

A cura di Stefano FURLANI, a.a. 2022-2023

CARTOGRAFIA GEOMORFOLOGICA

Programma

OBIETTIVI DELLA LEZIONE

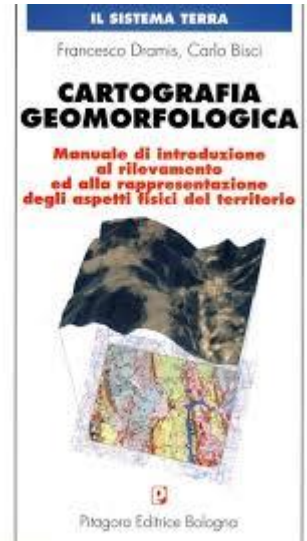
PROGRAMMA DELLA LEZIONE

- × Criteri di classificazione delle forme
- × Scale di rappresentazione, tipi di carte geomorfologiche
- × Legende geomorfologiche
- × Il rilevamento geomorfologico, il rilevamento del substrato, il rilevamento delle forme, rilevamento dei depositi superficiali
- × Classificazione territoriale (Land system mapping)
- × Software per la cartografia geomorfologica, GIS
- × Esempi di legenda geomorfologica
- × Esempi di carte geomorfologiche

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- × Dramis & Bisci (1998) – Cartografia geomorfologica. Pitagora editrice Bologna



- × Cooke & Doornkamp (1997) – Geomorphology in Environmental management



Forme e depositi

CRITERI DI CLASSIFICAZIONE

-
- × Agente morfogenetico: fenomeno che, attraverso l'attivazione di meccanismi particolari denominati processi morfogenetici, sono in grado di generare o modificare le forme del paesaggio
 - × La capacità di indurre processi morfogenetici dipende da un insieme di condizioni statiche e dinamiche chiamate fattori morfogenetici (esogeni ed endogeni)

CRITERI CLASSIFICATIVI

- × Criteri su base morfogenetica
- × Criteri su base morfometrica
- × Criteri su base morfodinamica
- × Criteri su base morfocronologica

CRITERI MORFOGENETICI

- ✘ In primo luogo vengono distinte le forme endogene (tettoniche, vulcaniche e sismiche) dalle forme esogene (erosione, accumulo, biogeniche ed antropiche, crateri d'impatto)
- ✘ Le forme esogene, ed i depositi connessi, sono ulteriormente divise in classi (acque correnti, masse glaciali, acque di fusione, periglaciali, eoliche, moto ondoso, carsismo, antropiche, gravitative)
- ✘ Forme strutturali (da degradazione ed erosione selettiva in funzione del substrato), no forme endogene

CRITERI MORFOMETRICI

- × Prendono in considerazione le dimensioni (a cui sono associati condizioni genetiche e tempi di permanenza diversi)
- × Classificazioni di forma (bacini, reticoli idrografici, versanti, doline, frane, ecc)
- × Molto usate nello studio dei reticoli idrografici (gerarchizzazione delle aste fluviali), nella geomorfologia fluviale e nell'ingegneria idraulica
- × Molto utilizzati strumenti GIS di geostatistica



	Parameters	Definition
Linear aspects	Perimeter (P) (km)	
	Basin length (Lb) (km)	
	Stream order(Nu)	Strahler (1957)
	Stream length(Lu) (km)	Horton (1945)
	Bifurcation ratio(Rb)	$Rb = Nu/N(u+1)$, Horton (1945)
	Stream lengthratio (RI)	$RI = Lu/L(u-1)$, Horton (1945)
Areal aspects	Rho coefficient(R)	$R = RI/Rb$, Horton (1945)
	Area (A) (km ²)	
	Drainage density(Dd) (km km ⁻²)	$Dd = \sum L_t/A$, Horton (1945)
	Stream frequency(Fs) (km ⁻²)	$F_s = N_t/A$, Horton (1945)
	Drainage texture(T) (km km ⁻⁴)	$T = Dd \times F_s$, Smith (1950)
	Length of overland flow(Lg) (km)	$Lg = 1/2Dd$, Horton (1945)
	Constant of Channel maintenance(C) (km)	$C = 1/Dd$, Schumm(1956)
	Form factor (Ff)	$Ff = A/Lb^2$, Horton (1945)
	Circularity ratio (Rc)	$Rc = 4\pi A/P^2$, Miller (1953)
	Elongation ratio (Re)	$Re = 1.128\sqrt{A/Lb}$, Schumm(1956)
Relief aspects	Basin relief (r) (km)	$R = H-h$, Schumm (1956)
	Relief ratio (Rr)	$Rr = R/Lb$, Schumm (1956)
	Ruggedness number (Rn)	$Rn = R \cdot Dd$, Strahler (1958)
	Gradient ratio (Rg)	$Rg = Es-Em/Lb$, Sreedevi et al. (2004)
	Melton ruggedness ratio (MRn)	$MRn = H-h/A^{0.5}$, Melton (1965)

1.3	MEAN BIFURCATION RATIO	R_{0n}	$R_{0n} =$ AVERAGE OF BIFURCATION RATIO OF ALL ORDERS	STRAHLER AN AND CHOW VT (1964)
1.4	STREAM LENGTH	L_{0i}	LENGTH OF STREAM (KILOMETERS)	HORTON RE (1945)
1.5	MEAN STREAM LENGTH	LSM	$LSM = L_{0i}/N_{0i}$ WHERE, L_{0i} = TOTAL STREAM LENGTH OF ORDER 'M' N_{0i} = TOTAL NO. OF STREAM SEGMENTS OF ORDER 'M'	STRAHLER AN AND CHOW VT (1964)
1.6	STREAM LENGTH RATIO	R_L	$R_L = LSM / LSM - 1$ WHERE, LSM = MEAN STREAM LENGTH OF A GIVEN ORDER AND $LSM - 1$ = MEAN STREAM LENGTH OF NEXT LOWER ORDER	HORTON RE (1945)
1.7	LENGTH OF OVERLAND FLOW	L_G	$L_G = 1/2D_KM$ WHERE, D = DRAINAGE DENSITY (KM/KM ²)	HORTON RE (1945)
1.8	BASIN PERIMETER	P	P = OUTER BOUNDARY OF DRAINAGE BASIN MEASURED IN KILOMETERS.	SCHUMM SA (1956)
1.9	BASIN LENGTH	L_{0i}	$L_{0i} = 1.312 \times A^{0.568}$	SCHUMM SA (1956)
2	AREAL ASPECTS			
2.1	BASIN AREA	A	AREA FROM WHICH WATER DRAINS TO A COMMON STREAM AND BOUNDARY DETERMINED BY OPPOSITE RIDGES.	STRAHLER AN AND CHOW VT (1964)
2.2	DRAINAGE DENSITY	D_D	$D_D = L_{0i}/A$ WHERE, D_D = DRAINAGE DENSITY (KM/KM ²) L_{0i} = TOTAL STREAM LENGTH OF ALL ORDERS AND A = AREA OF THE BASIN (KM ²).	SINGH S AND SINGH MC (1997)
2.3	DRAINAGE FREQUENCY	F_s	$F_s = N_{0i}/A$ WHERE, F_s = DRAINAGE FREQUENCY. N_{0i} = TOTAL NO. OF STREAMS OF ALL ORDERS AND A = AREA OF THE BASIN (KM ²).	SINGH S AND SINGH MC (1997)
2.4	INFILTRATION NUMBER	I_f	$I_f = D_D \times F_s$ WHERE, D_D = DRAINAGE DENSITY (KM/KM ²) AND F_s = DRAINAGE FREQUENCY.	ZAVOIANE I (1985)
2.5	DRAINAGE TEXTURE	D_T	$D_T = N_{0i}/P$ WHERE, N_{0i} = NO. OF STREAMS IN A GIVEN ORDER AND P = PERIMETER (KMS)	HORTON RE (1945) AND PARETA K AND PARETA U (2011)
2.6	FORM FACTOR RATIO	R_{ff}	$R_{ff} = A/L_{0i}^2$ WHERE, A = AREA OF THE BASIN AND L_{0i} = (MAXIMUM) BASIN LENGTH	SINGH S AND SINGH MC (1997)
2.7	ELONGATION RATIO	R_{el}	$Re = \sqrt{A}/l_{0i}/L_{0i}$ WHERE, A = AREA OF THE BASIN (KM ²) L_{0i} = (MAXIMUM) BASIN LENGTH (KM)	SCHUMM SA (1956)
2.8	CIRCULARITY RATIO	R_c	$R_c = 4\pi A/P^2$ WHERE, A = BASIN AREA (KM ²) AND P= PERIMETER OF THE BASIN (KM)	SARMA ET AL. (2013)
3	RELIEF ASPECTS			
3.1	BASIN RELIEF	H	$H = Z - z$ WHERE, Z = MAXIMUM ELEVATION OF THE BASIN (M) AND Z = MINIMUM ELEVATION OF THE BASIN (M)	RUDRALAH ET AL. (2008)
3.2	RELIEF RATIO	R_R	$R_R = H/L_{0i}$ WHERE, H = BASIN RELIEF (M) AND L_{0i} = BASIN LENGTH (M)	SCHUMM SA (1956)
3.3	DISSECTION INDEX	D_i	$D_i = H/R_{0i}$ WHERE, H = BASIN RELIEF (M) AND R_{0i} = ABSOLUTE RELIEF (M)	MAGESH ET AL. (2012)

Linear parameters	Morphometric Parameters	Formula/Definition	References
	Stream order (U)	Hierarchical order	Strahler, 1964
	Stream Length (L_U)	Length of the stream	Horton, 1945
	Mean stream length (L_{sm})	$L_{sm} = L_u / N_u$; Where, L_u = Mean stream length of a given order (km), N_u = Number of stream segment.	Horton, 1945
	Stream length ratio (R_L)	$R_L = L_u / L_{u-1}$ Where, L_u = Total stream length of order (u), L_{u-1} = The total stream length of its next lower order.	Horton, 1945
	Bifurcation Ratio (R_b)	$R_b = N_u / N_{u+1}$ Where, N_u = Number of stream segments present in the given order, N_{u+1} = Number of segments of the next higher order	Schumm, 1956
Relief parameters	Basin relief (B_h)	Vertical distance between the lowest and highest points of basin	Schumm, 1956
	Relief Ratio (R_h)	$R_h = B_h / L_b$ Where, B_h = Basin relief,	Schumm, 1956

Sl. No.	Parameters	Formula	Type of parameters
1	Area	A	Geometric
2	Perimeter	P	Geometric
3	Basin length	L_b	Geometric
4	Stream length	L	Stream
5	No of streams of order U	Nu	Stream
6	Bifurcation ratio (R_b)	$R_b = Nu/N_{(u+1)}$	Morphometric
7	Drainage density (D_d)	$D_d = L/A$	Morphometric
8	Stream frequency (Fs)	$F_s = \sum Nu/A$	Morphometric
9	Drainage texture (T)	$T = D_d \times F_s$	Morphometric
10	Form factor (R_f)	$R_f = A/(L_b)^2$	Morphometric(basin shape)
11	Circularity Ratio (R_c)	$R_c = 4\pi A/P^2$	Morphometric(basin shape)
12	Elongation ratio (R_e)	$R_e = (2/L_b) \sqrt{(A/\pi)}$	Morphometric (basin shape)

CRITERI MORFODINAMICI

- × Individuazione dello stato di attività di una forma o di un deposito rispetto ai processi morfogenetici che li hanno generati
- × Particolarmente utile in geomorfologia applicata e alla pianificazione territoriale, perché consente di avere un quadro dell'evoluzione futura dell'area, anche in termini di rischi, vulnerabilità, ecc.

-
- × Forme attive (forme e depositi che attualmente si evolvono grazie allo stesso agente che ha determinato l'origine)
 - × Forme inattive (forme e depositi prodotti da agenti oramai esauriti, o legati a processi che richiederebbero modificazioni sostanziali delle condizioni ambientali), anche da interventi antropici

FORME ATTIVE E INATTIVA



VELOCITÀ DI ALCUNI PROCESSI

Processo	Esempio	Velocità
Espansione del fondo oceanico	Rift della Dorsale medio-atlantica	20 mm/a
Estensione della crosta continentale	Rift del Rio Grande	12 mm/a
Trascorrenza lungo placche trasformi	Faglia di San Andreas, California	50-60 mm/a
Sollevamento di fasce orogeniche	Pamir e Tiensian	80 mm/a
Sollevamento di margini continentali attivi	Golfo dell'Alaska	5-10 mm/a
Sollevamento epirogenico	Settore sud America meridionale	2 mm/a
Sollevamento in aree vulcaniche attive	Campi Flegrei	fino a 1000 mm/a
Sollevamento isostatico per fusione di coltri glaciali	Scandinavia, ultimi 10000 anni	fino a 20 mm/a
Subsidenza in aree di deposizione attiva	Delta del Mississippi (Cenozoico)	0.2 mm/a
Subsidenza in aree adiacenti antiche coltri glaciali	Inghilterra sud-orientale	2 mm/a
Subsidenza per perdita di acqua nei sedimenti	Città del Messico (dal 1940)	fino a 180 mm/a
Subsidenza per estrazione di petrolio	Long Beach, California (1940-1974)	fino a 260 mm/a
Erosione delle masse continentali	media	0.01 mm/a
Erosione delle regioni montuose	media	0.09-0.8 mm/a
Erosione delle aree pianeggianti	media	0.01-0.1 mm/a
Deposizione in bacini intracratonici		0.02 mm/a
Deposizione di <i>löss</i>	Cina	0.07 mm/a
Deposizione di torba	Palude di Okefenokee, Georgia	0.8 mm/a
Deposizione di alluvioni nelle piane di esondazione	Fiume Mississippi (ultimi 30000 anni)	1 mm/a
Deposizione in laghi glaciali	Weistriztal, Sudeti	60-100 mm/a
Deposizione di sedimenti deltizi	Delta del Mississippi (ultimi 26500 anni)	8 mm/a
Deposizione su margini continentali passivi		fino a 0.1 mm/a
Deposizione in bacini legati alla subduzione		fino a 1 mm/a
Deposizione in bacini di <i>pull apart</i>		fino a 1 mm/a
Formazione di calcare in barriere coralline		1-10 mm/a
Deposizione di salgemma per evaporazione		10-50 mm/a
Deposizione in conoidi sottomarini	Rio delle Amazzoni	fino a 1.7 mm/a
Deposizione sul declivio continentale	Dorsale esterna delle Piccole Antille	0.06-0.3 mm/a
Sedimentazione in mari profondi interni	Mar Nero	0.1 mm/a
Migraz. laterale della linea di riva in aree di depos. attiva	Delta del Mississippi	0.1-2 m/a
Migraz. laterale della linea di riva in aree tettonicam. attive	Liguria	18 m/a
Migraz. laterale della linea di riva in aree tettonicam. stabili	Coste atlantiche degli Stati Uniti	0.8 m/a
Innalzam. del livello marino per espans. delle dorsali oceaniche		0.01 mm/a
Innalzam. del livello marino per fusione dei ghiacci pleistocenici		10 mm/a
Sollevamento di domi salini affioranti		1-5 mm/a
Sollevamento di batoliti granitici		20 mm/a
Risalita di magma	Kilauea, Hawaii, 1959	25000000 mm/a
Accrescimento di strutture vulcaniche	Cono di ceneri del Paracutin	50000 mm/a
Erosione antropica	Miniera di rame di Bingham Canyon	0.08 km ³ /a
Ritiro delle coltri glaciali pleistoceniche	Scandinavia, 10000-9000 anni B.P.	120-400 m/a
Movimento dei ghiacciai alpini		fino a 7.5 m/a

FORME LEGATE AI PROCESSI DI VERSANTE

- ✘ Problematico parlare di esaurimento dell'agente morfogenetico prevalente, quindi vanno considerate anche altre condizioni (acclività, regime pluviometrico, ecc)

Tabella II.4.2.2. Classificazione della velocità di movimento di una frana.

<i>Velocità</i>	<i>Definizione</i>
3 m/secondo	rapidissima
0.3 m/minuto	molto rapida
1.5 m/giorno	rapida
1.5 m/mese	moderata
1.5 m/anno	lenta
6 m/secolo	molto lenta
	lentissima

ATTIVITÀ NEL TEMPO

- × Continua, con microscatti di intensità comparabile, in tempi brevi (degradazione meteorica, dissoluzione carsica, creep, ecc);
- × Intermittente, a scatti, con periodi di quiescenza in genere lunghi, con fasi di attività più breve (forme tettoniche, sismiche, vulcaniche, alcuni movimenti gravitativi, sedimentazione alluvionale);
- × Alternata, evoluzione disomogenea, evoluzione lenta alternata a maggiore velocità (fiumi, calanchi, colate, soliflussi), anche con processi diversi dalle fasi di inattività
- × Attivazione unica, tipica dei fenomeni catastrofici)

MODALITÀ DI ATTIVAZIONE O RIATTIVAZIONE

- × Attivazione improvvisa, crolli, scivolamenti, catture o deviazioni del letto del fiume, forme legate all'attività sismica, tettonica, vulcanica, antropica, ecc;
- × Attivazione graduale, dissoluzione carsica, ruscellamento diffuso, deflazione eolica, ecc;
- × Autoamplificazione, legato ad un progressivo incremento di intensità, come per ruscellamento, formazione di barcane, molti tipi di movimenti di massa.
- × Frequenza di riattivazione (per fenomeni con attività alternata)

MODALITÀ DI DISATTIVAZIONE

- × Disattivazione graduale, con progressivo rallentamento dell'attività, fino alla stasi definitiva (crioclastismo con il migliorare del clima, movimenti di massa alla diminuzione dell'acclività)
- × Disattivazione improvvisa, di solito per eventi esterni, ad esempio, arresto dell'erosione fluviale in laghi di sbarramento di frana, abbandono di meandro, stabilizzazione artificiale)

TEMPI DI RITORNO DEL PROCESSI DI RIATTIVAZIONE

- × Fenomeni ad attività continua
- × Fenomeni ad attività stagionale ($t < 1$ anno)
- × Fenomeni ad attività frequente ($1 < t < 10$ anni)
- × Fenomeni ad attività ricorrente a medio termine ($10 < t < 100$ anni)
- × Fenomeni ad attività ricorrente a lungo termine ($100 < t < 1000$ anni)
- × Fenomeni ad attività ricorrente a lunghissimo termine ($t > 1000$ anni)
- × Fenomeni ad attivazione unica

FORME O DEPOSITI INATTIVI

- × Forme (o depositi) relitti, che hanno cessato di evolversi (es. per esaurimento dell'agente morfogenetico principale), restando esposte all'azione di altri agenti esogeni;
- × Forme (o depositi) ereditati, ricoperte da depositi di origine differente che le hanno isolate dall'ambiente superficiale e dagli agenti morfogenetici operanti (legati a processi non più presenti)
- × Forme (o depositi) fossili, condizioni uguali alle precedenti, ma forme che possono essere modificate da agenti endogeni o fluidi nel sottosuolo. In seguito potranno essere riportate alla luce come forme fossili (riesumate).

CRITERI MORFOCRONOLOGICI

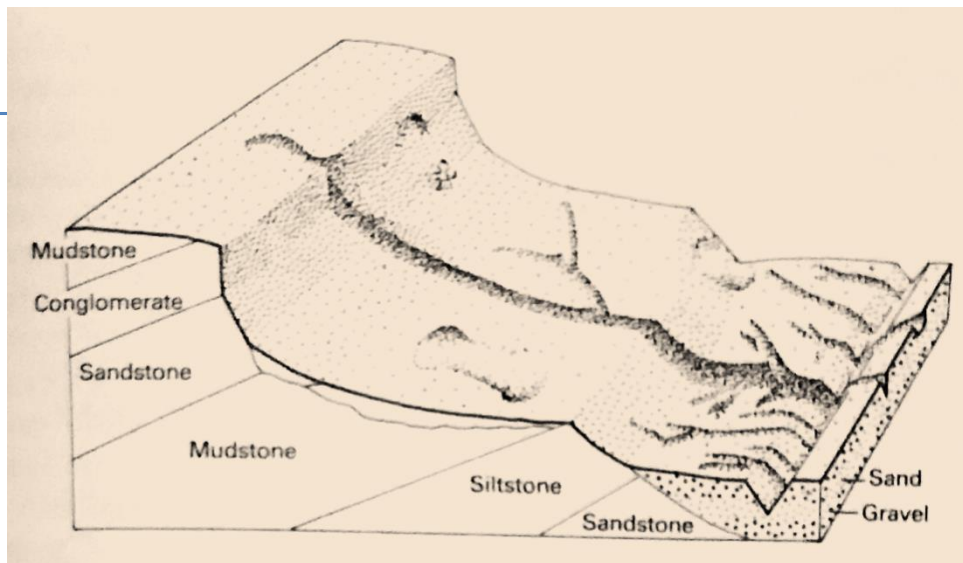
✘ Legato alla necessità di ricostruire l'evoluzione del rilievo nel tempo, anche in funzione previsionale. Di seguito, la tabella modificata da Panizza (1985):

- + Attuale (<200 anni);
- + Recente (200-4000 anni);
- + Olocene antico (4000-10000 anni);
- + Pleistocene superiore (125000-10000 anni)
- + Pleistocene medio (125000-750000 anni);
- + Pleistocene inf. (750 ka-1.8Ma);
- + Pre-Quaternario (>1.8 Ma);

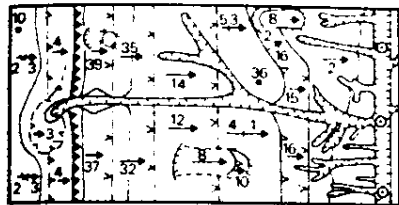
Oggi Pleistocene 2.58 Ma, si differenzia anche il Pleistocene sup (10.000-125.000 anni), ma ancora meglio con l'uso dei MIS (Maritime Isotope Stage)

CRITRI MORFOMETRICI

Scala spaziale	Dimensioni		Esempi di forme				Fattori principali		Durata (anni)
	Lineari (km)	Areali (km ²)	Endogene	Fluviali	Glaciali	Eoliche	Endogeni	Esogeni	
Micro	< 0.5	< 0.25	Piccole scarpate di faglia	Pozze e barre fluviali	Piccole creste moreniche	Increspature (<i>ripples</i>) di sabbia	Singoli terremoti ed eruzioni	Eventi meteorici, microclimi	10 ¹
Meso	0.5 - 10	0.25 - 10 ²	Piccoli vulcani	Meandri	Piccole valli glaciali	Dune	Sollevamento e vulcanismo locali	Climi locali variazioni a breve termine	10 ³
Macro	10 - 10 ³	10 ² - 10 ⁶	Aree fagliate a blocchi	Piane alluvionali maggiori	Aree modellate da ghiacciai a scudo	Mari di sabbia	Sollevamento e subsidenza regionali	Climi regionali, climi glaciali	10 ⁷
Mega	> 10 ³	> 10 ⁶	Principali catene montuose	Principali bacini idrografici	Aree modellate da calotte glaciali continentali	Grandi mari di sabbia	Serie a lungo termine di sollevamento e subsidenze	Principali zone climatiche, ere glaciali	> 10 ⁷



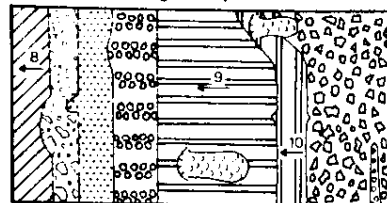
A Morphological Morphometric map



Morphological mapping symbols

- ∇ Convex break of slope
- ∩ Concave break of slope
- ∪ Convex change of slope
- ∩ Convex change of slope
- ↗ Slope direction and angle
- ∇∇∇ Cliff > 45°
- ∪∩ Convex and concave breaks of slope in close association
- Concave unit
- ↗ Convex unit
- Contours in metres
- Spot height
- ⊙ Depth of incision

B Morphochronological map



Bedrock succession

- ▨ Planation surface — mid-Tertiary
- ⊙ Conglomerate
- ▨ Sandstone
- ▨ Mudstone (highly weathered)
- ▨ Siltstone — late Pleistocene valley incision

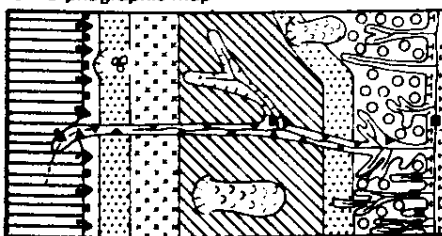
Unconsolidated sediments

- ▨ River terrace and infill — Devensian
- ▨ River sand (Recent)
- ⊙ Angular boulders — intermixed recent gravel & sand

Superficially disturbed

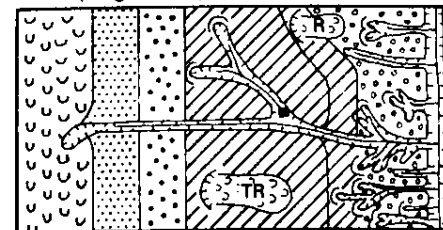
- ⊙ Landslips — active
- ← Dip

C Morphographic map



- ▨ Planation surface
- ∇ Cuesta scarp face
- ▨ Rock wall
- ▨ Scree-debris slope
- ▨ Pediment
- ▨ River terrace and valley infill
- ▨ Incised valley-side slope
- ⊙ Landslides
- ▨ Minor gully
- ⊙ Spring
- ↘ Waterfall
- Permanent stream

D. Morphogenetic/Dynamic map



Dominant Slope Forming Processes

- ∪∩ Soil creep and throughflow on planation surface
- ∇ Frost weathering and rock fall from scarp
- ∪ Talus creep on scree debris
- ∪∩ Landslips on highly weathered mudstone — Active R Rotational TR Translational
- ▨ Potential instability on river terrace gravels
- ∪ Wash on terrace
- ∪ Gully erosion
- ∪ Actively eroding gully heads

Scale, tipologie, legende

LA CARTOGRAFIA GEOMORFOLOGICA

SCALE E PROFILI

- × Scale variabili da 1:1000 a oltre 1:1000000
- × Possono essere corredate da profili geomorfologici, in cui si evidenziano le fasi di sviluppo (es. terrazzi alluvionali, marini, dislocazioni tettoniche, ecc), anche corredate dalla geologia del substrato.

TABLE 2.5 Critical thresholds of slope steepness for some practical purposes

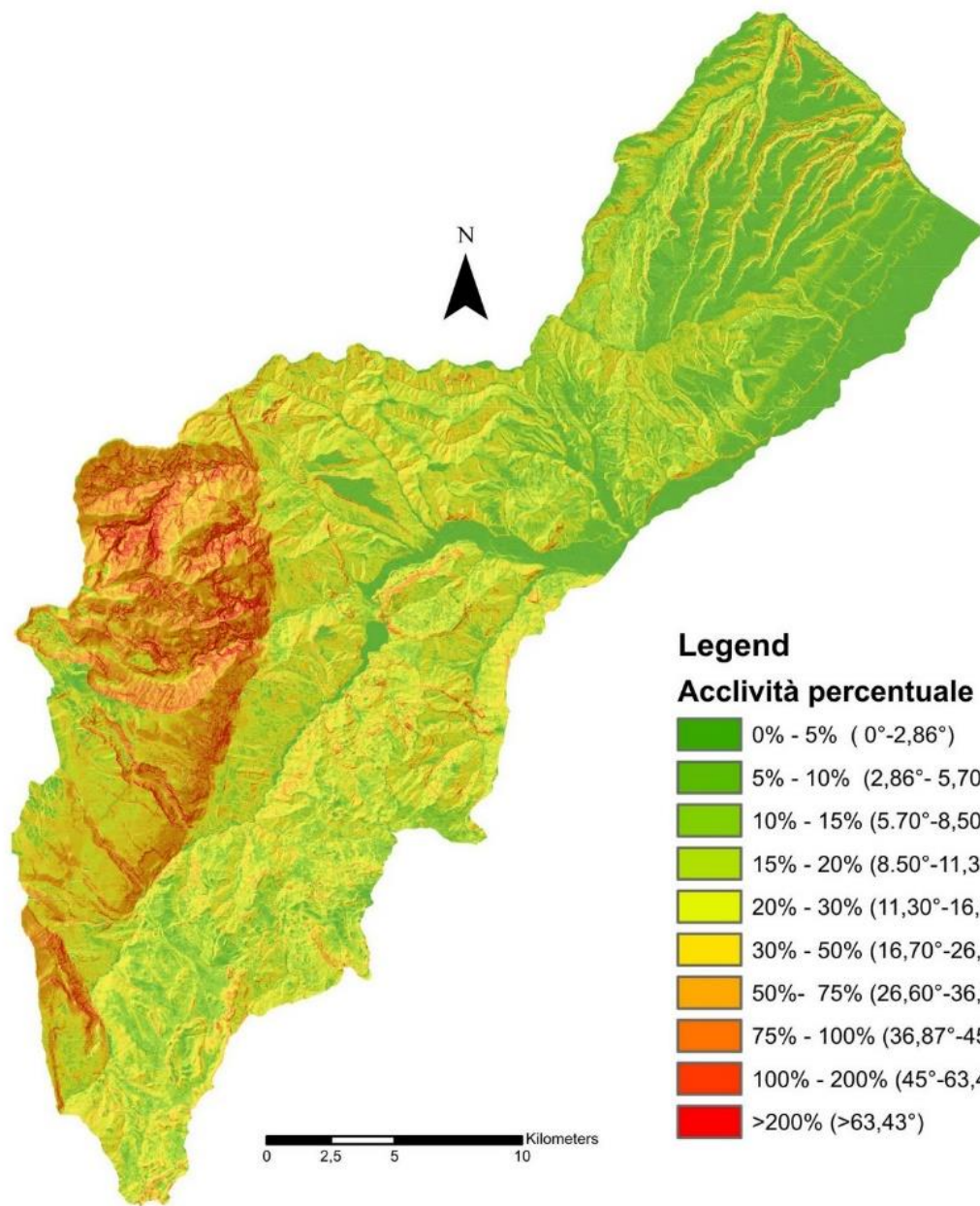
Slope threshold steepness (degrees)	Examples of uses limited by slope steepness ^a
1	International airport runways
1	Main-line rail transport
	Local aerodrome runways
	Free ploughing
2	Major roads
	Agricultural machinery for weeding and seeding
	Constructional (land development) problems begin
	Soil erosion may be initiated
3	Housing, roads
5	Railways
5	Heavy agricultural machinery
	Large-scale industrial site development
10	Site development
	Standard wheeled tractor

^a Unless specially adapted equipment is used and the site is treated with particular regard to its steepness.

Source: Modified from Crofts (1973).

TIPI DI CARTE E CARTE GEOMORFOLOGICHE

- × Carte di base (trasposizione grafica di osservazioni obiettive e sistematiche, es. da telerilevamento);
- × Carte derivate (ottenute da successive selezioni, generalizzazioni e rielaborazioni, con lo scopo di illustrare, ed effettuare zonazioni dei fenomeni geomorfologici)
- × Le geomorfologiche sono carte di base
- × Non vanno confuse con le carte tematiche , che prendono in esame singoli aspetti della geomorfologia (franosità, inondazioni, ecc)
- × Carte geoambientali (di sintesi, con informazioni geomorfologiche, geologiche, biologiche, ecc)



Legend

Acclività percentuale











	0% - 5% (0°-2,86°)
	5% - 10% (2,86° - 5,70°)
	10% - 15% (5,70°-8,50°)
	15% - 20% (8,50°-11,30°)
	20% - 30% (11,30°-16,70°)
	30% - 50% (16,70°-26,60°)
	50%- 75% (26,60°-36,87°)
	75% - 100% (36,87°-45°)
	100% - 200% (45°-63,43°)
	>200% (>63,43°)

Tabella I.3.4.2. Elenco delle carte aggiuntive più comunemente usate a corredo di carte geomorfologiche.

<i>Tipo</i>	<i>Carta</i>
Geomorfologico	Unità geomorfologiche Neotettonica
Orografico	Fasce altitudinali Acclività dei versanti Esposizione dei versanti Modello ad ombre
Geologico	Litologia del substrato Zonazione litotecnica Assetto strutturale
Pedologico	Suoli
Idrologico ed idrogeologico	Permeabilità dei terreni Livelli piezometrici Reticolo idrografico Bacini idrografici
Climatico	Temperature Precipitazioni Venti Indici climatici
Vegetazionale	Vegetazione naturale Vegetazione potenziale
Antropico	Urbanizzazione Uso del suolo Reti tecnologiche

LEGENDE GEOMORFOLOGICHE

- ✘ Varie legende (a carattere nazionale), differenti per contenuti, simbolismi alle diverse scale di lavoro;
- ✘ Molto complessa la sintesi dell'analisi di forme e processi in contesti diversi
- ✘ Stati di attività (attivo, quiescente, inattivo), indicate con sfumature di colore diverso
- ✘ Grafica della carta anche integrata con note, per non appesantire la lettura
- ✘ Geologia ridotta per favorire la lettura geomorfologica

RILEVAMENTO SUL TERRENO

TECNICHE DI RILEVAMENTO

- × Osservazione diretta sul terreno e telerilevamento (le indagini di campagna si riducono al diminuire della scala)
- × Le carte a grande scala sono quelle più utilizzate a livello professionale

RILEVAMENTO SUL TERRENO

- × Osservazione sistematica sul terreno, analisi ed interpretazione delle forme e dei depositi superficiali, con particolare riferimento a quelli non visibili da telerilevamento
- × Stato di attività dei processi (es. copertura vegetale, danni a strutture antropiche, erosione, ecc)
- × Anche interviste ai residenti, indagini storiche, ecc.

Activity

Pre-Mapping:

- Identify region of interest
- Identify purpose or goal of mapping
- Obtain remote sensing data
- Obtain geological and soils mapping information
- Design and create a GIS database
- Compose a field mapping protocol
- Map major morphological forms using remote sensing data
- Create draft map at a suitable scale for field mapping
- Prepare legend systems and symbols
- Obtain permission for access to the mapping region
- Conduct risk assessment for the planned activities
- Obtain weather forecast

During the field campaign:

- Conduct field mapping following the protocol, including walking the area
- Use hand-held GPS to mark tracks or waypoints
- Write notes and take photos, positioned using GPS
- Adhere to health and safety issues and/or update the risk assessment

Post-Mapping:

- Download and integrate GPS data with the existing GIS database
- Compare field and remote sensing mapping in order to validate remotely sensed observations
- Write up notes and integrate notes with photos
- Produce final geomorphological map in the GIS software
- Draw final map using analogue or digital cartographic symbols either using the GIS software, or graphic design software
- Write and present explanatory notes accompanying the map
- Publish the map

ELEMENTI DA CONSIDERARE (PANIZZA, 1988)

- × **Pericolosità ambientale**, probabilità che un certo fenomeno naturale o indotto più o meno direttamente dall'antropizzazione si verifichi in un certo territorio, in un certo intervallo di tempo;
- × **Pericolosità geomorfologica**, probabilità che un certo fenomeno di instabilità geomorfologica (legato a simili fenomeni precedenti) si verifichi in un certo territorio in un certo intervallo di tempo;
- × **Vulnerabilità territoriale**, l'insieme complesso della popolazione, delle costruzioni, delle infrastrutture, delle attività economiche, dell'organizzazione sociale e dei programmi di espansione di un certo territorio;
- × **Rischio ambientale**, probabilità che le conseguenze economiche e sociali di un certo fenomeno di pericolosità superino una determinata soglia

NOTE

- × Nelle note informazioni aggiuntive, magari su elementi che non era possibile inserire nella carta a causa della scala, informazioni su eventuali date, ecc
- × Eventualmente carte derivate, come stabilità dei versanti, zonazione sismica, ecc

COSA INSERIRE NELLA RELAZIONE GEOMORFOLOGICA?

- × Nella relazione geomorfologica viene descritto il paesaggio, vengono descritte le forme del rilievo, le dimensioni, e la loro dinamica considerando l'effetto della struttura, i processi esogeni ed endogeni, l'evoluzione del rilievo, la distribuzione spaziale delle forme e le associazioni delle forme:

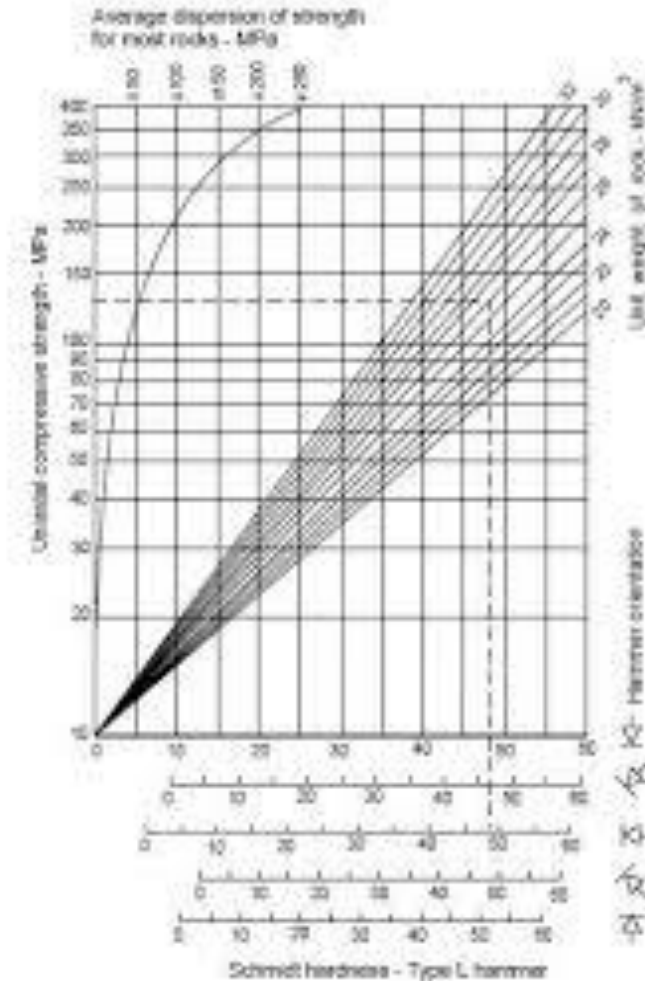
- × Di seguito i punti da analizzare:
 - + Il bacino idrografico e le aste fluviali;
 - + Le caratteristiche idrologiche;
 - + Le caratteristiche dei versanti;
 - + La presenza di forme particolari;
 - + I processi attivi, inattivi, quiescenti.

RILEVAMENTO DEL SUBSTRATO

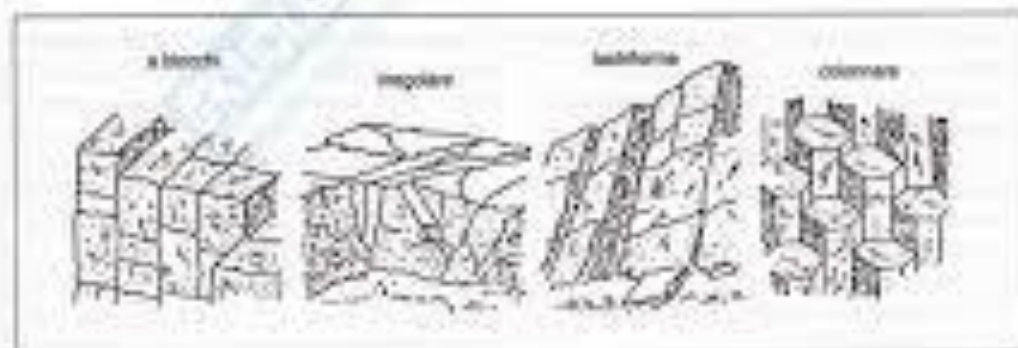
GEOLOGIA DEL SUBSTRATO

- × Rilevamento per ridefinire le formazioni affioranti in funzione della loro influenza sulla morfogenesi;
- × Il rilievo integra la base geologica disponibile

RELAZIONE TRA DUREZZA DI SCHMIDT E RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE (CANUTI ET AL., 1992)

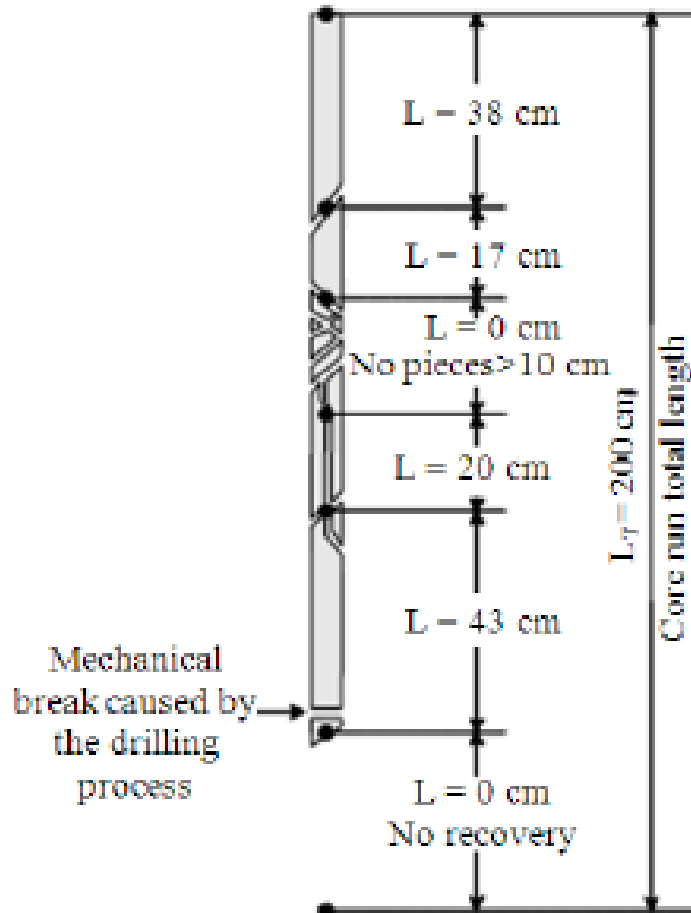


Tipologie di ammasso roccioso



- 1) **A blocchi**: due sistemi di discontinuità circa ortogonali equispaziati (ortotropia);
- 2) **Irregolare**: almeno tre sistemi di discontinuità non ortogonali;
- 3) **Tabulare**: due sistemi di discontinuità ortogonali uno dei quali molto più spaziosa dell'altro;
- 4) **Colonnare**: isolamento di colonne a sezione circa esagonale ovvero due sistemi di discontinuità ortogonali con spaziatura molto differenziata.

RQD



$$RQD = \frac{\sum \text{rock pieces} \geq 10 \text{ cm}}{\text{Core run total length}} \times 100 (\%)$$

$$RQD = \frac{38+17+0+20+43+0}{200} \times 100 (\%)$$

$$RQD = 59\% \text{ (FAIR)}$$

RQD (%)	Geotechnical quality
<25	Very poor
25-50	Poor
50-75	Fair
75-90	Good
90-100	Excellent

Table 2 Most important existing rock mass classification systems

Name of the system	Abbreviation	Authors	Application	Comments
Rock load	-	Terzaghi (1946)	Tunnels	The earliest reference to the use of rock mass classification for the design of tunnel support.
Stand-up time	-	Laufer (1985)	Tunnels	Related to the stand-up time of an unsupported tunnel excavation
Rock Quality Designation	RQD	Deere (1963)	General	Component factor of many classification systems.
Rock Structure Rating	RSR	Wickham et al. (1972)	Small tunnels	First rating system for rock masses.
Rock Tunneling Quality Index	Q	Barton et al. (1974)	Tunnels	They are the most commonly used classification systems for tunnels. A raw rating adjustment for discontinuity orientation
Rock Mass Rating	RMR	Bieniowski (1973, 1976, 1979 and 1989)	Tunnels and cuttings	For application in slopes was added in the 1979 version of the RMR system.
Mining Rock Mass Rating	MRMR	Laubscher (1997)	Mines	Based on RMR (1973).
Slope Mass Rating	SMR	Romana (1985), Romana et al. (2003)	Cuttings	Based on RMR (1979). The most commonly used classification system for slopes
Slope Rock Mass Rating	SRMR	Robertson (1988)	Cuttings	Based on RMR. The classification is provided for of weak altered rock mass materials from drill-hole cores.
Chinese Slope Mass Rating	CSMR	Chen (1995)	Cuttings	Adjustment factors have been applied to the SMR system for the discontinuity condition and slope height.
Geological Strength Index	GSI	Hoek et al. (1995)	General	Based on RMR (1976).

TABLE 6.10 Soil Classification for Organic Soil

Major divisions	Organic content	USCS symbol	Typical names	Distinguishing characteristics for visual identification	Typical range of laboratory test results
Organic matter	75 to 100% Organics (Either visible or inferred)	PT	Fibrous peat (woody, mats, etc.)	Light weight and spongy. Shrinks considerably on air drying. Much water squeezes from sample.	$w = 500$ to 1200% $\gamma_t = 9.4$ to 11 kN/m^3 (60 to 70 pcf) $G = 1.2$ to 1.8 $C_c/(1 + e_o) \geq 0.40$
		PT	Fine-grained peat (amorphous)	Light weight and spongy. Shrinks considerably on air drying. Much water squeezes from sample.	$w = 400$ to 800% PI = 200 to 500 $\gamma_t = 9.4$ to 11 kN/m^3 (60 to 70 pcf) $G = 1.2$ to 1.8 $C_c/(1 + e_o) \geq 0.35$
Highly organic soils	30 to 75% Organics (Either visible or inferred)	PT	Silty peat	Relatively light weight, spongy. Shrinks on air drying. Usually can readily squeeze water from sample.	$w = 250$ to 500% PI = 150 to 350 $\gamma_t = 10$ to 14 kN/m^3 (65 to 90 pcf) $G = 1.8$ to 2.3 $C_c/(1 + e_o) = 0.3$ to 0.4
		PT	Sandy peat	Sand fraction visible. Shrinks on air drying. Often a "gritty" texture. Usually can squeeze water from sample.	$w = 100$ to 400% PI = 50 to 150 $\gamma_t = 11$ to 16 kN/m^3 (70 to 100 pcf) $G = 1.8$ to 2.4 $C_c/(1 + e_o) = 0.2$ to 0.3
Organic soils	5 to 30% organics (Either visible or inferred)	OH	Clayey organic Silt	Often has strong hydrogen sulfide (H_2S) odor. Medium dry strength and slow dilatency.	$w = 65$ to 200% PI = 50 to 150 $\gamma_t = 11$ to 16 kN/m^3 (70 to 100 pcf) $G = 2.3$ to 2.6 $C_c/(1 + e_o) = 0.2$ to 0.35
		OL	Organic sand or Silt	Threads weak and friable near plastic limit, or will not roll at all. Low dry strength, medium to high dilatency.	$w = 30$ to 125% PI = NP to 40 $\gamma_t = 14$ to 17 kN/m^3 (90 to 110 pcf) $G = 2.4$ to 2.6 $C_c/(1 + e_o) = 0.1$ to 0.25
Slightly organic soils	Less than 5% organics	Use Table 6.8	Soil with slight organic fraction	Depends on the characteristics of the inorganic fraction.	Depends on the characteristics of the inorganic fraction.

Source: NAVFAC DM-7.1, 1982, based on unpublished work by Ayers and Plum.

Notes: w = in-situ water content, PI = plasticity index, NP = nonplastic, γ_t = total unit weight, G = specific gravity (soil minerals plus organic matter), C_c = compression index, e_o = initial void ratio, and $C_c/(1 + e_o)$ = modified compression index.

RILEVAMENTO DELLE FORME



RILEVAMENTO DELLE FORME SUL TERRENO

- × Rilevamento delle forme che interrompono la regolarità dei versanti e delle scarpate, ripiani, in generale forme singolari
- × Rilevamento a partire dal generale verso il particolare
- × Misure delle forme (con strumenti come distanziometri laser, altimetri, fotogrammetria, terrestre, ecc)
- × Distinzione sulla carta dei limiti certi ed ipotetici delle forme
- × Documentazione fotografica



Sauris di Sotto



Image © 2021 European Space Imaging
Image © 2021 Maxar Technologies
Image © 2021 CNES / Airbus

Google Earth

Lat 46.493551° Lon 12.549598° elev 1350 m alt 31.72 km

ESEMPI

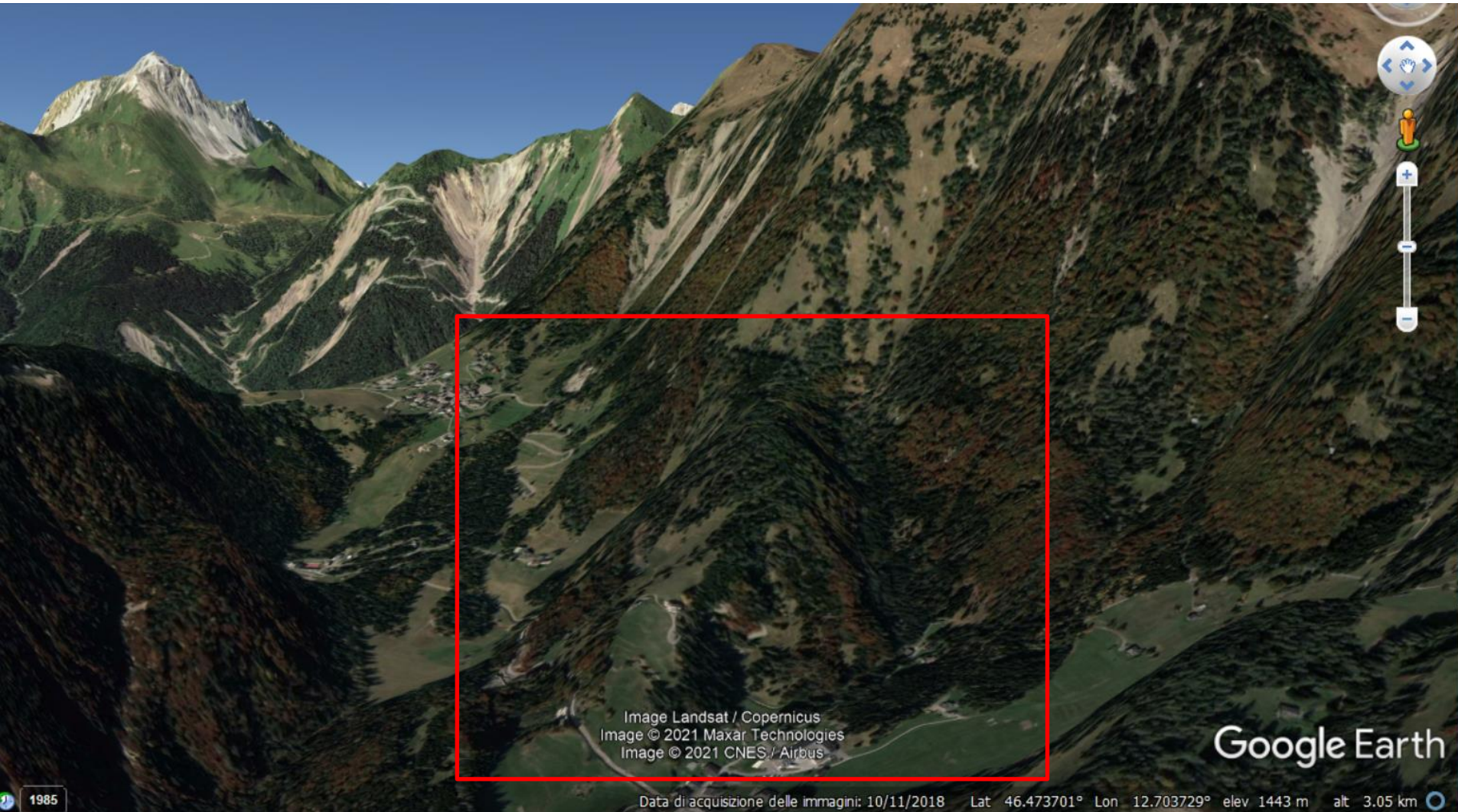


Image Landsat / Copernicus
Image © 2021 Maxar Technologies
Image © 2021 CNES / Airbus

Google Earth

1985

Data di acquisizione delle immagini: 10/11/2018 Lat 46.473701° Lon 12.703729° elev 1443 m alt 3.05 km

STATO DI ATTIVITÀ

- × Non è sempre semplice determinare sul terreno lo stato di attività di una forma, perché in particolare per ciò che riguarda le forme ad attività intermittente, con ricorrenze a medio-lungo termine, non permettono di quantificare con sicurezza tempi di ritorno.

STATO DI ATTIVITÀ

- × Percezione, registrazione e ricostruzione dello stato di attività
- × Osservazioni dirette e testimonianze
- × Descrizione dello stato di attività
- × Misurazione sul terreno dell'intensità e velocità dei processi

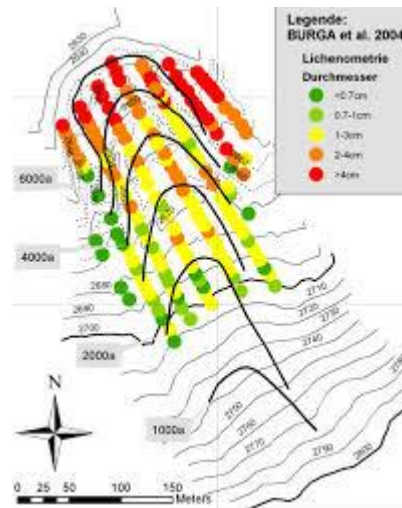
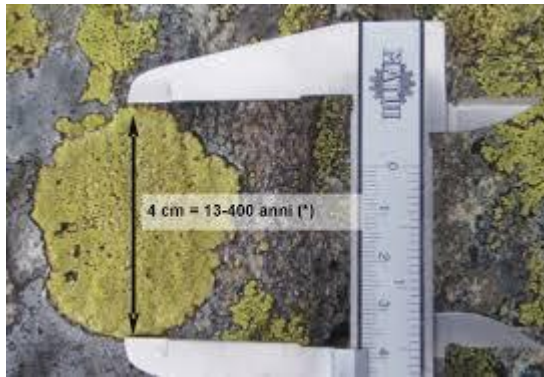
DETERMINAZIONI MORFOCRONOLOGICHE

- × Solitamente l'inquadramento morfologico delle forme si basa sui depositi superficiali associati.
- × Comunque, i dati cronologici ottenibili da un deposito non sono direttamente riferibili alla forma, in quanto quest'ultima può essere anche molto più antica
- × Solitamente si parla di upper limit (o lower limit), o *ante quem*, o *post quem*.

-
- × Le forme devono comunque essere inquadrare all'interno di morfosequenze sulla base di considerazioni sui reciproci rapporti spaziali.
 - × Informazioni da inclinazione, presenza di scarpate, gradini, depositi vulcanici, ecc.
 - × Valutazioni quantitative su grado di alterazione (es. Martello di Schmidt)

DATAZIONI ASSOLUTE

- ✘ Principali metodi sono rappresentati dalla lichenometria e dalla dendrocronologia, indagini storiche



RILEVAMENTO DEI DEPOSITI SUPERFICIALI

METODI DI INDAGINE

- × Analisi sistematica dei depositi superficiali e delle loro caratteristiche sedimentologiche e stratigrafiche in rapporto alla genesi ed all'evoluzione delle forme di rilievo
- × Vanno rilevati tutti i depositi, ricercandoli nelle zone più favorevoli (terrazzi alluvionali, fondi valle, piedi di versante, depressioni tettoniche, ripiani orografici, ecc).
- × Vanno ricercati anche in profondità (trincee e sondaggi)
- × Campo di studio della Geologia del QUATERNARIO

CORPO SEDIMENTARIO

GEOMETRIA TRIDIMENSIONALE

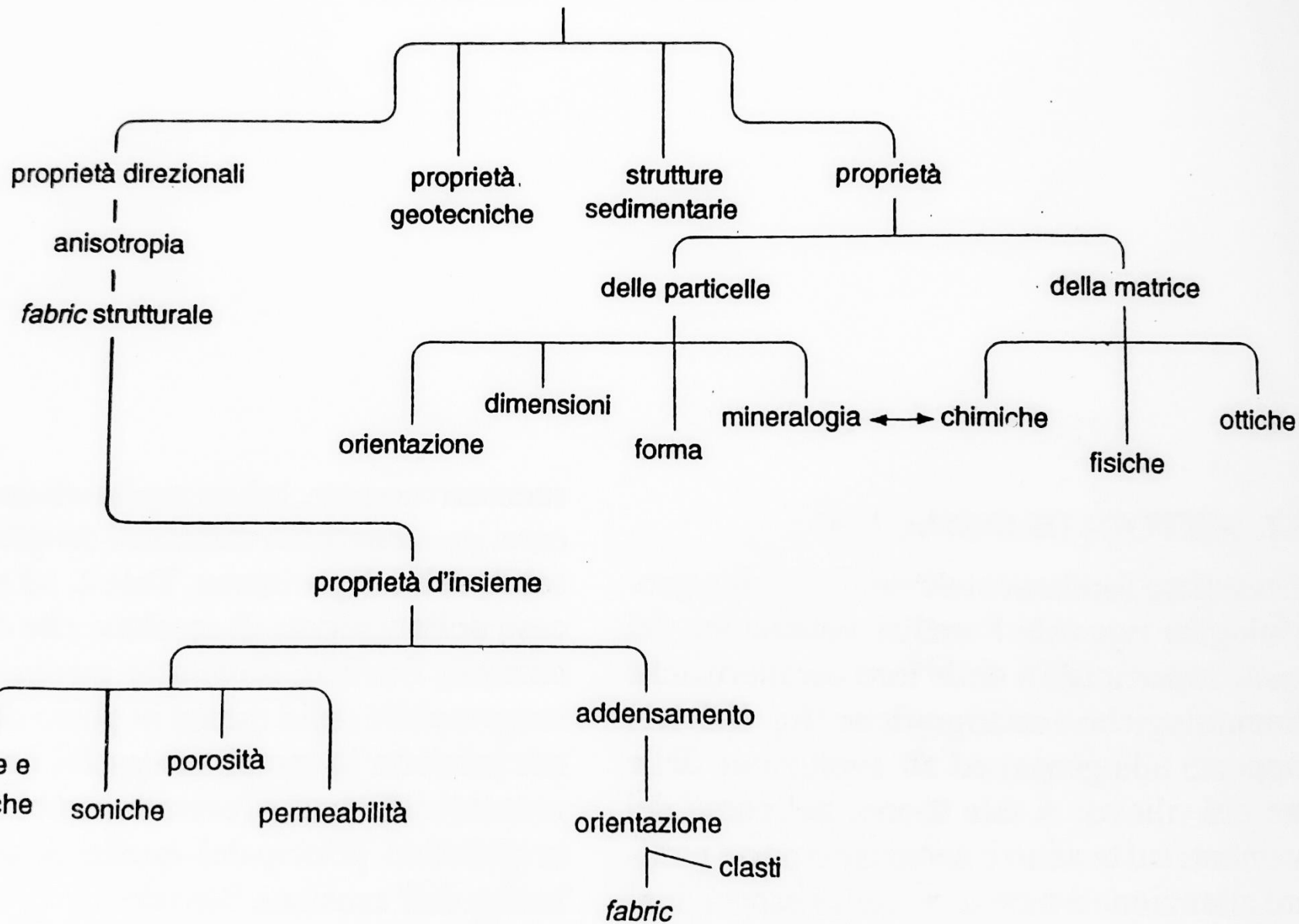
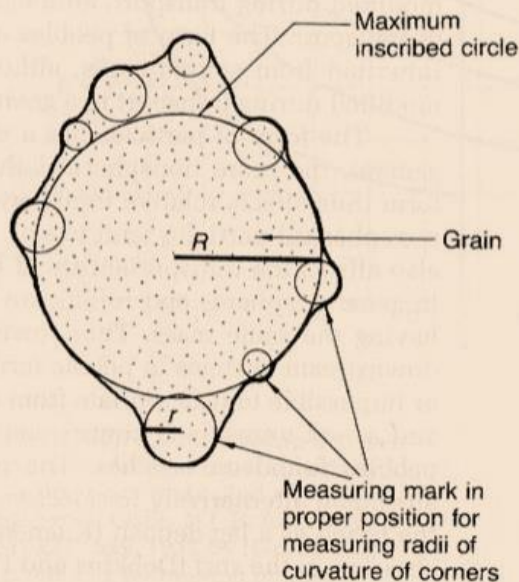


Tabella II.5.3.1. Elenco dei dati che dovrebbero essere raccolti nel corso del rilevamento (basato su PASQUARÈ *et al.*, 1991).

- natura (erosionale o deposizionale) delle superfici limitanti le unità;
- estensione delle superfici limitanti le unità;
- persistenza delle superfici limitanti le unità;
- morfologia delle superfici limitanti le unità;
- condizioni di affioramento delle unità sulle quali sono modellate le superfici di delimitazione;
- alteriti e suoli presenti in corrispondenza delle superfici limitanti le unità;
- litologia del corpo sedimentario delimitato;
- variazioni laterali di facies del corpo sedimentario delimitato;
- granulometrie;
- tessiture;
- strutture sedimentarie;
- petrografia dei clasti;
- mineralogia dei granuli;
- geometria delle unità;
- potenze (massima, minima, reale o conservata);
- distribuzione degli affioramenti principali;
- elementi indiretti di riferimento cronologico (rapporti geometrici con le altre unità);
- rapporti con le unità sottostanti e sovrastanti;
- descrizione delle coperture (depositi sottili più superficiali di età recente o attuale).

SFERICITÀ E ARROTONDAMENTO

Arrotondamento: caratteristica morfologica relativa al grado di smussamento degli spigoli di una particella clastica



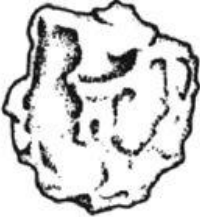




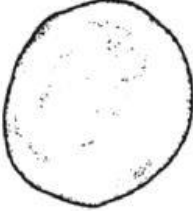






Wadell (1932): arrotondamento = media aritmetica del grado di arrotondamento dei singoli spigoli nel piano di misurazione

- il grado di arrotondamento dei singoli spigoli è determinato dal rapporto tra raggio di curvatura dei singoli spigoli (r) ed il raggio di curvatura della massima circonferenza che include il clasto (R)

$R_w = \sum (r/R) / N$ ovvero $\sum(r) / RN$ dove N è il numero di spigoli

ARROTONDAMENTO

Stima visuale della sfericità ed arrotondamento

High sphericity						
Low sphericity						
	Very angular	Angular	Subangular	Subrounded	Rounded	Well rounded

Millimeters (mm)	Micrometers (μm)	Phi (f)	Wentworth size class		Rock type
4096		-12.0	Boulder	Gravel	Conglomerate/ Breccia
256		-8.0	Cobble		
64		-6.0	Pebble		
4		-2.0	Granule		
2.00		-1.0	Very coarse sand	Sand	Sandstone
1.00		0.0	Coarse sand		
1/2	500	1.0	Medium sand		
1/4	250	2.0	Fine sand		
1/8	125	3.0	Very fine sand		
1/16	63	4.0	Coarse silt	Silt	Siltstone
1/32	31	5.0	Medium silt		
1/64	15.6	6.0	Fine silt		
1/128	7.8	7.0	Very fine silt		
1/256	3.9	8.0	Clay	Mud	Claystone
0.00006	0.06	14.0			

CARATTERISTICHE SEDIMENTOLOGICHE DEI DEPOSITI

- × Composizione litologica delle particelle
- × Granulometria
- × Morfologia delle particelle
- × Disposizione dei clasti e struttura

ANALISI STRATIGRAFICA DEI DEPOSITI

- ✘ Unità morfostratigrafiche ed allostratigrafiche
- ✘ Assetto giaciturale e sezioni stratigrafiche

Spessore dei livelli (cm)

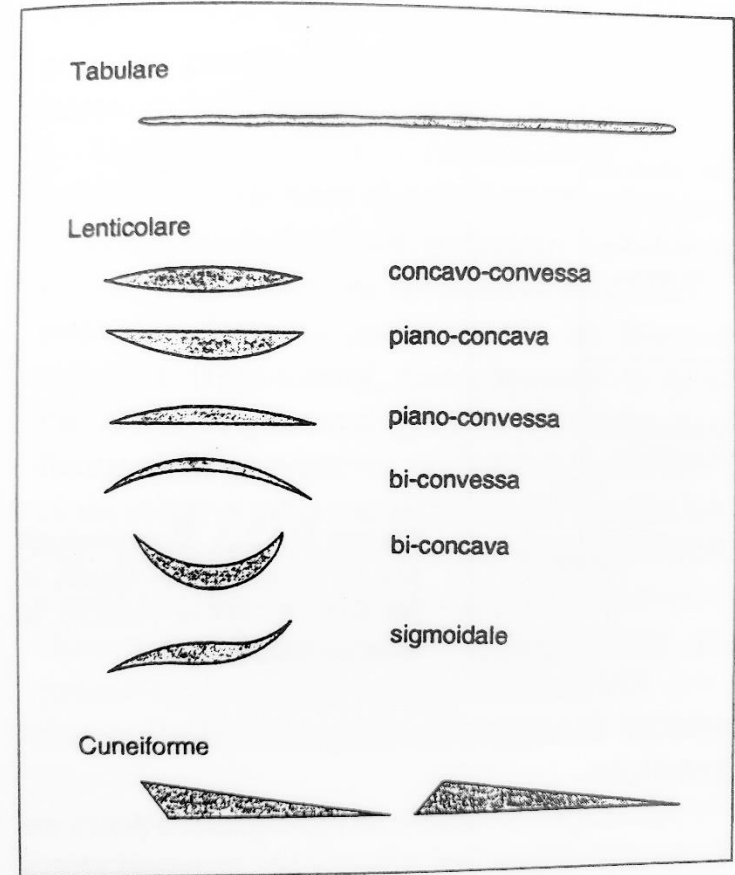
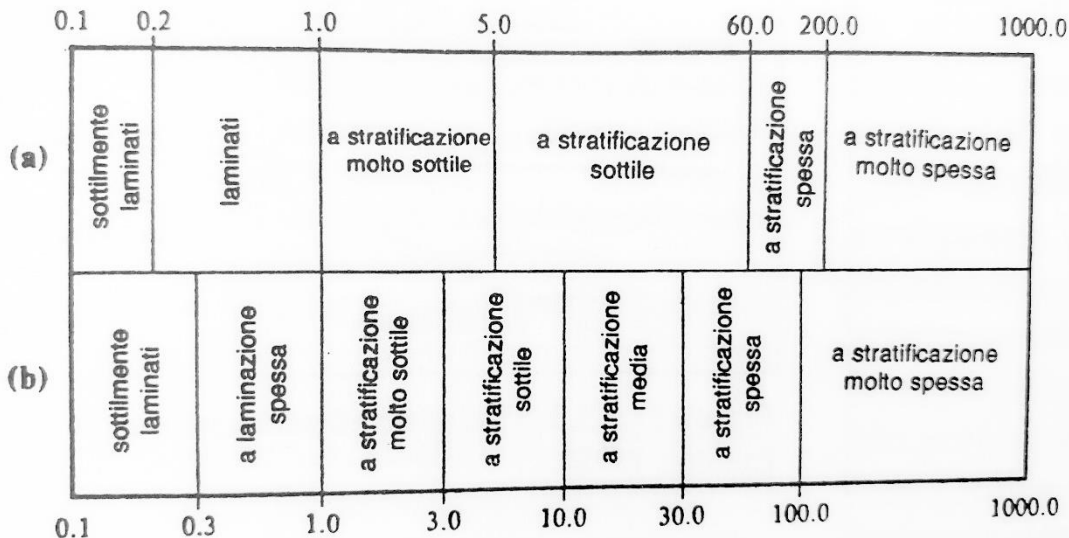


Figura II.5.3.1. Geometria degli strati (da RICCI LUCCHI, 1978).

SUOLI E PALEOSUOLI

- × Sono indicativi di periodi più o meno lunghi di relativa stabilità (biostasia) che tendono a mettersi in equilibrio con le condizioni climatiche
- × Quando cambiano nuovamente le condizioni, il suolo (paleosuolo) può subire degradazione, erosione o seppellimento sotto coperture detritiche

DESCRIZIONE DEL SUOLO

- × La struttura del suolo (o paleosuolo) dovrà essere descritta in termini di forma, dimensioni, grado di sviluppo e distribuzione spaziale degli aggregati, pori e discontinuità, figure pedogenetiche (noduli, concrezioni e pellicole, costituiti da argilla, ossidi metallici, sostanza organica, ecc)
- × La consistenza si descrive sulla base della resistenza, adesività, cementazione, plasticità, dipendente dalla quantità di acqua.
- × La presenza di reperti archeologici, fossili, legni, ecc, può dare indicazioni sull'età, anche con valutazioni palinologiche.

Tabella II.5.4.4. Descrizione del grado di cementazione dei suoli (tradotto e leggermente modificato da GARDINER & DACKOMBE, 1983).

<i>Termine</i>	<i>Descrizione</i>
Non cementato	Diventa fango dopo un'immersione in acqua di 1 ora.
Molto debolmente cementato	Può essere rotto con una forza di non più di 80 N.
Debolmente cementato	Può essere rotto con una forza di non più di 800 N.
Fortemente cementato	Può essere spezzato da un urto di 3J.
Molto fortemente cementato	Non può essere spezzato da un urto di 3J.

ORIZZONTI COSTITUENTI I SUOLI (DRAMIS & BISCOI)

Lettieria

L Materiale organico fresco depositato durante il ciclo annuale precedente

Orizzonti organici

F Lettieria parzialmente decomposta in cui sono ancora visibili ad occhio nudo alcune strutture vegetali

H Lettieria ben decomposta, spesso mescolata a materiale minerale

O Orizzonti torbosi accumulati in condizioni umide

Of Torba fibrosa

Om Torba semifibrosa

Oh Torba amorfa

Op Torba mescolata dalla coltivazione

Orizzonti inorganici

A Presenta materia organica umificata e/o disturbo da coltivazioni

Ah Non coltivato

Ap Mescolato da pratiche agricole

E Più chiaro e con minor contenuto organico

Ea Senza chiazze o noduli ferruginosi

Eb Colore brunastro dovuto ad ossidi di ferro omogeneamente distribuiti

B Assenza di strutture litologiche, concentrazione da illuviazione di argille, ferro, alluminio o umus, e/o alterazione del materiale originario

Bf Ben definito, arricchito in ferro e carbonio, da nero a bruno-rossiccio, fragile, spesso meno di 5 mm

Bh Arricchito in materia organica proveniente dagli strati superiori

Bs Arricchito in sesquiossidi

Bt Arricchito in argilla presente come ricoperture (*coats*) e concrezioni tra i *peds*

Bw Meteorizzazione, *leaching* o riorganizzazione strutturale *in situ*

C Non consolidato o poco consolidato, mantiene alcune caratteristiche della struttura rocciosa e/o manca delle caratteristiche dei livelli precedenti

Cu Generalmente non stratificato o senza *peds*, nessuna evidenza di forte riduzione (*gley*)

Cr Substrato poco alterato, debolmente consolidato, abbastanza coerente da impedire la penetrazione di radici

Ck Contiene concrezioni, coperture o noduli di CaCO_3

Cy Mostra accumulo secondario di gesso

R Substrato solamente fratturato

CAMPIONATURE

- × Campionature mirate (puntuali)
- × Campionature random

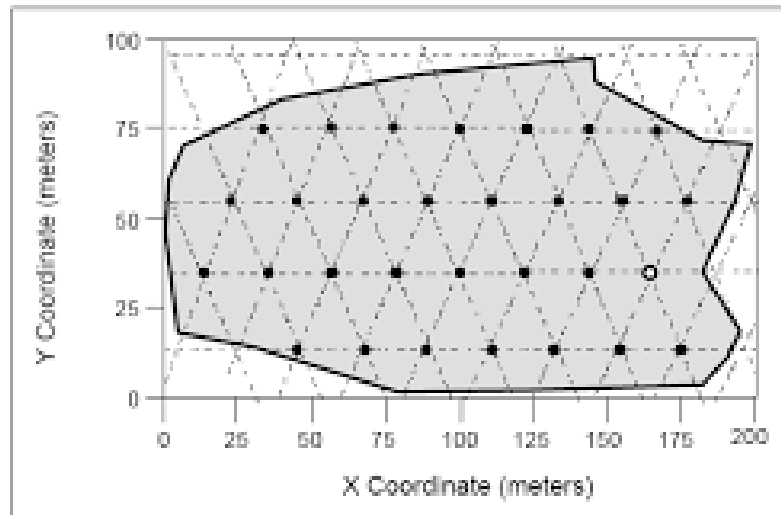


Figure 7-4. Map of an Area to Be Sampled Using a Triangular Sampling Grid

METODI DI DATAZIONE PER IL QUATERIARIO

		<i>Metodo</i>
Numerici	Annuali	Ricerche storiche Dendrocronologia Varve
	Radiometrici	Carbonio 14 Serie dell'Uranio Potassio-Argon Tracce di fissione
	Altri radiologici	<i>Uranium trend</i> Termoluminescenza e risonanza elettronica Isotopi cosmogenetici

Relativi	Processi semplici	Racemizzazione degli AA Idratazione dell'ossidiana Idratazione dei <i>tephra</i> Lichenometria
Correlativi	Processi complessi	Sviluppo dei suoli Meteorizzazione Variazioni delle forme Tasso di deposizione Posizione geomorfologica e tasso di incisione Tasso di deformazione
	Correlazioni	Stratigrafia Tefrocronologia Paleomagnetismo Paleontologia Archeologia Isotopi stabili Tectiti e microtectiti

LAND SYSTEM MAPPING

CLASSIFICAZIONE TERRITORIALE

- × La cartografia è basata sul riconoscimento di «land systems» (Is) che contengono attributi comuni diversi dalle aree adiacenti
- × Un land system varia, in termini di scala, da qualche decina di km a centinaia di km
- × Entro un Is c'è di solito un pattern topografico, di suolo o vegetazionale ricorrente

LAND SYSTEM

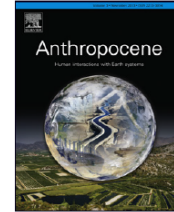
- × Una carta Is definisce le aree entro determinate combinazioni probabili di forme superficiali e i suoli e vegetazione associati
- × In pratica, a partire dalla topografia, vengono aggiunte altre caratteristiche attraverso la cosiddetta «landform analysis»
- × Ogni Is è suddivisibile in componenti più piccole, dette unità territoriali.



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Anthropocene

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ancene



Land system science and sustainable development of the earth system: A global land project perspective



Peter H. Verburg^{a,*}, Neville Crossman^b, Erle C. Ellis^c, Andreas Heinimann^d,
Patrick Hostert^e, Ole Mertz^f, Harini Nagendra^g, Thomas Sikor^h, Karl-Heinz Erbⁱ,
Nancy Golubiewski^j, Ricardo Grau^k, Morgan Grove^l, Souleymane Konaté^m,
Patrick Meyfroidtⁿ, Dawn C. Parker^o, Rinku Roy Chowdhury^p, Hideaki Shibata^q,
Allison Thomson^r, Lin Zhen^s

^a Environmental Geography Group, VU University Amsterdam, de Boelelaan 1087, 1081 HV Amsterdam, The Netherlands

^b CSIRO Land and Water, Private Bag 2, Glen Osmond, SA 5064, Australia

^c Department of Geography and Environmental Systems, University of Maryland, Baltimore County, Baltimore, MD 21250, USA

^d Centre for Development and Environment (CDE) and Institute of Geography, University of Bern, Hallerstrasse 10, 3012 Bern, Switzerland

^e Geography Department and Integrative Research Institute on Transformations of Human-Environment Systems (IRI THESys), Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin, Germany

^f Department of Geosciences and Natural Resource Management, University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark

^g School of Development, Azim Premji University, Bangalore, India

^h School of International Development, University of East Anglia, Norwich, UK

ⁱ Institute of Social Ecology Vienna (SEC), Alpen Adria University Klagenfurt-Vienna-Graz, Schottenfeldgasse 29, A-1070 Vienna, Austria

^j Ministry for the Environment—Manatu Mo Te Taiao, 23 Kate Sheppard Place, P.O. Box 10362, Wellington 6143, New Zealand

^k Instituto de Ecología Regional, Universidad Nacional de Tucumán-CONICET, CC 34 (4107), Yerba Buena, Tucumán, Argentina

^l Northern Research Station, USDA Forest Service, 5200 Westland Blvd. TRC 171, Baltimore, MD 21227, USA

^m IUCN—Central and West Africa, University of Abobo-Adjame, UFR-SN/CRE, 02 BP 801, Abidjan 02, Cote d'Ivoire

ⁿ F.R.S—FNRS and Université catholique de Louvain, Earth and Life Institute, Georges Lemaître Centre for Earth and Climate Research (TECLIM), Louvain-la-Neuve, Belgium

^o School of Planning, University of Waterloo, 200 University Avenue West, Waterloo, Canada

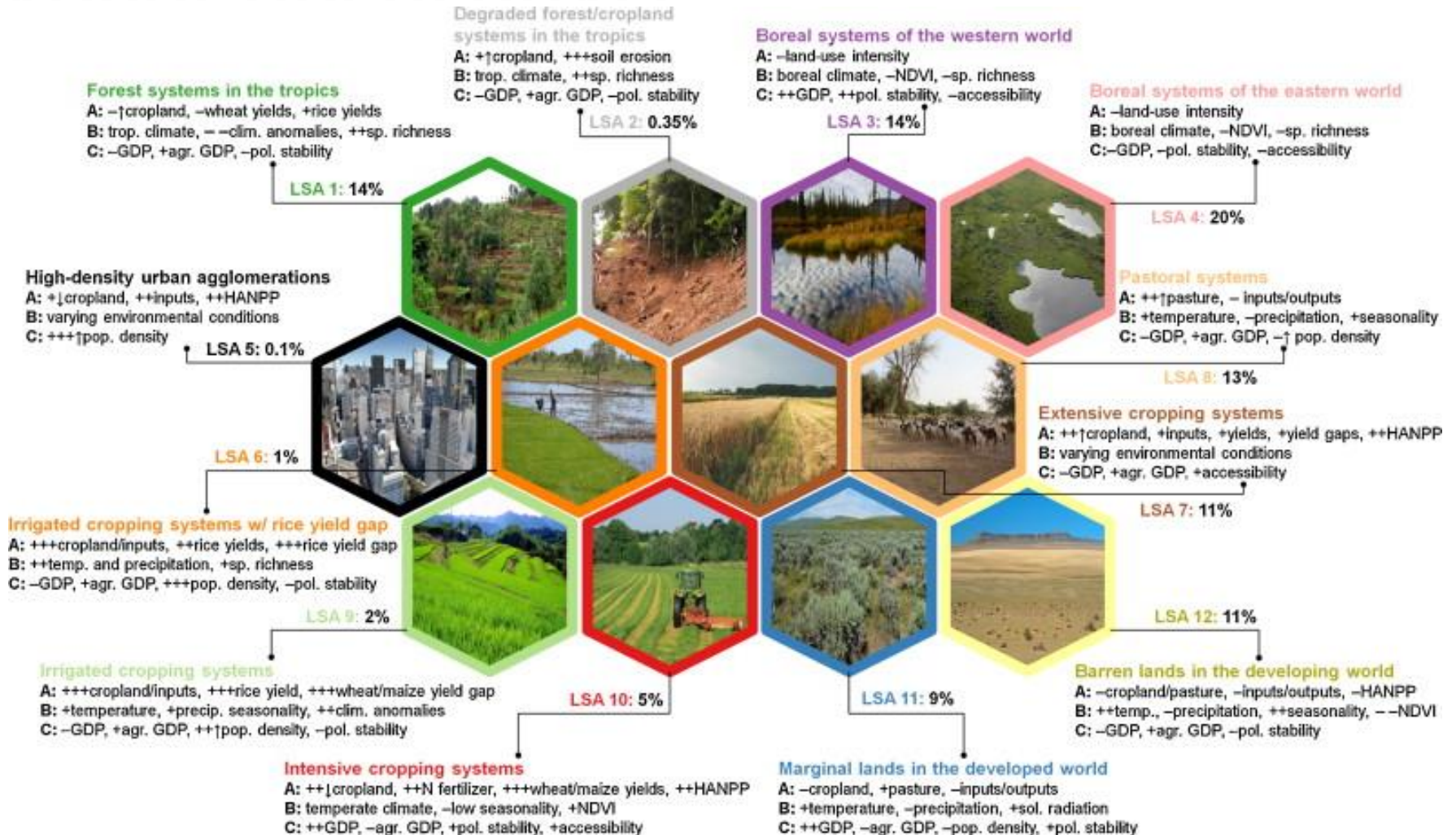
^p Graduate School of Geography, Clark University, 950 Main Street, Worcester, MA 01610, United States

^q Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University, Kita-9, Nishi-9, Kita-ku, Sapporo 060-0809, Japan

^r Field to Market, The Alliance for Sustainable Agriculture, 777 N Capitol St. NE, Suite 803, Washington, D.C. 20002, United States

^s Institute of Geographic Science and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, 11A Datun Road, Chaoyang District, Beijing 100101, China

ARCHETIPI GLOBALI



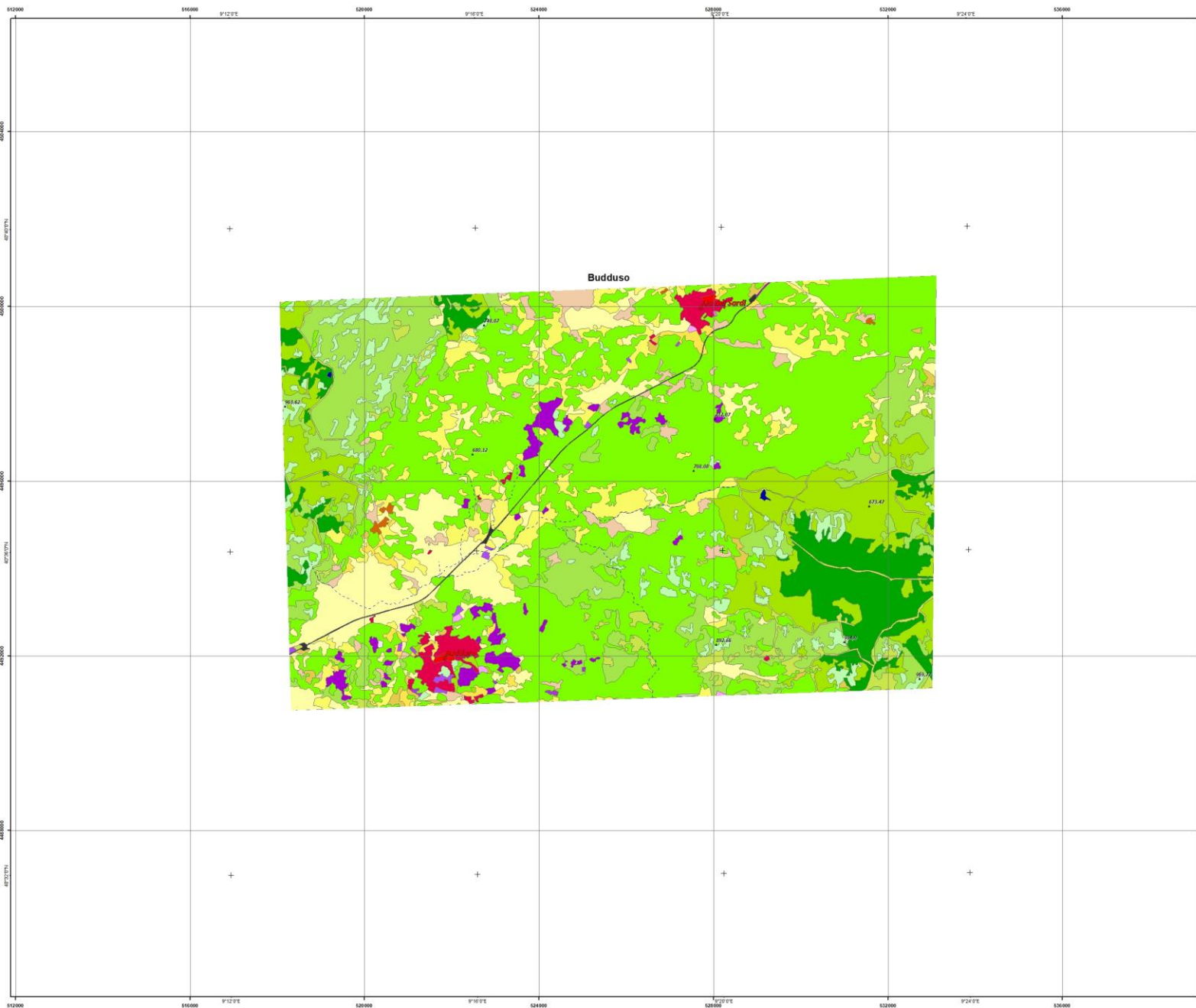
-
- × Utili le note aggiuntive con dati riguardanti il clima, uso del suolo, vie di comunicazione, centri abitati, ecc.
 - × Le immagini satellitari sono solitamente utilizzate per una definizione iniziale dei ls
 - × In seguito vengono svolti rilevamenti per verificare le informazioni ottenute dalle immagini satellitari

MATRICI DI CLASSIFICAZIONE

1. Slope $\leq 5\%$ South facing Dark Not vegetated
2. Slope $> 5\%$ South facing Dark Not vegetated
3. slope $\leq 5\%$ North facing Dark Not vegetated
4. slope $> 5\%$ North facing Dark Not vegetated

Table 6. Confidence of slope, aspect and vegetation estimates after field check. Unit purity expresses the percentage of pixels of the original class after filtering of classified data, as in table 4.

Mapping Unit	Unit Purity (%)	Confidence Slope (%)	Confidence Aspect (%)	Confidence Land Cover (%)
1 slope $\leq 5\%$, south, dark, not vegetated	80.6	75.0	58.3	100.0
2 slope $> 5\%$, south, dark, not vegetated	79.4	17.4	66.7	77.8
3 slope $\leq 5\%$, north, dark, not vegetated	83.7	76.2	71.4	94.4
4 slope $> 5\%$, north, dark, not vegetated	77.3	84.6	80.0	88.9
5 slope $\leq 5\%$, south, bright, not vegetated	82.1	61.1	73.7	94.4
6 slope $> 5\%$, south, bright, not vegetated	77.7	66.7	76.9	92.9
7 slope $\leq 5\%$, north, bright, not vegetated	82.3	71.4	64.3	83.3
8 slope $> 5\%$, north, bright, not vegetated	77.8	58.3	70.0	88.9
9 slope $\leq 5\%$, south, vegetated	75.4	37.5	85.7	75.0
10 slope $> 5\%$, south, vegetated	75.7	42.8	83.3	42.8
11 slope $\leq 5\%$, north, vegetated	73.3	54.5	90.9	70.0
12 slope $> 5\%$, north, vegetated	80.2	50.0	40.0	62.5
Mean values	78.79	57.96	71.77	80.91



Slide Number: N/A Activation ID: EM5N-848
 Product N: 03BUDDUSO_v1_english

Budduso - Italy

Flood Risk Assessment

Land Use and Land Cover Map - Overview

Production date: 02/02/2018

Cartographic Information

1:40,000 Full color A1, low resolution (100dpi)

0 0.5 1 2 3 4 km

Grid: WGS 84 / UTM zone 32N map coordinate system
 Tick marks: WGS 84 geographical coordinate system

Legend

● Village	Hydrography	Settlement
Road	Canal	Soil regime

Land Use - Land Cover

■ 0115 Continuous urban fabric	■ 2110 Pasture
■ 0125 Discontinuous urban fabric	■ 2140 Arable crops
■ 0211 Commercial, Public and Private Services	■ 2200 Permanent crops - permanent crops
■ 0212 Industry and Utilities	■ 2202 Cereals cultivation areas
■ 0221 Main roads and associated land	■ 2203 Land primarily occupied by agriculture
■ 0222 Road	■ 2204 Agriculture areas
■ 0240 Airport	■ 2205 Semi-wooded forest
■ 0300 Linear extraction site	■ 3100 Continuous forest
■ 0301 Camp site	■ 3101 Natural grassland
■ 0310 Construction area	■ 3102 Pasture and shrubs
■ 0401 Sports and leisure facilities	■ 3103 Semi-natural vegetation
■ 0402 Amusement area	■ 3104 Traditional woodland
■ 0403 Cemetery	■ 3105 Meadow forest and grass
■ 2110 Non-irrigated arable land	■ 3106 Savanah agricultural areas
■ 2120 Permanent irrigated land	■ 4010 Salt meadows
■ 2210 Vineyards	■ 4100 Water courses
■ 2220 Fruit trees and berry plantations	■ 5101 Natural water bodies
■ 2230 Olive groves	■ 5102 Artificial water bodies
	■ 5200 Sea and coast

Map Information

The purpose of the requested mapping is to generate comprehensive knowledge through performing post-disaster situation analysis concerning flood events that occurred within January 16 to January 22, 2017, within the map's boundaries in the River (Tirso and Cedrino) and specifically address four risk Active Centers (AC).

The results refer to risk assessment products: vulnerability, damage and risk mapping. Towards adequate disaster recovery activities, efficient support and informed decision making of the involved stakeholders, a retrospective flood mapping (spatial extent of the flood), allied with the flooding event, was realized within the Oristano and area administered by risk and damage (sector level) assessments. For the remaining sub-areas, near to Budduso, Oristano and Oristano Agrometropolitan, no risk and vulnerability assessment was carried out.

Key user of the geospatial information and the related map series is the National Civil Protection, Presidenza del Consiglio dei Ministri, the related body in Italy that deals with the prediction, prevention and management of exceptional events.

Data Sources

The images covering the studied area (Oristano) and coastal of PLEADEF © CNES (2017), distributed by Airbus DS, acquired on 13/09/2017 and 27/11/2017 (02:54 PM). The flood coverage provided under COPERNICUS by the European Union and ESA, all rights reserved.

Metadata: Transportation, hydrography, Buildings, Footprints, OpenStreetMap, Copernicus data, daily updated disaster related on the basis of the satellite data (non-continuous). Copy and Use for: Date: 2008 © Copernicus Geospatial Land Use Data Base at 250 meters (SDG TH: 008 © Copernicus Geospatial Data Base at 100 meters) (Landsat 5 TM © Geological Survey, 1/1/2000 © 02/07/2007 (Census data at census block level)).

The data provided is subject to the terms outlined in the arrangements concerning access to authoritative geospatial reference data for Copernicus emergency management service.

Dissemination/Publication

The products (maps) are available through the ERS Copernicus Portal at the following URL: <http://emergency.europa.eu/emergency4>.
 Delivery formats are GeoPDF, GeoTIFF G and vector (ESRI GDB format).
 No restrictions on the publication of the mapping apply.

Framework

The products elaborated in the framework of the current Risk and Recovery Mapping activity are realized to the best of our ability. All geospatial information has limitations due to scale, resolution, data and interpretation of the original data sources. The products are compliant with the Copernicus EM Risk and Recovery Product Profile specifications.

Map Production

The map shows the Land Use/Land Cover of the specific area. The legend is based upon CORINE level 2 categorization within the built-up areas and area 2 within the remaining area.

The estimated geometric accuracy of the images is 5 m and complies with the URG requirements referring to the mapping scale and is fully supported by the native positional accuracy of the background satellite imagery.

The estimated thematic accuracy of this product is 85%, or better, based on internal validation procedures and visual interpretation of recognizable items on very high resolution optical imagery.

Contact

The map was produced under the Service Contract to 256616 of the European Commission in 02/02/2018 by GEOPORTALIS (S.L.) - RDA (E.L.) - CNES (IT) - TRÉ ALTAIRIA (S.L.)
 Name of the release authority (quality control): URG
 E-mail: ema-risk-recovery-mapping@ec.europa.eu
<http://emergency.europa.eu/mapping>

LEGENDA

GLI ELEMENTI DI UNA CARTA GEOMORFOLOGICA

- × Elementi geologico-strutturali
- × Idrografia ed elementi meteo-marini
- × Forme strutturali e vulcaniche
- × Forme di versante dovute alla gravità
- × Forme fluviali, fluvio-glaciali e di versante dovute al dilavamento
- × Forme carsiche
- × Forme glaciali
- × Forme crionivali
- × Forme eoliche
- × Forme ed elementi di origine marina (emersi/sommersi), lagunare, lacustre e relativi depositi
- × Grandi superfici di spianamento relitte e forme associate, talora di genesi complessa
- × Forme e prodotti di alterazione meteorica
- × Forme antropiche

DESCRIZIONE DEL QUADERNO 13

IL QUADERNO 13

QUADERNI serie III

Volume 13

Fascicolo I

Quaderno 13 in allegato

**AGGIORNAMENTO ED INTEGRAZIONI
DELLE LINEE GUIDA DELLA
CARTA GEOMORFOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000**

CARTA GEOMORFOLOGICA D'ITALIA – 1:50.000

**PROGETTO CARG:
MODIFICHE ED INTEGRAZIONI
AL QUADERNO N. 4/1994⁽¹⁾**

a cura di

Claudio CAMPOBASSO, Alberto CARTON, Alessandro CHELLI, Maurizio D'OREFICE,
Francesco DRAMIS, Roberto GRACIOTTI, Domenico GUIDA, Gilberto PAMBIANCHI,
Francesco PEDUTO, Luisa PELLEGRINI

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - ISPRA
ASSOCIAZIONE ITALIANA DI GEOGRAFIA FISICA E GEOMORFOLOGIA - AIGeo
CONSIGLIO NAZIONALE DEI GEOLOGI - CNG

(1) Il Quaderno N. 4 Guida al rilevamento è stato pubblicato nel 1994

ALTRI ESEMPI DI LEGENDE

GIUSEPPE MASTRONUZZI ^{1*}, DOMENICO ARINGOLI ², PIETRO P.C. AUCELLI ³,
MAURIZIO A. BALDASSARRE ⁴, PIERO BELLOTTI ⁴, MONICA BINI ⁵, SARA BIOLCHI ⁶,
SARA BONTEMPI ⁴, PIERLUIGI BRANDOLINI ⁷, ALESSANDRO CHELLI ⁸, LINA DAVOLI ⁴,
GIACOMO DEIANA ⁹, SANDRO DE MURO ¹⁰, STEFANO DEVOTO ⁶, GIANLUIGI DI PAOLA ¹¹,
CARLO DONADIO ¹², PAOLA FAGO ¹, MARCO FERRARI ⁷, STEFANO FURLANI ⁶,
ANGELO IBBA ¹⁰, ELVIDIO LUPIA PALMIERI ⁴, ANTONELLA MARSICO ¹, RITA T. MELIS ⁹,
MAURILIO MILELLA ¹, LUIGI MUCERINO ⁷, OLIVIA NESCI ¹³, PAOLO E. ORRÚ ¹²,
VALERIA PANIZZA ¹⁴, MICLA PENNETTA ¹², DANIELA PIACENTINI ¹³,
ARCANGELO PISCITELLI ¹, NICOLA PUSCEDDU ⁷, ROSSANA RAFFI ⁴, CARMEN M. ROSSKOPF ¹¹,
PAOLO SANSÓ ¹⁵, CORRADO STANISLAO ¹², CLAUDIA TARRAGONI ⁴, ALESSIO VALENTE ¹⁶

**GEOMORPHOLOGICAL MAP OF THE ITALIAN COAST:
FROM A DESCRIPTIVE TO A MORPHODYNAMIC APPROACH**

Continental Shelf		
MP001		Shelf breaks
MP002		Retreating
MP003		Prograding
MP004		Submarine canyon
MP005		Edge of canyon
MP006		Submarine valley

General		
MT007		Shoreline
MT008		Retreating
MT009		Prograding
MT010		Stable
MT011		Rocky coastline

Rock Coast		
MT012		Erosional pool > 1 m
MT013		Potholes > 1 m
MT014		Solution pool > 1 m
MT015		Tidal notch
MT016		Abrasion notch

Sedimentary and Transition Coasts		
MT031		Pebble beach at foot cliff
MT032		Sandy beach at foot cliff
MT033		Sandy EB
MT034		Sandy-pebble EB
MT035		Pebble EB

Tsunami/Seastorm Deposit		
MT094		Isolated boulders
MT095		Boulder accumulation
MT096		Boulder field
MT097		Washover sands
MT098		Inland penetration

Elements due to Biological Activity		
MP099		Seagrass meadow
MP100		Sparse seagrass meadow
MP101		Algae formation
MP102		Sparse algae formation
MP103		Rim
MP104		Dead mat
MP105		Coralligenous
MP106		Tubipore colonies
MP107		Intramatt deposit
MP108		Biogravel deposit
MP109		Biosand deposit
MP110		Banquette

Spring		
MT111		Gas
MT112		Fresh water

Eolian Landform		
EL001		Deflation surface
EL002		Blow out
EL003		Deflation furrow
EL004		Not eroding ED
EL005		Eroding ED
EL006		Not eroding PDR
EL007		Eroding PDR
EL008		Not eroding SDR
EL009		Eroding SDR
EL010		Not eroding TDR
EL011		Eroding TDR
EL012		Not eroding ADR
EL013		Eroding ADR
EL014		Lithified dune
EL015		Wandering dune crest

Continental Shelf		
MT017		Erosive notch
MT018		Seacave
MT019		Blowhole
MT020		Stack
MT021		Arch
MT022		Cliff
MT023		Boulder
MT024		Marine erosion scarp
MT025		Simple coastal slope
MT026		Complex coastal slope
MP027		Wave cut platform
MP028		Surf beach
MP029		Wheathering platform
MP030		Bioactivity platform

Rock Coast		
MT012		Erosional pool > 1 m
MT013		Potholes > 1 m
MT014		Solution pool > 1 m
MT015		Tidal notch
MT016		Abrasion notch

Sedimentary and Transition Coasts		
MT031		Pebble beach at foot cliff
MT032		Sandy beach at foot cliff
MT033		Sandy EB
MT034		Sandy-pebble EB
MT035		Pebble EB

Tsunami/Seastorm Deposit		
MT094		Isolated boulders
MT095		Boulder accumulation
MT096		Boulder field
MT097		Washover sands
MT098		Inland penetration

Elements due to Biological Activity		
MP099		Seagrass meadow
MP100		Sparse seagrass meadow
MP101		Algae formation
MP102		Sparse algae formation
MP103		Rim
MP104		Dead mat
MP105		Coralligenous
MP106		Tubipore colonies
MP107		Intramatt deposit
MP108		Biogravel deposit
MP109		Biosand deposit
MP110		Banquette

Spring		
MT111		Gas
MT112		Fresh water

Eolian Landform		
EL001		Deflation surface
EL002		Blow out
EL003		Deflation furrow
EL004		Not eroding ED
EL005		Eroding ED
EL006		Not eroding PDR
EL007		Eroding PDR
EL008		Not eroding SDR
EL009		Eroding SDR
EL010		Not eroding TDR
EL011		Eroding TDR
EL012		Not eroding ADR
EL013		Eroding ADR
EL014		Lithified dune
EL015		Wandering dune crest

Marine Terraces: Landforms and Granulometries		
MT085		Abrasion terraces
MT086		Inner margin
MT087		Outer margin
MT088		Silt
MT089		Sand
MT090		Cemented sand
MT091		Gravel
MT092		Cemented gravel
MT093		Cemented blocks

Lagoon channel		
MT056		Lagoon channel
MT057		Tidal channel
MT058		Lagoon mouth
MT059		Tidal flat
MT060		Saltmarsh
MT061		Mudflat
MT062		Hollow
MT063		Open river mouth
MT064		Temporary river mouth
MT065		Wandering river mouth
MT066		Distributary channel
MT067		Cuspate delta
MT068		Lobate delta
MT069		Fingering delta
MT070		Tidal delta
MT071		Estuary
MT072		Delta front
MT073		Prograding delta front
MT074		Retreating delta front
MT075		Submerged fan

Vegetated dune crest		
EL016		Vegetated dune crest
EL017		Stable dune crest
EL018		Sheet loess area
EL019		Transgressive moving dune
EL020		Transgressive vegetated dune
EL021		Transgressive unhorized dune
EL022		Transgressive stabilized dunes
EL023		Foredune plains

NOTE		
EB = Emerged Beach		
SB = Submerged Beach		
PDR = Primary Dune Ridge		
SDR = Secondary Dune Ridge		
TDR = Tertiary Dune Ridge		
ADR = Antropized Dune Ridge		
MT = Marine Transitional Zone		
MP = Marine Platform Zone		
EL = Eolian Landform		
ED = Embryonal Dune		

**ESEMPI DI CARTE GEOMORFOLOGICHE
(VEDI PDF ALLEGATI O JOURNAL OF MAPS)**

GEOMORFOLOGIA COSTIERA E FRANE

GEOMORFOLOGIA FLUVIALE E DELLE PIANE ALLUVIONALI

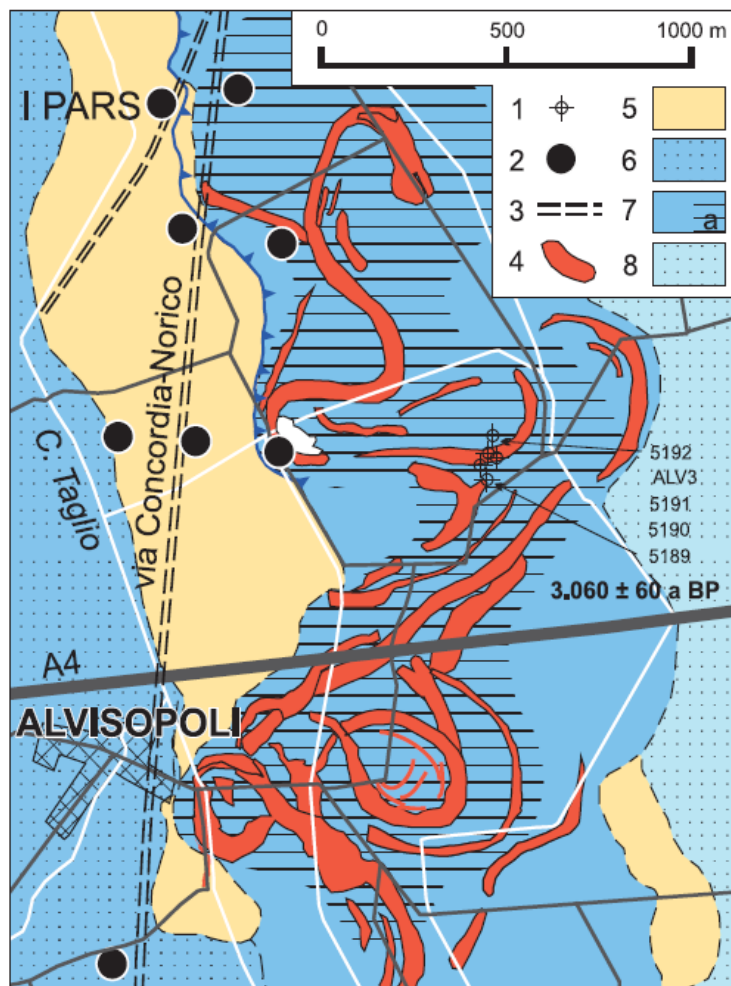


Fig. 26 - Pianta dell'area di Alvisopoli (modificato da FONTANA, 2006).

Legenda: 1) sondaggi; 2) siti romani; 3) traccia di strada romana; 4) paleovalvei; 5) piana LGM; 6) depositi del Tiliaventum Maius; 7) depositi dei paleovalvei di Alvisopoli; 7a) aree depresse; 8) depositi post-romani.

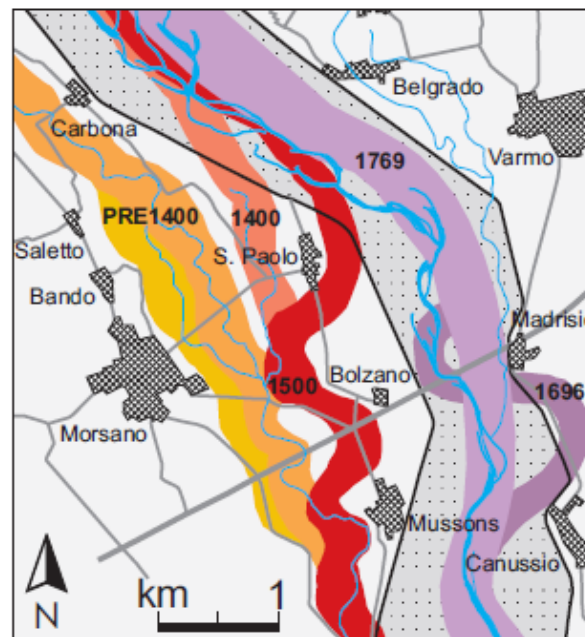


Fig. 30 - Rappresentazione delle differenti direzioni seguite dal Tagliamento tra il XIV e il XVIII sec. (da FONTANA, 2006).

I cambi di direzione avvennero quasi sempre in corrispondenza di grandi piene, fra cui si ricorda quella del 1596 che causò la distruzione dei castelli di Belgrado e Madrisio e portò il Tagliamento nell'alveo che, pur con alcune variazioni, occupa tuttora. Elaborazione dalla carta di F. DUOMO del 1796

CARTE DELL'INSTABILITÀ

ZONE ARIDE

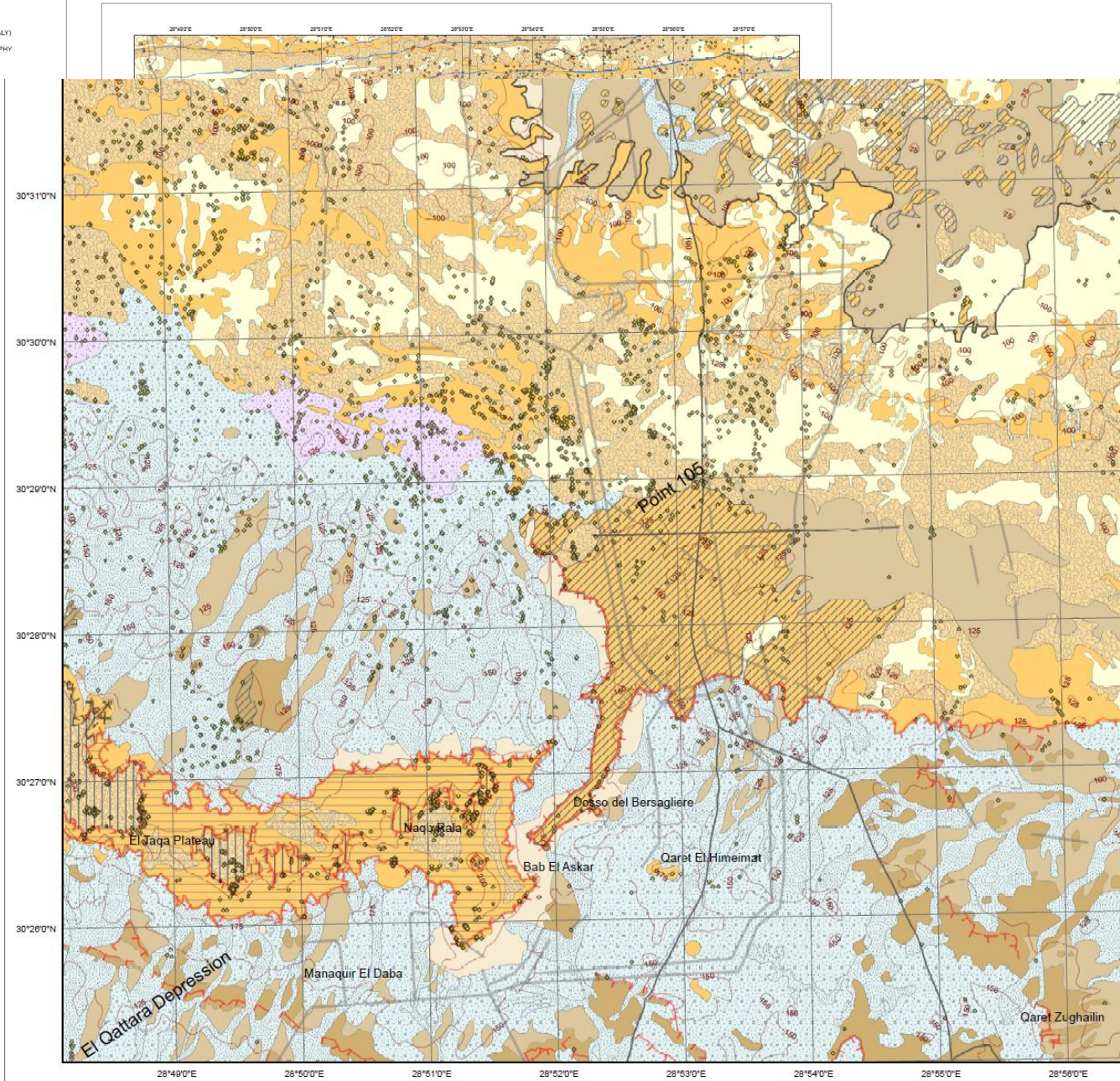
GEOMORPHOLOGICAL MAP OF THE EL ALAMEIN BATTLEFIELD (SOUTHERN FRONT)



UNIVERSITY OF PADUA (ITALY)
DEPARTMENT OF GEOGRAPHY
"G. MORANDINI"

LEGEND

- Minefield (1942)
- Desert track
- Military emplacement
- Cliff < 5 m
- 5 m ≤ cliff ≤ 10 m
- Cliff > 10 m
- Incised wadi
- Kufkar lineament
- Depression edge
- Alluvial deposit (more clayey)
- Alluvial deposit (less clayey)
- Aeolian deposit
- Mixed eolian, alluvial and colluvial deposit
- Terrigenous bedrock
- Shallow terrigenous bedrock
- Carbonate bedrock (mainly limestone)
- Shallow carbonate bedrock (mainly limestone)
- Wadi-fan system
- Senr
- Hamada
- Mesa surface - lower terrace
- Mesa surface - higher terrace
- Discontinuous horizontal bed of hard rock
- Interkufkar depression
- Contour line

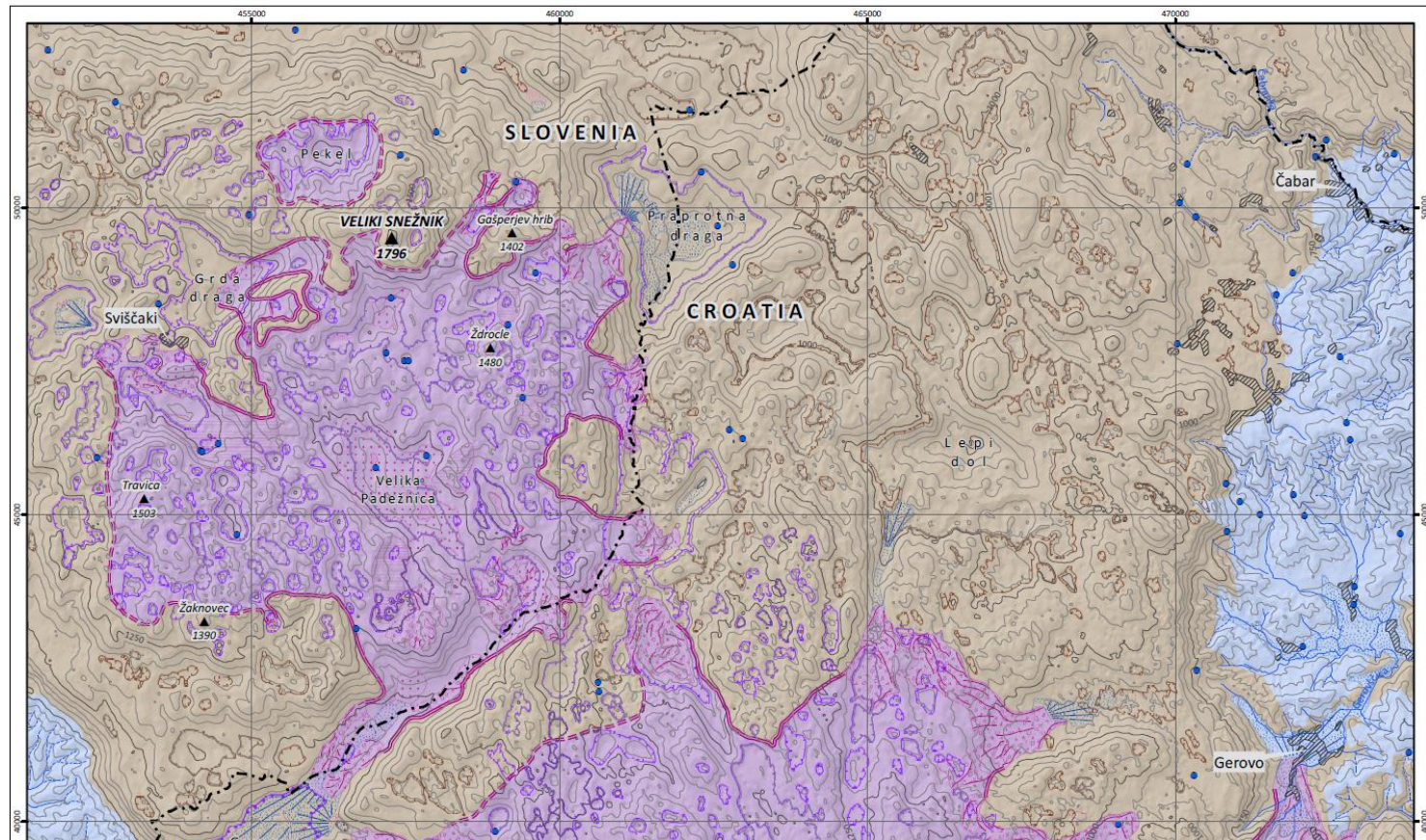
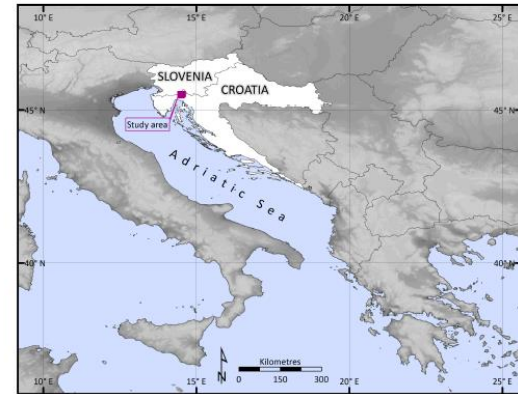
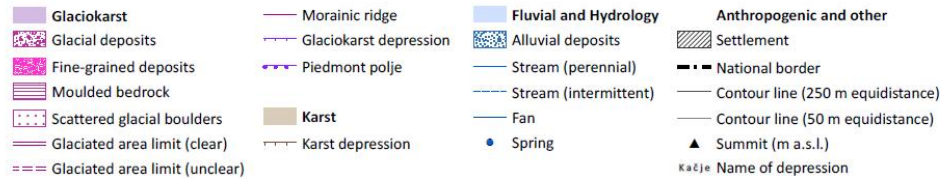


ZONE CARSICHE

Glaciokarst geomorphology of the Northern Dinaric Alps: Snežnik (Slovenia) and Gorski Kotar (Croatia)

Žebre M., Stepišnik U.

Department of Geography, University of Ljubljana, Slovenia



CARTE URBAINE
