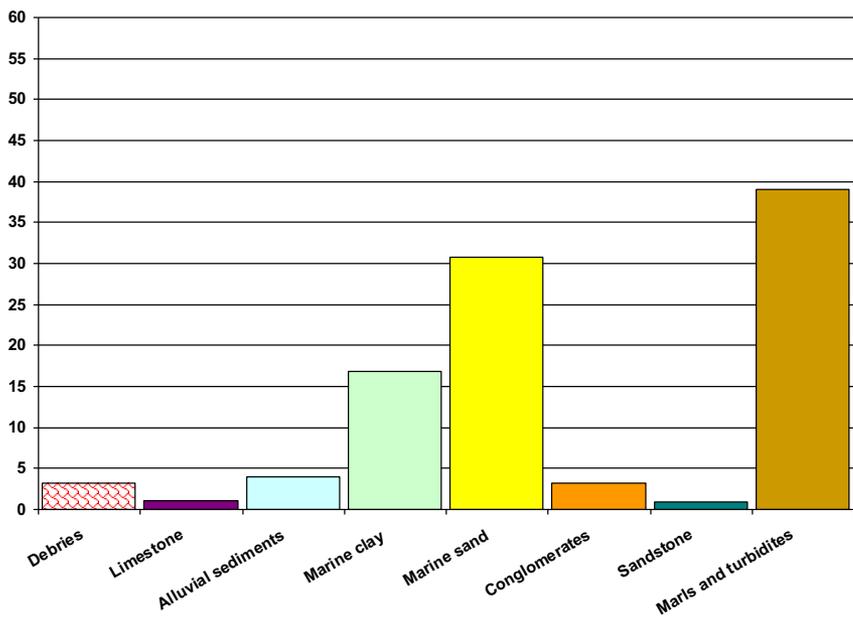
Val di Chiana



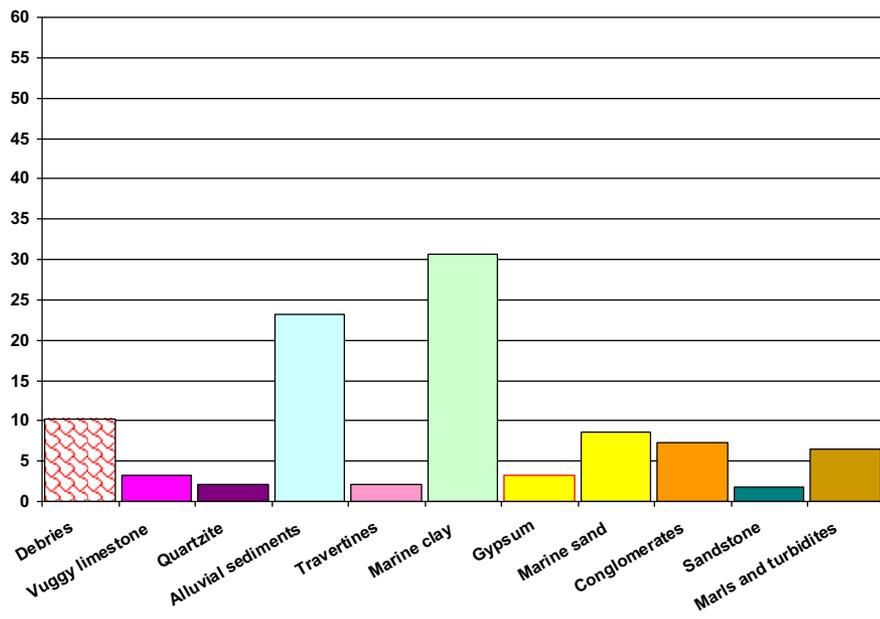
Val d'Arbia



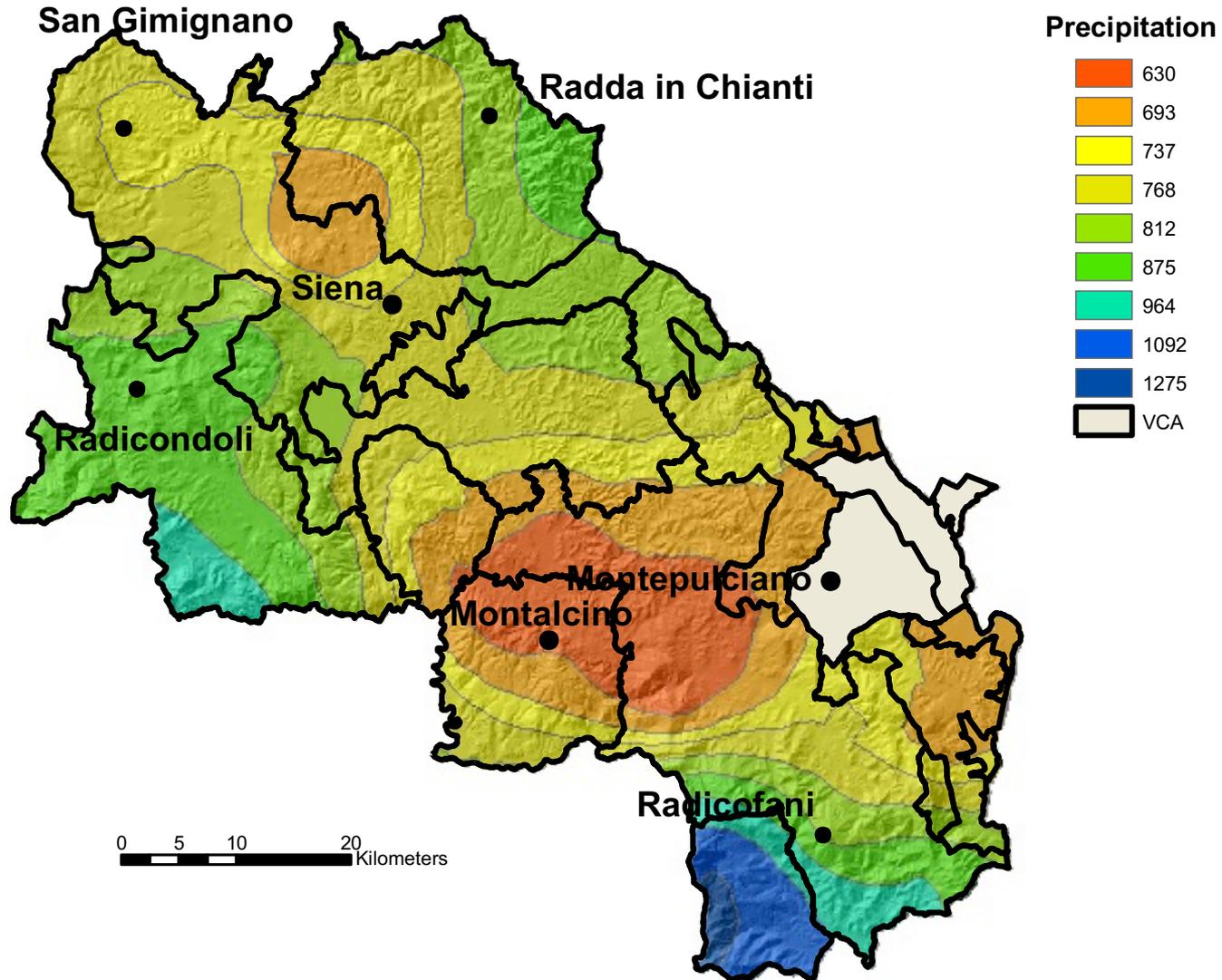
Orcia



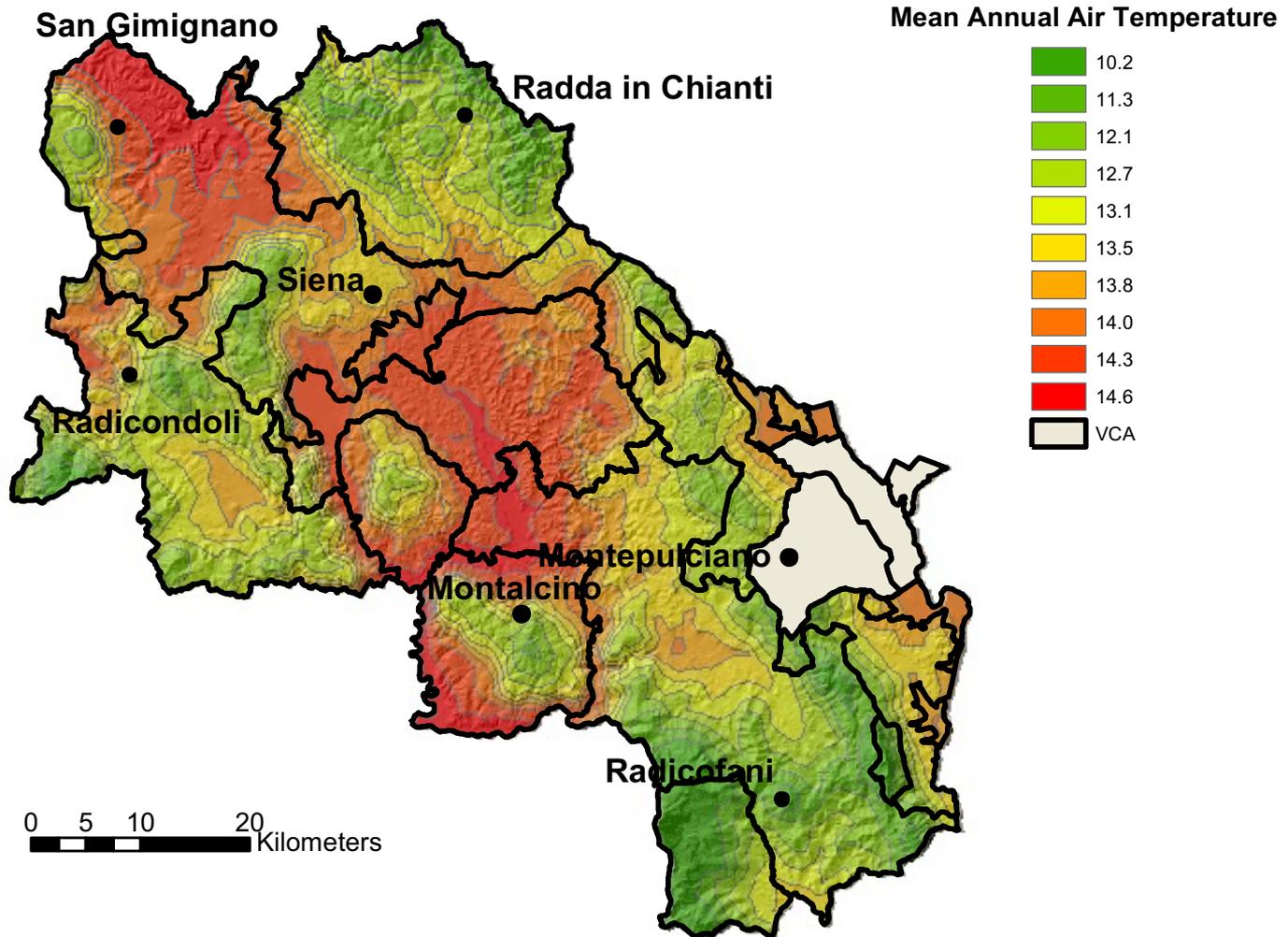
Not DOC areas



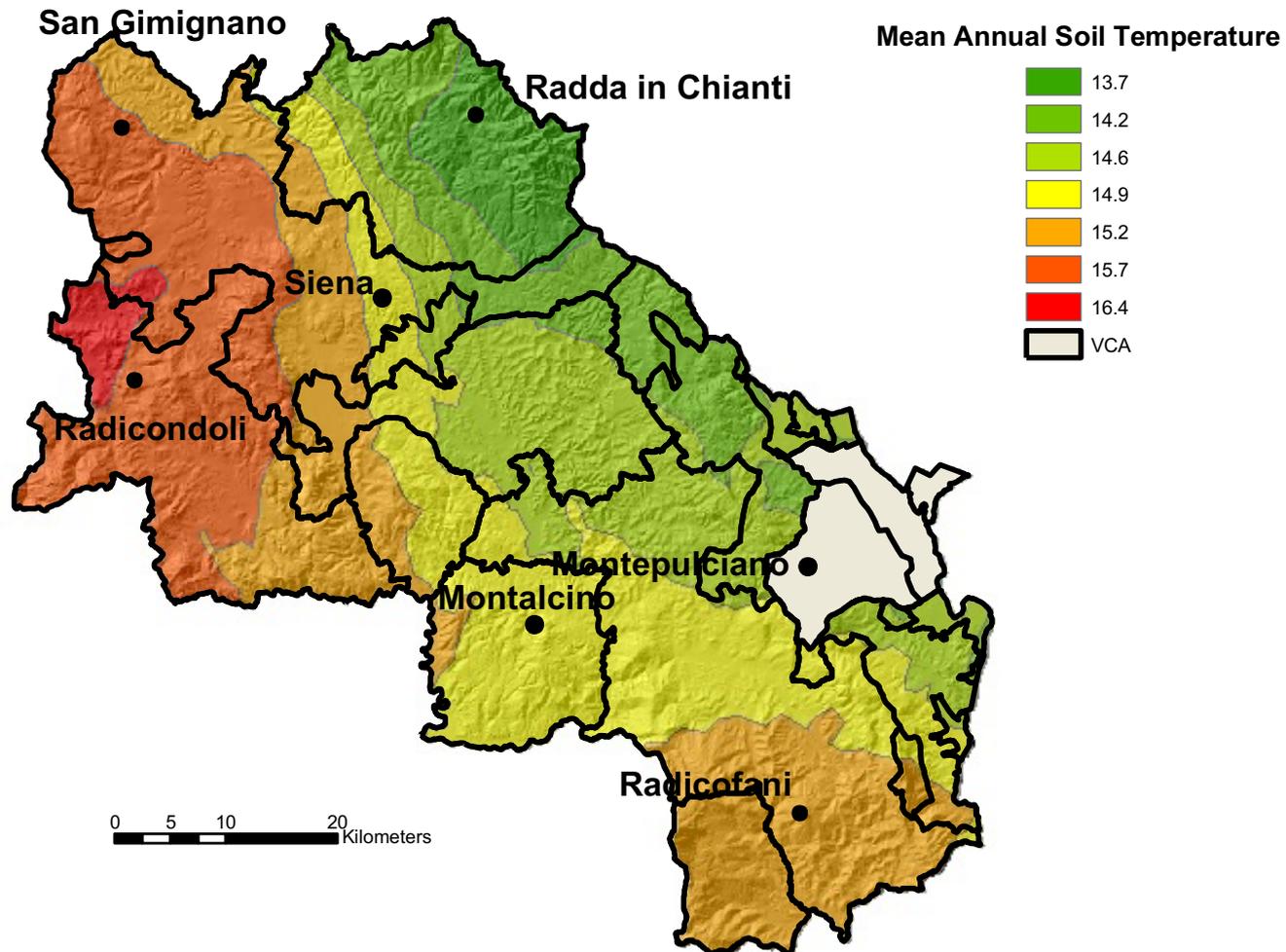
Pioggia media annua di lungo periodo



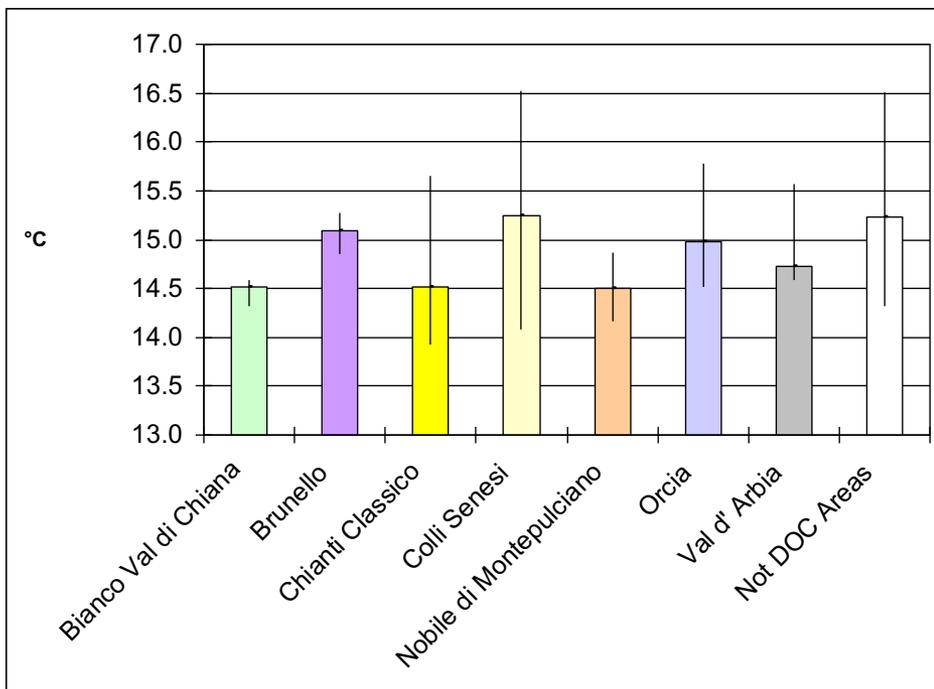
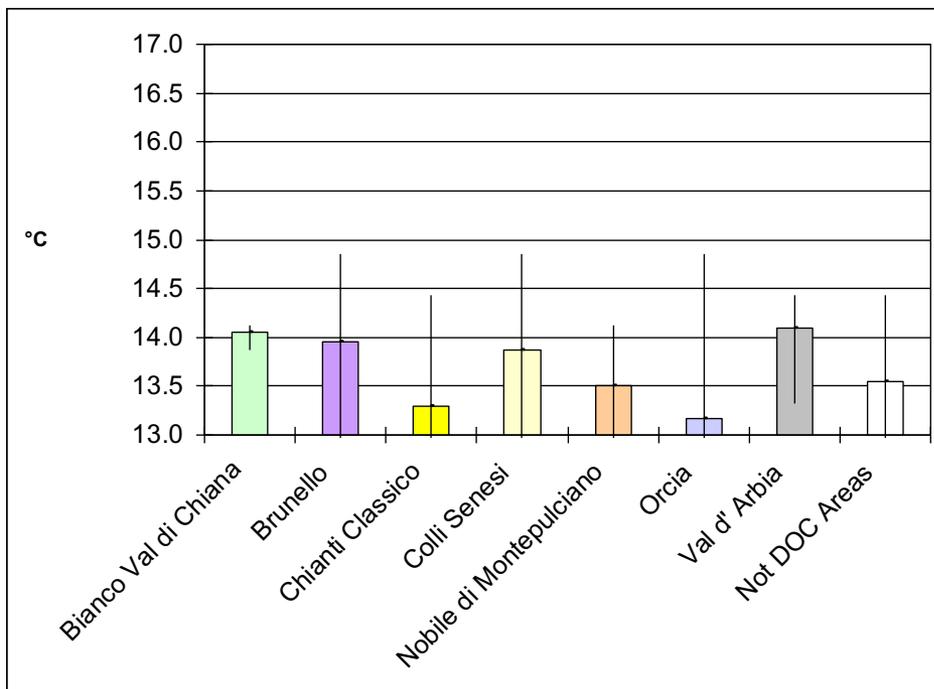
Temperatura media annua dell'aria di lungo periodo (° C)



Temperatura media annua del suolo di lungo periodo ($^{\circ}$ C a 0,5 m)



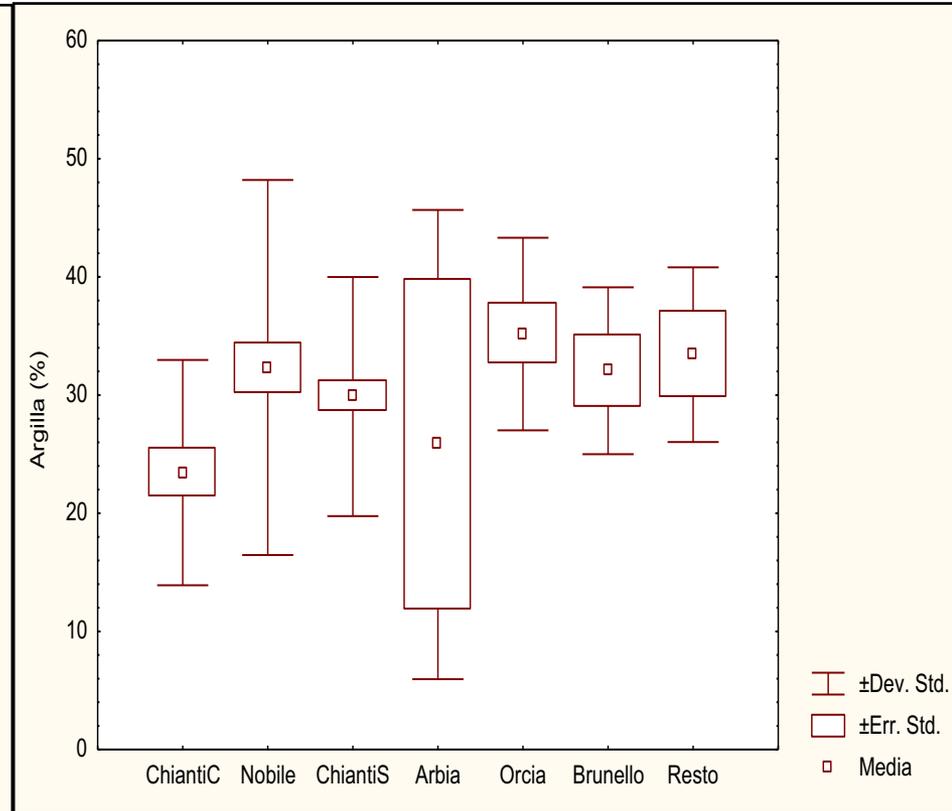
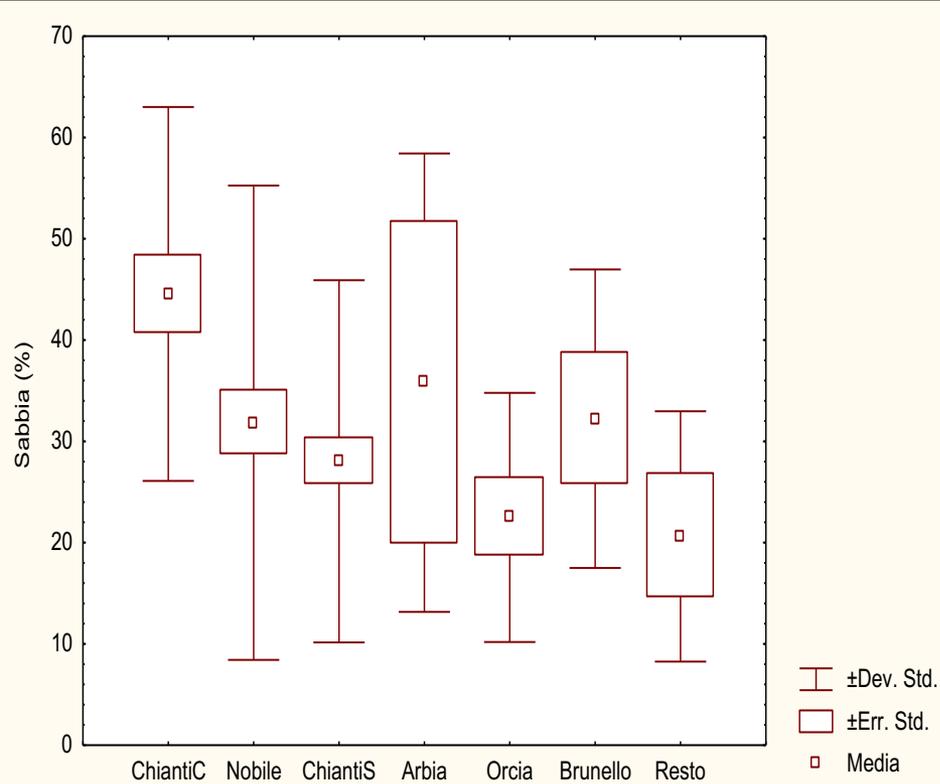
Temperatura dell'aria e del suolo (media, max e min) nei vigneti



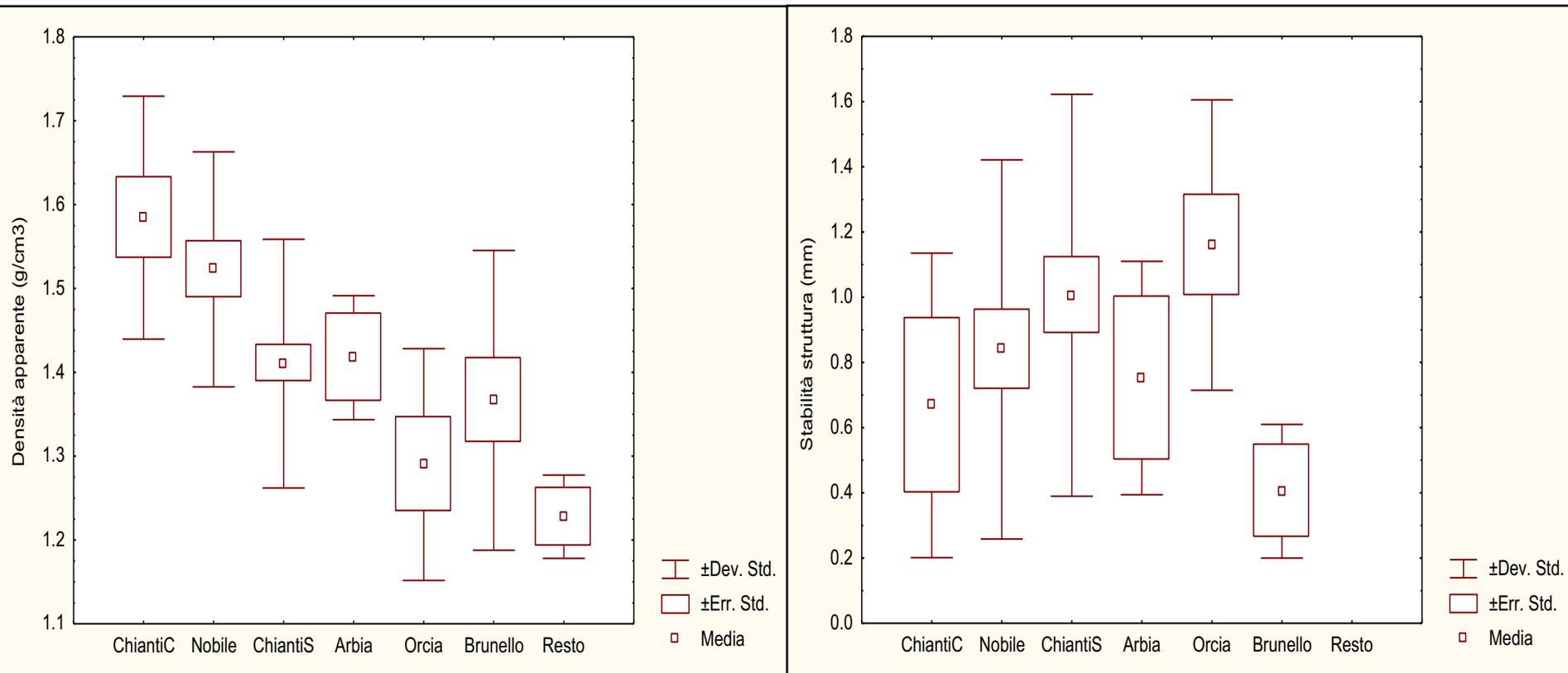
fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

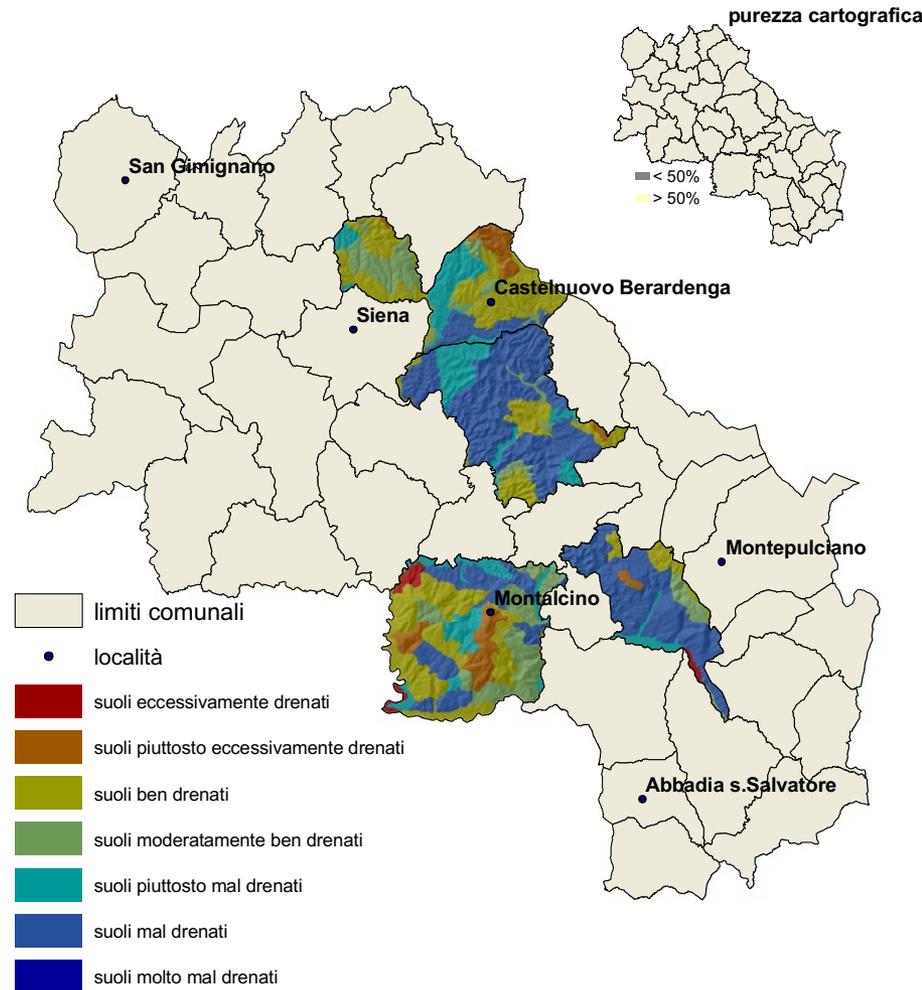
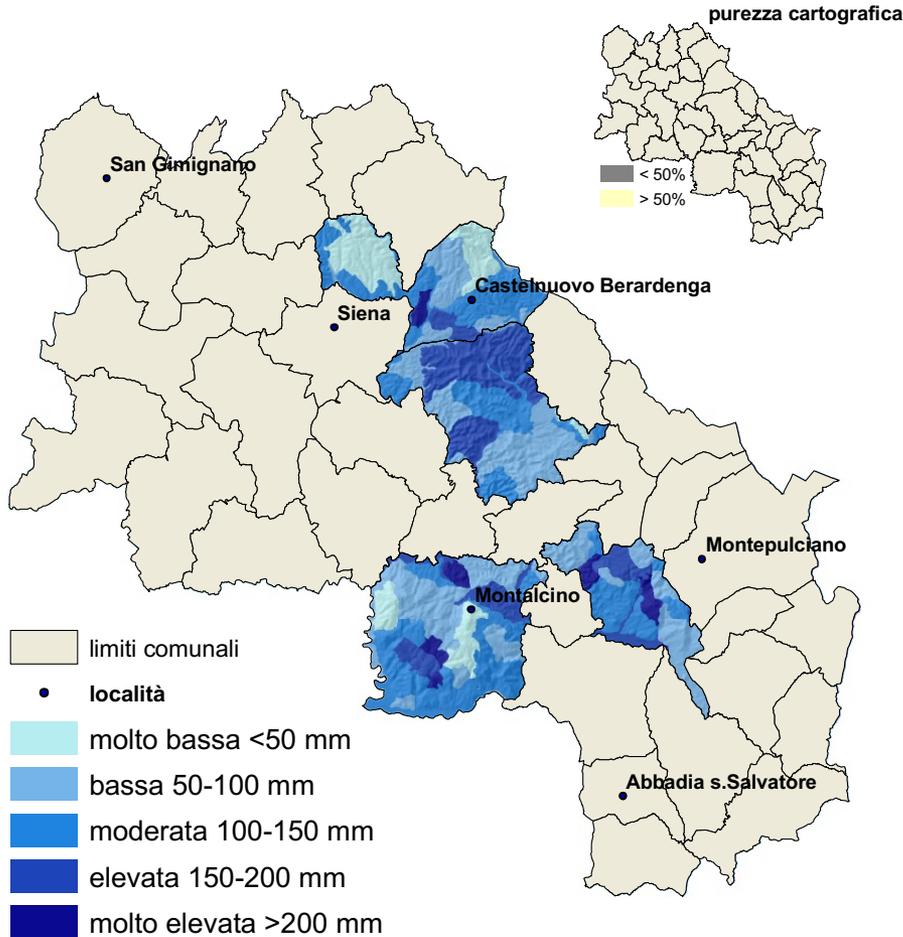
Caratteri pedologici nei vigneti: tessitura



Caratteri pedologici nei vigneti: struttura



Acqua disponibile e drenaggio

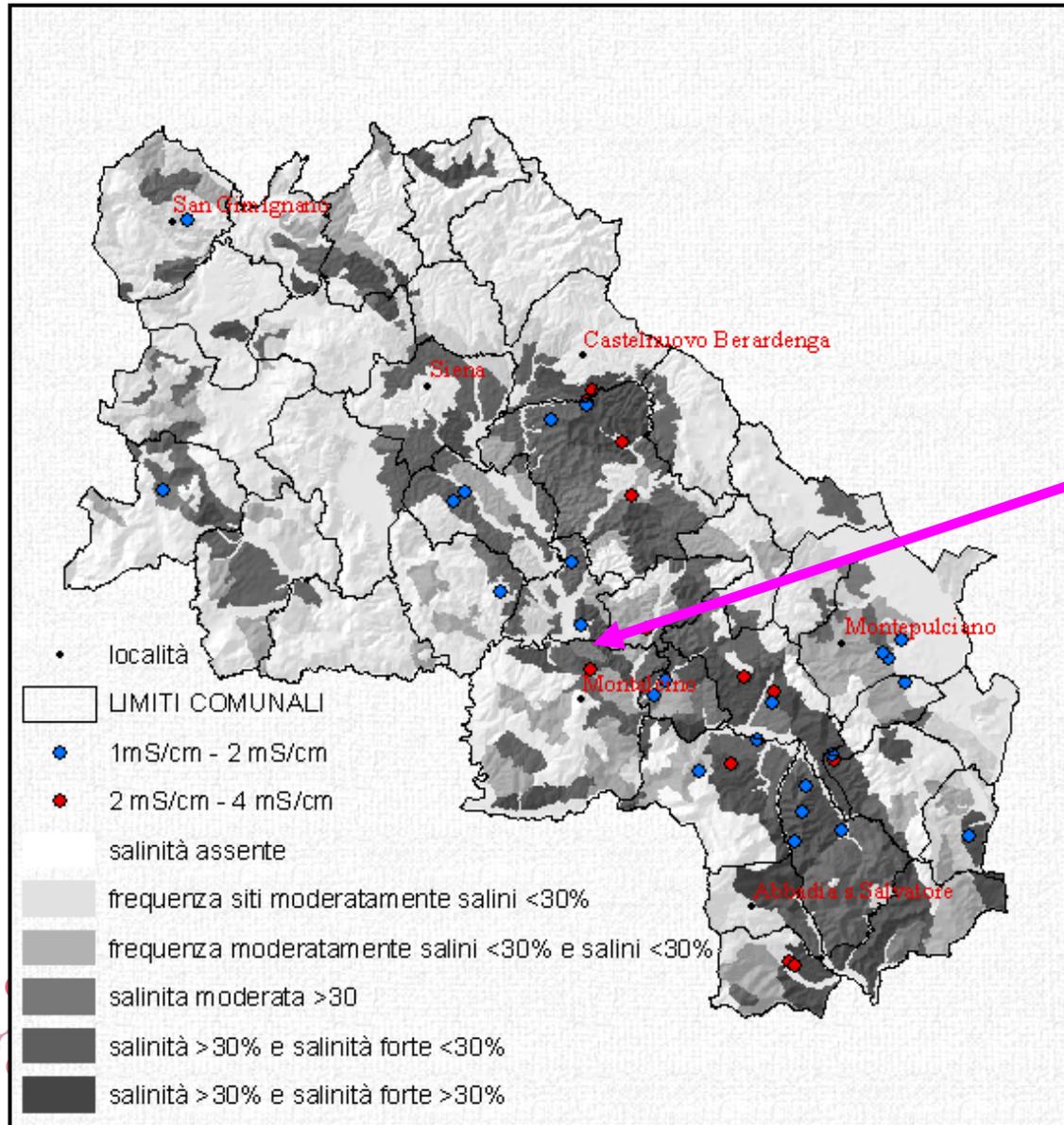


Caratteri fisici e chimici dei suoli di 3 DOCG

	Brunello di Montalcino	Chianti Classico	Chianti Colli Senesi
Pendenza (%)	7.3 b	13.9 a	8.2 b
Profondità utile per le radici (cm)	88 b	81 b	106 a
Pietrosità (% v/v)	8.1 a	10.6 a	2.8 b
Argilla (%)	32.1 a	23.4 b	29.9 a
Sabbia (%)	32.2 ab	44.6 a	28.0 b
Acqua disponibile AWC (mm m ⁻¹)	99 ab	92 b	121 a
Classi di drenaggio	5	4-5	3-4
Capacità di scambio cationico (meq 100 g ⁻¹)	20.5 a	14.9 b	16.7 ab
pH	7.7	7.9	7.8
Conducibilità elettrica (dS m ⁻¹)	0.23	0.22	0.19
CaCO ₃ totale (%)	23.1 a	17.0 ab	14.5 b
CaCO ₃ attivo (%)	4.3	4.1	4.6



Salinità dei suoli



Anni di prova

VCA	campi	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1997	1998	1999	2000	2002	2003	2004
Brunello di Montalcino	7													
Brunello di Montalcino	2													
Chianti Cassico	7													
Chianti Cassico	2													
Chianti Colli Senesi	6													
Chianti Colli Senesi	3													
Nobile di Montepulciano	10													
Nobile di Montepulciano	11													
Nobile di Montepulciano	9													
Nobile di Montepulciano	8													
Nobile di Montepulciano	4													
totale	69	32	42	38	28	7	7	7	7	16	9	10	10	10

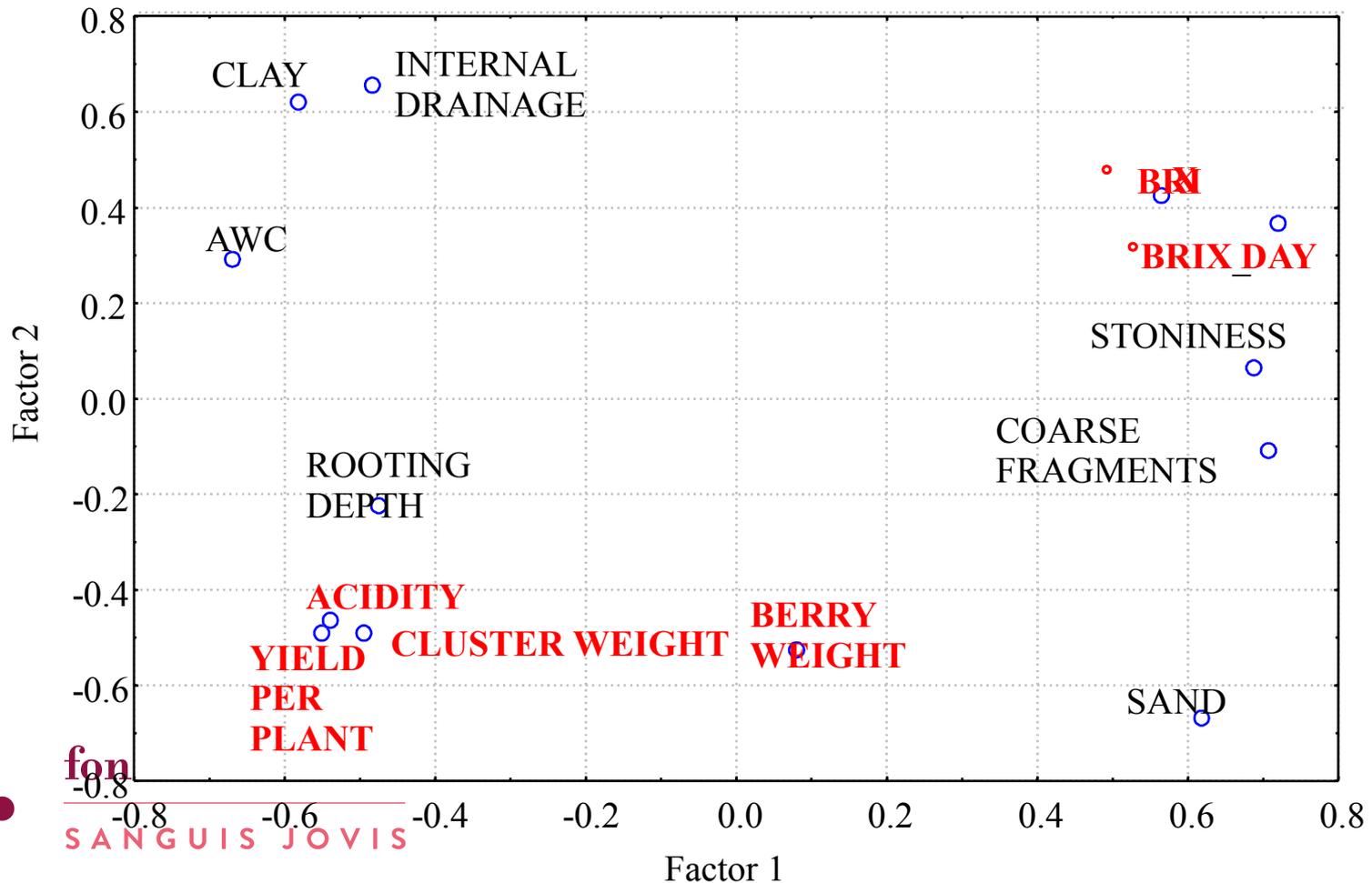
fondaz

SANGUIS JOVIS

Variabili in prova sul Sangiovese nel senese (13 anni, 69 vigneti, 223 casi)

Viticole ed enologiche (10)	Topografiche e pedologiche fisiche ed idrologiche (17)	Pedologiche chimiche (17)
<ul style="list-style-type: none"> ° Brix ° Brix/day Total titrable acidity Mean weight of cluster Berry weight Grape yield per plant Number of cluster per plant Colour intensity Total polyphenols Sensorial evaluation 	<ul style="list-style-type: none"> Elevation Slope gradient Aspect Stoniness Coarse fragments Rooting depth Sand Clay Internal drainage Available Water Capacity Wilting point Field capacity Runoff Bulk density COLE Structural stability 	<ul style="list-style-type: none"> pH (1:2.5 water) Organic carbon Total N C/N ratio Total lime Active lime Cation Exchange Capacity Exchangeable Ca Exchangeable K Exchangeable Na Exchangeable Mg Electrical conductivity Available Fe Available Mn Available Cu Available Zn

PCA delle variabili viticole e pedologiche in 69 vigneti sperimentali per 2-5 anni



Relazioni tra variabili pedologiche e viticole (R² per P<0,05)

	° Brix	° Brix/ day	Yield per plant	Acidity	Cluster weight	Berry weight
Pietrosità	0.32	0.48	-0.30	-0.32	-0.28	0.08
Profondità	-0.27	-0.28	0.37	0.26	0.19	0.22
Scheletro	0.17	0.45	-0.21	-0.23	-0.27	0.12
AWC	-0.11	-0.23	0.32	0.04	0.24	0.04
Argilla	-0.12	-0.19	0.06	0.10	0.00	-0.33
Sabbia	0.09	0.15	-0.06	-0.01	-0.09	0.29
Drenaggio	0.02	-0.03	0.14	-0.09	0.01	-0.24



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS

Spazializzazione pedologica

1425 soil observations (profiles and augerings)

Polygons of regional land units (1:100,000)

DEM 20x20 m (with derivatives as TWI)

**BEST INTERPOLATION
MODEL BASED ON
THE LOWEST MEAN
ERROR AFTER CROSS-
VALIDATION**

Simple kriging with
varying local means
(SKLM)

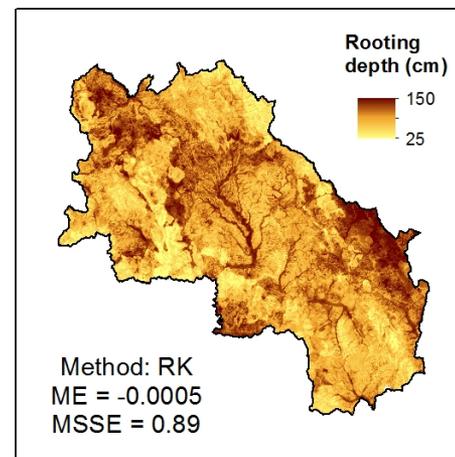
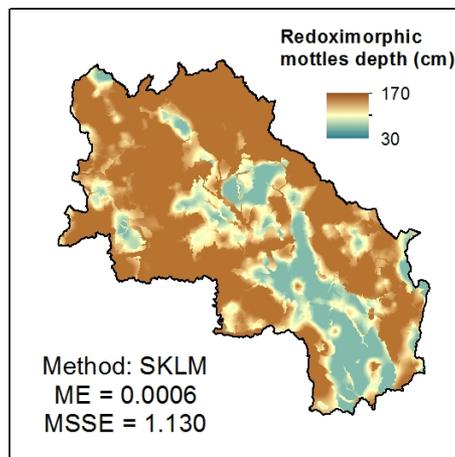
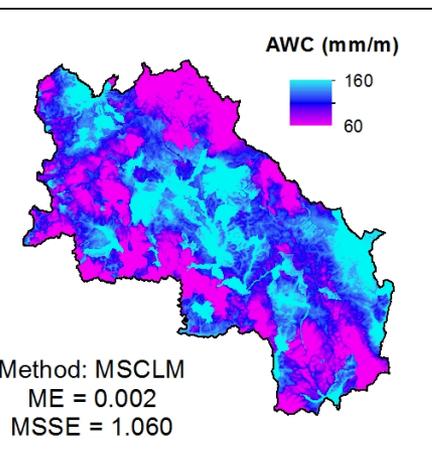
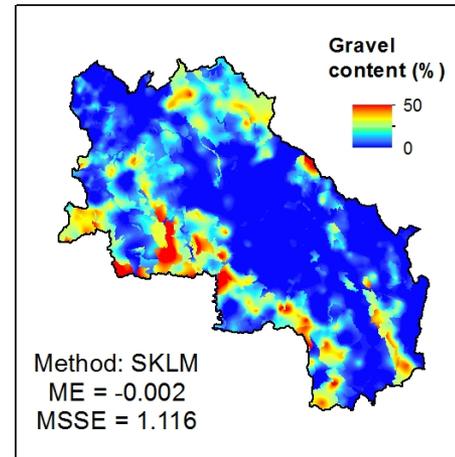
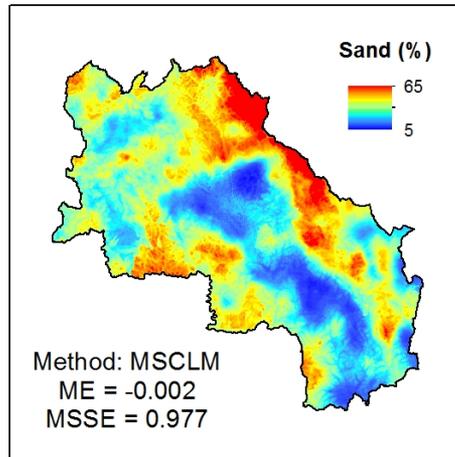
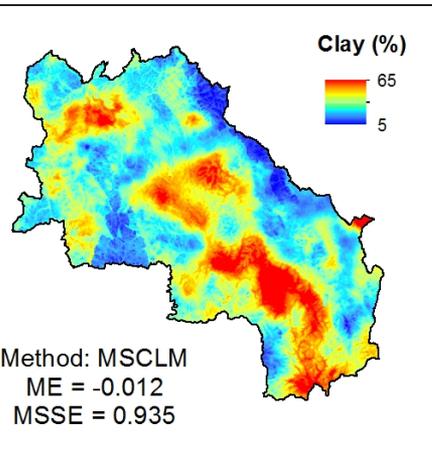
Using the mean value of
land units polygons as
secondary variable

Regression Kriging (RK)

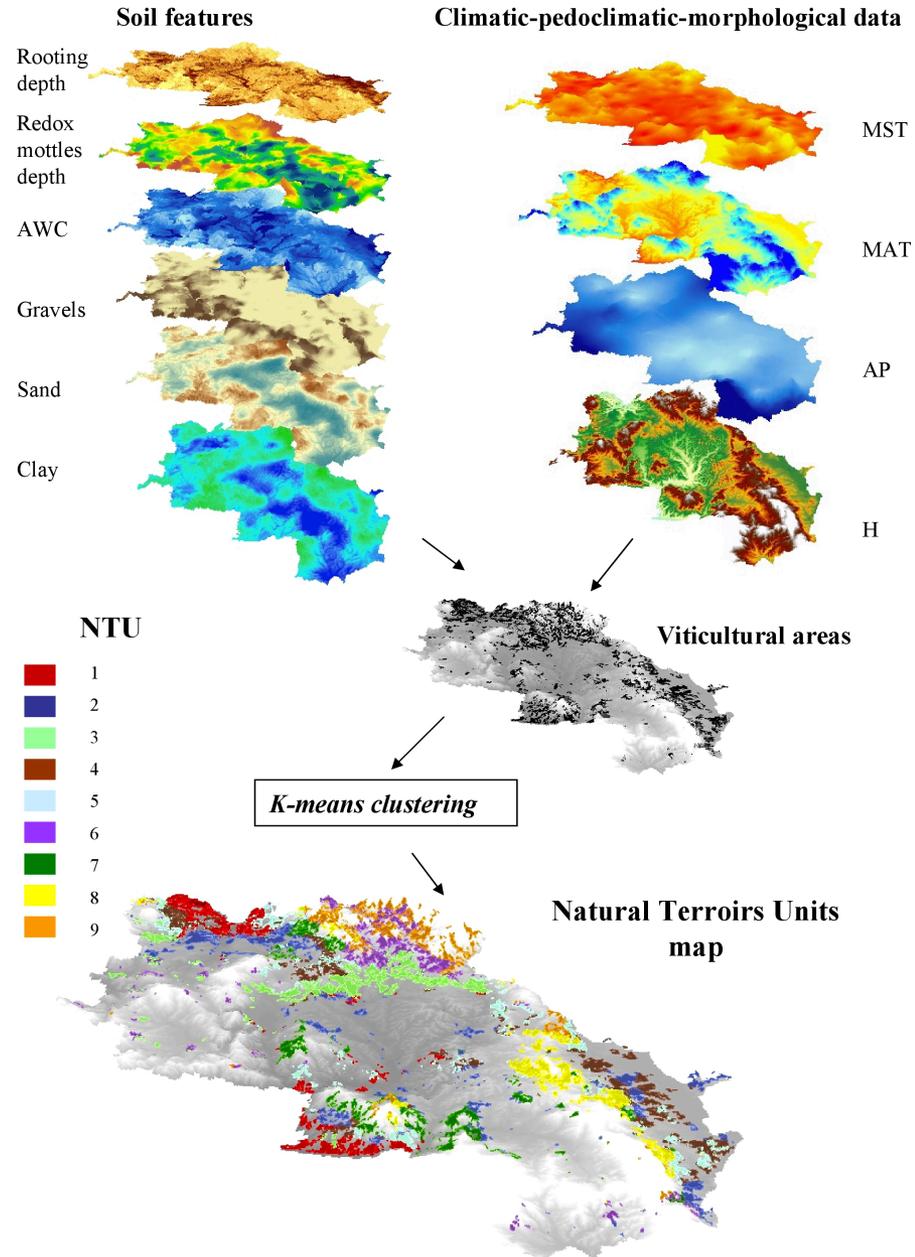
Using TWI as predictive
variable

Multicollocated simple
cokriging with varying
local means (MSCLM)

Using both TWI and mean
values of land units

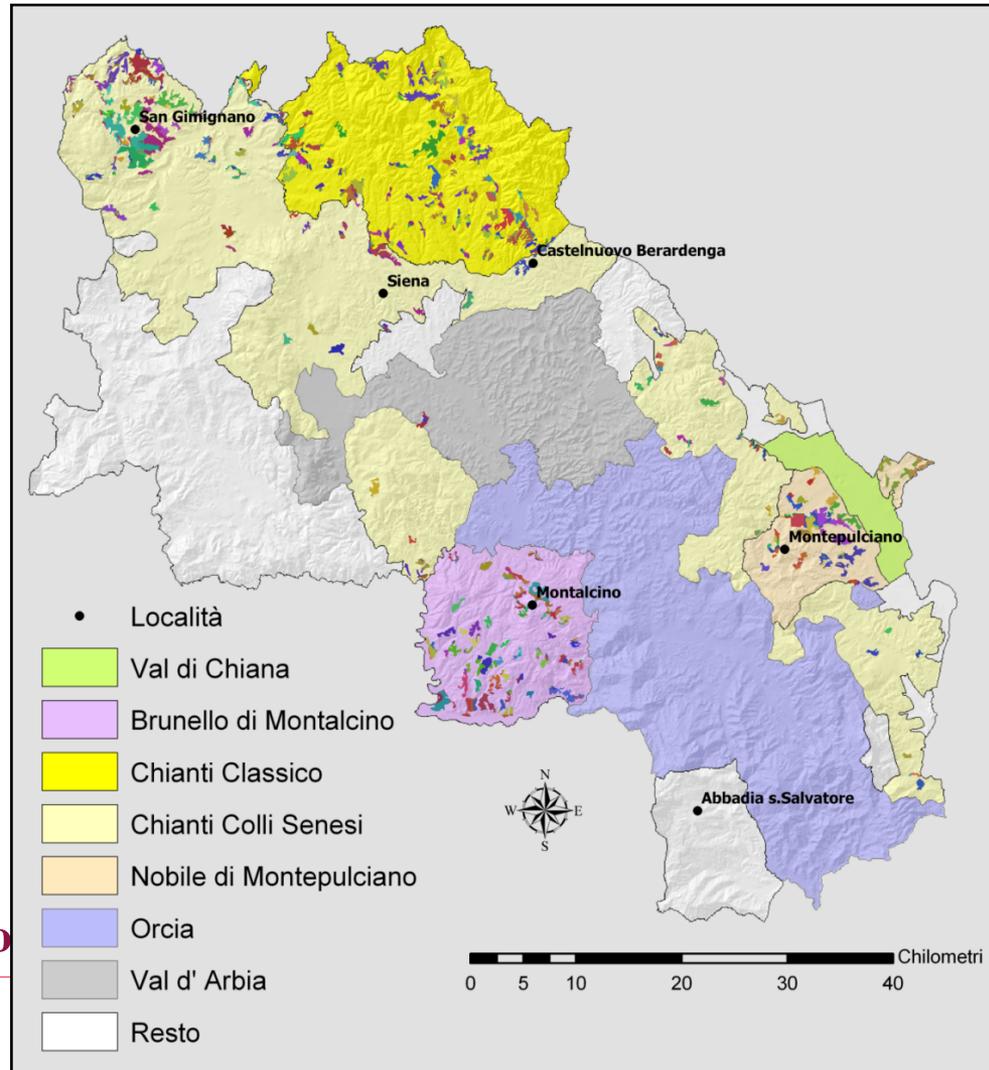


Clustering e mappatura



I 363 terroirs di Siena.

Media 46 ha, range 2-474 ha



L'effetto della scala e della variabilità locale

Variando la scala e la geologia, cambiano le variabili significative!

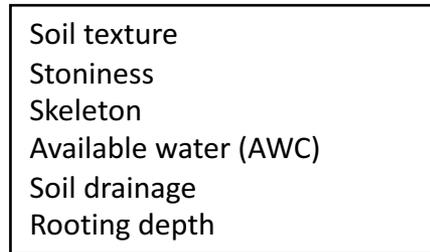
Invariant variables



Province zoning

(Siena province)

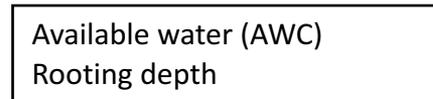
Scala 1:100,000



Wine district zoning

(Montepulciano, Siena)

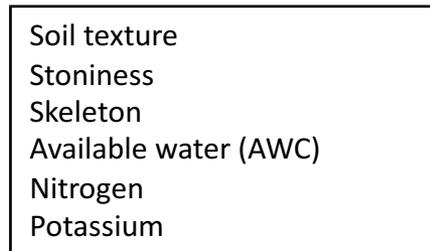
Scala 1: 25,000



Farm zoning

(Barone Ricasoli, Siena province)

Scala 1: 10,000



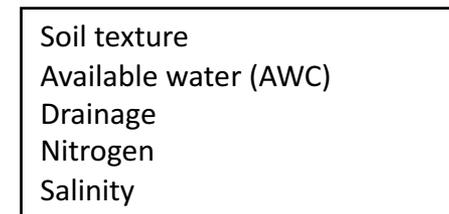
fondazione banj

SANGUIS JOVI

Farm zoning

(Cetona, Siena province)

Scala 1: 10,000



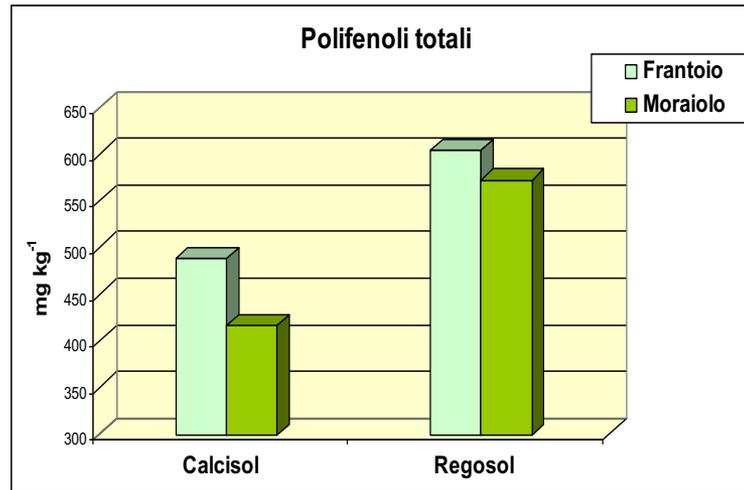
Conclusioni

- Tramite meccanismi biochimici, le caratteristiche del suolo determinano la risposta fenologica della vite
- Principali caratteri del suolo funzionali per il Sangiovese:
 - Pietrosità e scheletro
 - Volume esplorabile dalle radici (profondità)
 - Tessitura
 - Ritenuta idrica (AWC)
 - Struttura
 - Drenaggio e aereazione
 - Salinità
 - Nutrienti (azoto e potassio disponibili)
 - Carbonati
 - Attività biologica
- Importanza della scala geografica e della variabilità geologica del territorio
- I caratteri funzionali dei migliori terroir sono preziosi e unici. Sono un patrimonio culturale che andrebbe salvaguardato e protetto

Non solo vite.....

AWC 74 mm

AWC 111 mm



JOURNAL OF
AGRICULTURAL AND
FOOD CHEMISTRY

ARTICLE

pubs.acs.org/JAFC



Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®

Geoderma 131 (2006) 388–403

GEODERMA

www.elsevier.com/locate/geoderma

Soil Water Availability in Rainfed Cultivation Affects More than Cultivar Some Nutraceutical Components and the Sensory Profile of Virgin Olive Oil

Pierluigi Bucelli,^{*,†} Edoardo A. C. Costantini,[†] Roberto Barbetti,[†] and Elena Franchini[§]

[†]Agricultural Research Council, Research Centre for Agrobiological and Pedology, Piazza M. D'Azeglio 30, 50121 Firenze, Italy

[§]National Research Council, Trees and Timber Institute, Via Madonna del Piano 10, 50019 Sesto Fiorentino (FI), Italy

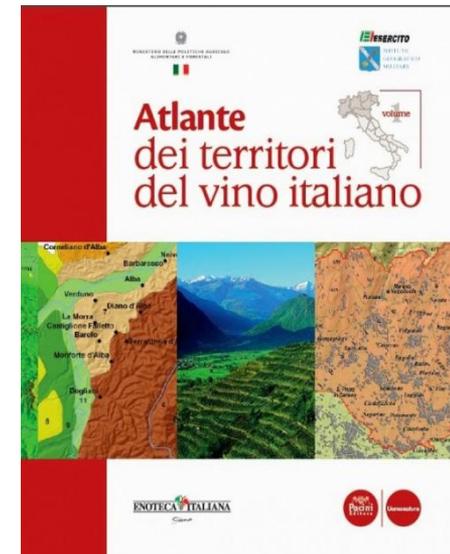
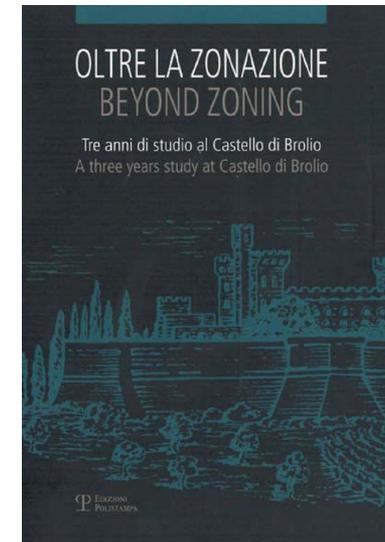
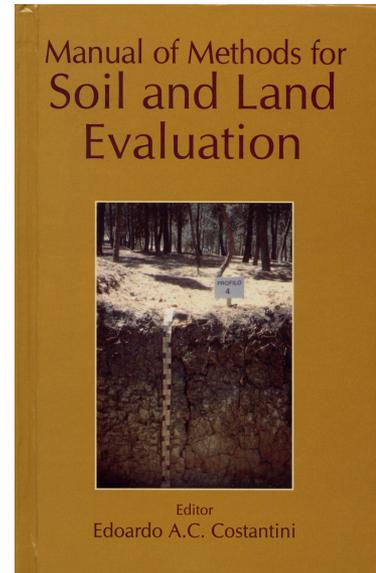
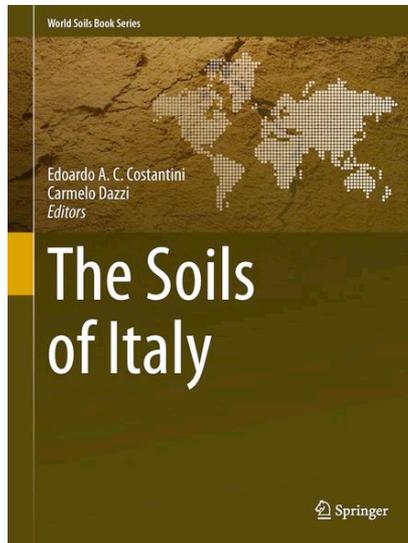
Micromorphological characterization and monitoring of internal drainage in soils of vineyards and olive groves in central Italy

Edoardo A.C. Costantini^{*}, Sergio Pellegrini, Nadia Vignozzi, Roberto Barbetti

Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, Firenze, Italy

Available online 13 June 2005

Altre informazioni su www.soilmaps.it



Grazie per l'attenzione

<http://www.resolve-organic.eu/>

<https://scholar.google.it> e.a.c. costantini



fondazione banfi

SANGUIS JOVIS
ALTA SCUOLA DEL SANGIOVESE

fondazionebanfi.it