

SUPPLEMENTI di GEOGRAFIA FISICA e DINAMICA QUATERNARIA

SUPPLEMENTO IV - 2001

NOTE ILLUSTRATIVE DELLA CARTA GEOMORFOLOGICA
DELLA PIANURA PADANA

*ILLUSTRATIVE NOTES OF THE GEOMORPHOLOGICAL MAP
OF PO PLAIN (ITALY)*

a cura di / *edited by*: G.B. Castiglioni & G.B. Pellegrini

Testi di / *texts by*: A. Biancotti, M. Bondesan, D. Brancucci, D. Castaldini, G.B. Castiglioni,
M. Cremaschi, C. Elmi, V. Favero, G. Gasperi, M. Ghirotti, M. Gatti, G. Marchetti, M. Marchetti,
M. Motta, R. Marocco, G.B. Pellegrini, L. Pellegrini, P. Russo, C. Tellini, & L. Trombino

Ha collaborato alla redazione / *has contributed to the edition*: P. Mozzi

COMITATO GLACIOLOGICO ITALIANO - TORINO
2001

RINGRAZIAMENTI (ACKNOWLEDGEMENTS)

Si ringraziano tutti gli autori delle due carte per aver contribuito in vario modo alla preparazione dell'intero testo.
Thanks are due to all the authors of the two Maps, for having contributed in various ways to the preparation of these Illustrative Notes.

Questo volume è stato realizzato e stampato con il contributo finanziario di:
This volume was financed by:

- M.U.R.S.T., Progetto Nazionale (*National Project*) «Risposta dei processi geomorfologici alle variazioni ambientali»; fondi 1996 (*funds 1996*) (Coordinatore scientifico (*Head*) Prof. P.R. Federici, Università di Pisa) e fondi 1997-98 (*funds 1997-98*) (Coordinatore scientifico (*Head*) Prof. A. Biancotti, Università di Torino).
- M.U.R.S.T., fondi locali (ex 60%) presso le singole Università (*Local Universities funds*).

CARTA GEOMORFOLOGICA DELLA PIANURA PADANA GEOMORPHOLOGICAL MAP OF PO PLAIN

In questo volume vengono illustrate le due seguenti carte, pubblicate nel 1997 sotto gli auspici del Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica (M.U.R.S.T.):

- CARTA GEOMORFOLOGICA DELLA PIANURA PADANA
- CARTA ALTIMETRICA E DEI MOVIMENTI VERTICALI DEL SUOLO DELLA PIANURA PADANA

Entrambe, alla scala di 1:250.000, in tre fogli, sono edite dalla S.El.Ca., Via R. Giuliani 153, I-50141 Firenze

This publication describes the following two maps, published in the year 1997 under the auspices of the Italian Ministry for Universities and for Scientific and Technological Research (M.U.R.S.T.):

- GEOMORPHOLOGICAL MAP OF PO PLAIN
- MAP OF RELIEF AND VERTICAL MOVEMENTS OF PO PLAIN

Both have been published at a scale of 1:250,000, in 3 sheets, by S.El.Ca., Via R. Giuliani 153, I-50141 Firenze

ERRATA CORRIGE (NELLE DUE CARTE / IN BOTH MAPS)

Foglio 1

- L'altitudine delle isoipse è evidentemente errata nell'area di colline a Nord di Bra (Piemonte);
- L'altitudine dell'isoipsa tracciata tra Milano e Vigevano, passando per Corsico, non è di 130 m ma di 110 m.

Foglio 2

- Si deve aggiungere il nome mancante della città a SE di Mantova: Ostiglia;
- Tra Modena e Reggio nell'Emilia, a cavallo del F. Secchia, è segnata erroneamente l'area urbanizzata di Rubiera, al posto del segno indicante «cassa di espansione delle piene»; Rubiera si trova invece spostata a SW.

Foglio 3

- In un'area collinosa a destra del F. Piave, sotto il Monte Grappa: manca il colore bistro chiaro proprio dei rilievi emergenti dalla pianura;
- Il nome del F. Réghena (fiume di risorgiva ad Ovest di Portogruaro) va riferito al corso d'acqua che confluisce nel Lémene in questa città. Il fiume erroneamente indicato col nome Réghena è invece il F. Loncón.

Sheet 1

- *The altitude of the contour lines is erroneous in the hilly area North of Bra (Piemonte);*
- *The altitude of the contour line between Milano and Vigevano, passing through Corsico, is not 130 m but 110 m.*

Sheet 2

- *The name of the town SE of Mantova, Ostiglia, is missing;*
- *The town of Rubiera (between Modena and Reggio nell'Emilia) is marked erroneously as lying across the river Secchia, in place of the sign indicating «controlled flood washland». Rubiera is further SW.*

Sheet 3

- *In a hilly area on the right bank of the river Piave, under Monte Grappa, the pale beige colour used for reliefs emerging from the plain is missing;*
- *The name of the river Réghena (W of Portogruaro) refers to the watercourse flowing into the Lémene in that town; the river erroneously marked Réghena is in fact the Loncón.*

AVVERTENZA

Nella successione dei capitoli, particolarmente nei capitoli da 3 a 5 e da 7 a 12, c'è una corrispondenza tra i vari tematismi presi in esame e quelli sviluppati ordinatamente nella *legenda* della *Carta Geomorfologica* (Foglio 1, in basso).

Nel testo italiano, i termini corrispondenti alle voci della legenda stessa sono scritti di norma in *corsivo*, allo scopo di orientare più facilmente il lettore.

I tematismi della *Carta Altimetrica e dei movimenti verticali* sono specificamente illustrati nei capitoli 4 e 13. I restanti capitoli (2, 6, 14, 15) mirano a presentare un quadro dei problemi relativi alla Pianura Padana nel suo complesso.

NOTES

In the sequence of chapters, particularly in chapters 3-5 and 7-12, the various topics covered correspond to those developed in order in the Legend to the Geomorphological Map (Sheet 1, bottom).

In the English text, items listed in the Legend are usually written in roman type, to facilitate easier reading.

The topics of the Map of Relief and Vertical Movements are specifically illustrated in chapters 4 and 13. The remaining chapters (2, 6, 14, 15) concern special problems regarding the Po Plain in its entirety.

CAPITOLO 1 - CHAPTER 1

INTRODUZIONE - INTRODUCTION

GIOVANNI BATTISTA CASTIGLIONI

In queste *Note Illustrative*, sebbene il titolo del volume indichi, per motivi di brevità, una sola carta, in realtà vengono presentate due carte: la *Carta Geomorfologica della Pianura Padana*, e la *Carta Altimetrica e dei movimenti verticali del suolo della Pianura Padana*, entrambe alla scala di 1:250.000, composte di tre fogli ciascuna.

Esse sono state pubblicate insieme nel 1997, presso la S.El.Ca. di Firenze, in occasione della *Forth International Conference on Geomorphology* che si tenne a Bologna dal 28 Agosto al 3 Settembre di quell'anno.

Dal punto di vista geografico, la pubblicazione di queste carte ha colmato un'evidente lacuna nella conoscenza di una delle più importanti «regioni naturali» d'Italia e d'Europa. Trattandosi di un contributo tipicamente di Geografia fisica, si può coglierne la funzione di supporto a studi di Geografia regionale, sia quella di cerniera tra le conoscenze relative ai fenomeni naturali e quelle relative ai problemi concernenti la presenza umana e gli interventi di organizzazione territoriale compatibili con l'ambiente.

Per quanto riguarda i rapporti tra la cartografia geomorfologica e la cartografia geologica, basterà una semplice considerazione sulle diversità di contenuti e di finalità che le distingue: in estrema sintesi, la prima concerne le forme della superficie terrestre, la seconda i corpi geologici; ciò non contrasta con l'evidenza di importanti connessioni tra i due tipi di cartografia.

In vari articoli o relazioni (ad es. Castiglioni & alii, 1999) si sono fatti conoscere i contenuti e le finalità delle due carte della Pianura Padana che qui vengono presentate. Esse sono state realizzate grazie ad una larga collaborazione di studiosi operanti nei principali centri di ricerca dell'Italia settentrionale (universitari e non) e con il consistente appoggio finanziario di vari Enti, principalmente del Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica (M.U.R.S.T.) nell'ambito dei programmi di rilevante interesse nazionale.

Il lavoro per una delle due carte cominciò, dopo diverse riunioni collegiali, con la pubblicazione del fascicolo «Criteri informativi del progetto di una carta geomorfo-

Although the title of this volume, for the sake of brevity, refers to only one map, these Illustrative Notes in fact refer to two: the Geomorphological Map of the Po Plain and the Map of Relief and Vertical Movements in the Po Plain, both scale 1:250,000, and each composed of three sheets. They were published together in 1997 by S.El.Ca. of Florence, on occasion of the Fourth International Conference on Geomorphology (Bologna, August 28-September 3, 1997).

From the geographic viewpoint, the publication of these maps fills an evident gap in our knowledge of one of the most important «natural regions» of Italy and of Europe. As this contribution typically refers to Physical Geography, it clearly also supports studies on Regional Geography, linking information on natural phenomena with problems concerning the presence of humans and territorial organization compatible with the environment.

As regards relations between geomorphological and geological mapping, a simple consideration on the different contents and aims which distinguish the two is sufficient: very briefly, the former concerns superficial landforms and the latter geological bodies, although this short definition does not neglect the existence of important connections between the two types of mapping.

The contents and aims of these two maps of the Po Plain have already been reported (e.g. Castiglioni & alii, 1999). They were completed thanks to extensive collaboration on the part of experts working in the main research centres of Northern Italy, in universities and elsewhere, with the considerable financial support of various organizations, mainly the Italian Ministry for University and Scientific and Technological Research (M.U.R.S.T.) within programs of great national interest.

Work on one of the two maps began, after several joint meetings, with the publication of Criteri informativi del progetto di una carta geomorfologica della Pianura Padana, edited by G.B. Castiglioni, A. Biancotti, M. Bondesan, D. Castaldini, M. Ciabatti, M. Cremaschi and V.

gica della Pianura Padana», a cura di G.B. Castiglioni, A. Biancotti, M. Bondesan, D. Castaldini, M. Ciabatti, M. Cremaschi & V. Favero (in «Materiali», n. 7, 1986, del Dipartimento di Geografia dell'Università di Padova). La ricerca fu condotta da dieci unità operative, sempre in contatto fra loro, col coordinamento dello scrivente.

Il progetto subì sensibili variazioni già nelle prime fasi del lavoro e venne presto affiancato da un progetto parallelo, mirante allo studio dei movimenti verticali del terreno documentati attraverso i controlli effettuati dall'Istituto Geografico Militare di Firenze lungo la rete principale delle linee di livellazione di alta precisione; questo secondo progetto veniva coordinato da P. Russo nell'Università di Bologna prima, in quella di Ferrara poi. Nel progettare la stampa finale, si decise che i risultati ottenuti per l'altimetria, frutto di una elaborazione ex-novo del disegno delle isoipse in tutta la pianura, sarebbero stati riportati in entrambe le carte, ma con maggiore evidenza espressiva nella seconda (che appunto porta nel titolo il riferimento all'altimetria), mentre i tematismi relativi all'interpretazione geomorfologica avrebbero trovato la loro espressione specifica nella prima.

Le due grandi carte ottenute, pur trattando tematismi in gran parte diversi, si integrano bene fra loro. Per esempio, proprio lo studio analitico dell'altimetria è stato elemento di base per una nuova interpretazione geomorfologica del rilievo, che ha richiesto osservazioni e raccolta di dati «in campagna» o mediante i documenti da telerilevamento, o dalla cartografia geologica esistente; i punti quotati nella nuova cartografia tecnica prodotta dalle Regioni alle scale di 1:5.000 o 1:10.000 ci hanno permesso di effettuare il nuovo tracciamento delle isoipse con grande dettaglio. Una volta sintetizzati i dati, e riportati a scala ridotta nelle due carte pubblicate, viene offerta all'utilizzatore la possibilità di percepire con immediatezza la realtà fisica di questo territorio di pianura in quanto prodotta da una molteplicità di eventi succedutisi nel passato; realtà fisica che, anche ai nostri giorni, certamente non è statica. Inoltre, essa presenta importanti differenze tra una parte e l'altra dell'area esaminata.

Si tratta di un grande territorio di pianura a prima vista abbastanza uniforme, se ci si ferma ad un banale confronto con i territori di montagna o di collina. L'area misura 40.555 km² secondo Guzzetti & Reichenbach (1994), e sale a 46.045 km² se si aggiungono alcuni territori marginali (che questi autori definiscono «alpine foothills», ma in realtà per l'80% formati da pianure, «lowlands»). La popolazione residente, in totale, si aggira probabilmente intorno ai 20 milioni di persone; in tal caso la densità media sarebbe vicina a 500 abitanti per km².

La scelta di compiere ricerche di cartografia geomorfologica in un'area come questa si è rivelata assai produttiva, perché ha consentito di porre l'accento su molti fenomeni specifici, che in maggioranza derivano dalla complessa interazione di processi geologici nel sottosuolo e nelle catene contermini, di processi «esogeni», e di processi «antropici»; questi ultimi sviluppatasi con intensità crescente dai tempi preistorici all'«Attuale». In questa ottica, le due carte vogliono anche portare un contributo

Favero («Materiali», no. 7, 1986, Dipartimento di Geografia, Padova). *The work was organized into ten operative units, their personnel always being in close contact with each other and coordinated by the writer of this Chapter.*

Even in its preliminary phases, the project underwent several variations and was soon flanked by a parallel one, aiming at studying the vertical movements of the area, documented by surveys made by the Istituto Geografico Militare (I.G.M.) of Florence along the main network of high-precision levelling lines: this second project was coordinated by P. Russo, first at the University of Bologna and then at the University of Ferrara. In planning the final printing, it was decided that the altimetric results, the outcome of new processing of contour lines throughout the plain, would be shown on both maps but emphasized in the second (which, à propos, refers to altimetry); geomorphological interpretation would be specified in the first map.

The two large maps which were the result, although dealing with different topics, can easily be integrated. For example, analytical study of altimetry was the basic element for a new geomorphological interpretation of reliefs, which required observations and data collected in the field, from remote sensing surveys or from existing geological maps; the points quoted in the new technical map produced by the Regions (scales 1:5,000 or 1:10,000) allowed us to retrace the contour lines in great detail. Once the data had been processed and scaled down in the two published maps, users could immediately perceive the physical reality of this great territory, the product of multiple events which had occurred in the past: this physical reality is, even today, certainly not static. The maps also highlight significant differences between the various parts of the area examined.

The Po Plain is very large and, at first sight, appears to be quite uniform, if we simply stop at an ordinary comparison with mountainous or hilly areas. It covers 40,555 km² according to Guzzetti & Reichenbach (1994), but this figure becomes 46,045 km² if we add some marginal areas (defined by the above authors as «Alpine foothills», but actually 80% «lowlands»). The total resident population is probably around 20 million, in which case the mean density is approximately 500 inhabitants/km².

The decision to undertake research on geomorphological mapping in such an area turned out to be very productive, because we were able to highlight many specific phenomena mainly deriving from the complex interaction of geological processes in the subsoil and adjacent mountain chains, and «exogenous» and «anthropic» processes, the latter developing with increasing intensity from prehistoric times until the «present day». From this viewpoint, the two maps may also contribute towards further deep research, to be developed both on a supra-regional scale and on single parts, down to local scale (also for the benefit of land authorities).

For example, it is clear that proper geomorphological mapping of the Po Plain can supply important information on the risks of flooding (e.g., Bondesan & Masè, 1983; Ma-

per ricerche ulteriori, approfondite, che possono svilupparsi sia alla scala sopraregionale, sia per singole parti, fino alla scala locale: con beneficio anche per gli Enti preposti al governo del territorio.

Ad esempio, è assodato che la cartografia geomorfologica in pianura fornisce un importante contributo alla conoscenza dei rischi di allagamenti ed esondazioni nelle varie aree (ad es. Bondesan & Masè, 1983; Maraga, 1986, 1990; Bondesan, 1989; Marocco & Pessina, 1995).

Come annotazione pratica, occorre fare attenzione al «fondo topografico» che può apparire carente, perché sono stati omessi i normali contenuti riguardanti la rete stradale, quella ferroviaria, e una miriade di centri abitati (ovviamente, per la necessità di ottenere una rappresentazione chiara dei contenuti tematici). L'utilizzatore sa però che in queste carte trova come punti di riferimento, oltre che le città riportate, anche la rete idrografica, i confini di Provincia e di Regione, e l'indicazione degli spazi corrispondenti ai Fogli della *Carta Topografica d'Italia* dell'I.G.M. alla scala di 1:100.000, e ai Fogli alla stessa scala della *Carta Geologica d'Italia* prodotti negli anni passati dal Servizio Geologico Nazionale. Tali spazi si identificano facilmente perché sono riportate delle piccole croci in nero, nei luoghi in cui si incontrano i margini di tali fogli. Si può notare inoltre che le due carte indicano lungo i bordi esterni anche gli estremi dei meridiani e dei paralleli. Data la grande estensione, soprattutto in longitudine, delle carte stesse, fu necessario oltre che ridurre di scala i disegni originali al 100.000, anche ricomporli per l'assemblaggio entro un reticolato geografico elaborato appositamente (ad opera di P. Russo) in proiezione conica conforme di Lambert.

Queste *Note illustrative*, progettate nel 1995, sono frutto di un lavoro collegiale che ha potuto giovare delle ricerche di base, in buona parte originali, a cui tutti gli autori delle due carte hanno contribuito. È stata anche necessaria l'analisi d'insieme delle due carte, una volta stampate, ed è stata possibile la valorizzazione delle competenze particolari degli autori o gruppi di autori i cui nomi figurano in testa ai singoli capitoli. I capitoli illustrano anche le carte tematiche a scala minore inserite negli spazi al contorno, come pure i profili e i grafici rappresentati. Con le figure e le tabelle inserite in questo volume si è voluta arricchire la documentazione su un gran numero di fenomeni, già presenti in gran parte nelle *Carte* ma in modo più schematico. Nel testo e nell'elenco bibliografico si offre l'opportunità di conoscere, sia pure in sintesi, risultati di altre ricerche anche recenti. Le problematiche ambientali, che nella Pianura Padana rivestono grande importanza con aspetti peculiari, sono evidenziate nei due ultimi capitoli, ma sono via via sottolineate anche in quelli precedenti.

I contenuti specifici della *Carta altimetrica e dei movimenti verticali del suolo* vengono ampiamente presentati nei capitoli 4 e 13. Per la *Carta geomorfologica* sembra opportuno premettere alcune notazioni di carattere generale, sia metodologiche, sia concernenti le soluzioni cartografiche adottate; in modo più ampio, elementi di discussione si possono trovare in alcuni scritti precedenti (ad esempio Castiglioni, 1995, 1999; Castiglioni & alii, 1999).

raga, 1986, 1990; Bondesan, 1989; Marocco & Pessina, 1995).

As a practical annotation, attention must be paid to the «topographic background», which may appear to be scanty, because normal contents regarding road and rail networks and a myriad of small towns have been omitted (obviously, due to the need for clear representation of thematic contents). However, users will know that the maps indicate as reference points not only cities, but also the drainage network, boundaries between provinces and regions, indications of areas corresponding to the sheets of the Carta Topografica d'Italia of the I.G.M., scale 1:100,000, and the sheets on the same scale of the Carta Geologica d'Italia, produced in past years by the Italian Geological Service. These areas are easily identified by small black crosses, in those points where they meet the margins of the above sheets. The edges of the maps also give details of meridians and parallels.

In view of the great extent covered by the maps, mainly from West to East, it was also necessary not only to scale down the original 1:100,000 drawings but also to recompose them for assembly within a geographic grid (specially prepared by P. Russo), in a Lambert conic conformal projection.

These Illustrative Notes, planned in 1995, are the result of collaboration which exploited the mainly original basic research of all the authors of both maps. An overall examination of both maps, once printed, was also necessary, and the special expertise of the authors or groups of authors whose names are shown at the beginning of single chapters was exploited.

The chapters also illustrate the lower-scale thematic maps inserted on the sheets, together with profiles and graphs. The figures and tables inserted in this volume enrich documentation on a large number of phenomena, already mainly present in the maps but in less detail. The text and references, although briefly, mention other, sometimes recent, research. Environmental problems, which in the Po Plain take on considerable importance and often have peculiar aspects, are emphasized in all chapters but mainly highlighted in the last two.

The specific contents of the Map of Relief and Vertical Movements are amply presented in chapters 4 and 13. As regards the Geomorphological Map, it is appropriate to add some notes, both general and methodological, concerning the mapping itself; in more detail, elements for discussion may be found in previous works (e.g., Castiglioni, 1995, 1999); Castiglioni & alii, 1999).

When deciding to operate on a medium scale, international and national experience was drawn upon (Demek & Embleton, 1978; Pellegrini, 1991), since the advantages for several fields of application had been amply demonstrated. A «semi-detailed» map, which can also be used for general studies, was thus the result (Castiglioni & Cavalin, 1987).

The Legend had to be configured in view of the peculiarities of the region: prevalence was given to a «morphogenetic criterion», i.e., referring to the main processes to which the various «landforms» are ascribed. The choice of

Con la scelta di operare ad una scala media, si è tenuto conto dell'esperienza internazionale e nazionale (Demek & Embleton, 1978; Pellegrini, 1991), in cui erano stati ampiamente dimostrati i vantaggi per svariate opportunità di applicazioni. Di fatto si è ottenuta una carta «di semi-dettaglio» (Castiglioni & Cavallin, 1987), cui non manca la possibilità di utilizzo per studi d'insieme.

La *legenda* ha dovuto essere configurata in vista delle particolarità di una regione di pianura, e in essa si è data la prevalenza ad un «criterio morfogenetico», con riferimento cioè ai principali processi a cui si debbono ascrivere, classificandole, le varie «forme» del suolo. La scelta dei colori risponde a questo criterio di base, con qualche adattamento per esigenze di chiarezza e, fin dove possibile, per esigenze di semplicità. Si nota, ad esempio, che i colori di fondo o retini che esprimono la natura dei materiali di superficie e che nelle varie aree della carta si presentano come campiture, sono raggruppati in tre colori principali: il verde per i sedimenti fluviali, fluvioglaciali e lacustri, il marrone per le sabbie litoranee, l'arancio per i materiali di alterazione superficiale; non disturba l'impiego dell'arancio anche per alcune superfici in ambiente di laguna. Si sovrappongono a volte i retini in viola per le coltri di loess. Gli elementi dovuti ai processi antropici sono rappresentati quasi sempre con segni neri, e risultano facilmente riconoscibili.

È compito di queste *Note* mettere in evidenza anche le importanti interazioni tra le opere antropiche e lo svolgimento di altri processi geomorfologici che hanno perduto in tal modo il loro carattere propriamente «naturale».

Si ponga attenzione al fatto che la carta rappresenta solo implicitamente i «processi geomorfologici», perché il suo contenuto riguarda essenzialmente il risultato dello svolgimento di questi nel tempo, ossia «le forme» (Castiglioni & Cavallin, 1987). Solo in pochi casi la *legenda* prevede indicazioni sulla «tendenza evolutiva», quella che si è manifestata nell'ultimo cinquantennio e che tuttavia può essersi, nel frattempo, anche modificata: si allude qui alle segnature relative alle tendenze evolutive delle linee di riva (nell'ambito delle forme litoranee); un altro caso riguarda i corsi d'acqua con recente tendenza all'approfondimento (nell'ambito delle segnature relative all'idrografia). Lo studio dei processi ha bisogno di una trattazione specialistica, e male si adatta a rappresentazioni cartografiche a carattere regionale che vogliano descrivere le forme di qualunque origine esse siano; in questo, le *Note Illustrative*, pur nella loro brevità, hanno una funzione di guida e di integrazione alla carta, anche con il rinvio ad altre pubblicazioni recenti a cui sia possibile attingere per l'avanzamento degli studi.

L'originalità di una carta a carattere regionale è soprattutto evidente nel momento in cui essa presenta non solo la distribuzione dei vari tipi di forme e i loro raggruppamenti, ma anche le connessioni tra forme di dimensioni diverse e di diversa genesi, in quanto vari processi hanno operato nel passato simultaneamente o alternativamente, lasciando tracce ancor oggi riconoscibili nel paesaggio: esse, insieme alle forme attualmente «in evoluzione», fanno parte integrante del paesaggio geografico.

colours corresponds to this basic criterion, with a few adaptations for the sake of clarity and, where possible, of simplicity. For example, the background colours expressing the nature of surface materials which are shown in various areas as rasters, are grouped into three main colours: green, for fluvial, fluvioglacial and lacustrine sediments; brown for beach sands; and orange for superficial weathered materials; orange is also used for some lagoonal surfaces. Violet rasters overlap for loess covers. Elements due to anthropic processes are almost always represented in black and their distribution is thus very clear.

These Notes also aimed at emphasizing significant interactions between anthropic works and other geomorphological processes which have lost their originally natural character as a result.

Attention should be paid to the fact that the Map only implicitly represents «geomorphological processes», because its content deals essentially with their outcome in time, i.e., landforms (Castiglioni & Cavallin, 1987). Only in a few cases does the Legend indicate «evolutionary tendencies» which have manifested themselves over the last fifty years but which may undergo rapid change: examples are shorelines (in the case of littoral forms), or watercourses with recent tendencies to deepening (drainage network). Study of these processes would require a specialized treatise and does not lend itself to regional-scale mapping describing all forms, of whatever origin. So these Illustrative Notes, although brief, act as a guide to and integration of the Map, with references to other recent publications of interest.

The originality of a regional-scale map is mainly apparent when it shows not only the distribution of the various types of landforms and their groupings, but also connections between forms of various sizes and origins, since several processes may have operated in the past simultaneously or alternately, leaving traces which can still be recognized in the landscape: these traces, together with forms currently «in evolution», are an integral part of the geographic landscape.

The «morphochronological criterion», which classifies forms according to their age, was not followed, because revision of Quaternary chronostratigraphy in the Po Plain and along its margins will require work on the new Geological Map of Italy, scale 1:50,000. As regards our Geomorphological Map, the plain clearly reveals extensive areas of older modelling, characterized by weathering or sometimes loess covers. In addition, the Map shows river diversions, particularly those which took place in historical times and are best documented, together with annotations of the century in which such events occurred (see also table 9.1).

Regarding the legend, the above annotations express, alone, not only the complexity of the phenomena examined here and the inevitable operational limitations imposed by the enormous area and the quantity of work required, but also the considerable efforts required for clear, easy reading.

As in all scientific works, we were aware of having to go deeply into many topics, some of which are already

Il «criterio morfocronologico», che dovrebbe classificare le forme secondo la loro età, non è stato seguito, tenuto conto del fatto che la revisione della cronostratigrafia del Quaternario in pianura e lungo i suoi margini spetterà alle ricerche di preparazione per la nuova carta geologica nazionale alla scala 1:50.000. Per quanto concerne questa *Carta Geomorfologica*, nella pianura si individuano con facilità le grandi aree di modellamento più antico, in quanto caratterizzate dalla presenza di coltri di alterazione, o anche di loess; inoltre la carta stessa riporta, per i fenomeni di deviazione dei fiumi, in particolare per quelli di epoca storica meglio documentati, il secolo in cui si verificò l'evento (si veda anche la tabella 9.1 in queste *Note*).

Le annotazioni che precedono, a proposito della legenda, esprimono da sole sia la complessità dei fenomeni, sia gli inevitabili limiti operativi imposti dalla vastità dell'area e dalla quantità di lavoro necessario, sia infine lo sforzo fatto per raggiungere un risultato di chiara lettura.

Come in ogni lavoro scientifico, c'è stata la consapevolezza di dover approfondire molti temi, dei quali alcuni già abbastanza noti o solo parzialmente noti, o poco noti. Si è compiuto uno sforzo aggiuntivo per voler operare insieme e per ottenere un prodotto cartografico unitario, pur provenendo gli autori da scuole diverse, e quindi anche avendo essi varie esperienze acquistate in studi interdisciplinari, locali o regionali, in aree talora abbastanza diverse dal punto di vista geomorfologico. La ricerca di un linguaggio e di una terminologia comuni, alla fine, si risolve in un'utilità d'ordine generale.

Nel corso del lavoro, diversi autori hanno anche realizzato studi preliminari, destinati a facilitare i confronti e a «saggiare» la validità delle scelte fatte con la legenda. Rinviando all'elenco bibliografico, si possono qui ricordare i lavori di Castaldini (1987, 1996), di Cavallin & alii (1987), di Bondesan & alii (1989), di Ajassa & alii (1989, 1990), di Castiglioni & alii (1990), di Elmi & alii (1991), di Cortemiglia & Cortemiglia (1994); e inoltre i primi esempi di utilizzazione dei dati di parti estese o della carta intera, già assemblati ma in forma provvisoria prima della pubblicazione (Cavallin & Giuliano, 1992; Bondesan A. & alii, 1992; Autori Vari, 1992; Bondesan M. & alii, 1995a). Questi ultimi lavori mostrano l'utilità delle due carte in temi concernenti problemi ambientali di viva attualità.

Per gli scopi del nostro lavoro ci si è avvalsi particolarmente dei progressi compiuti in Italia dagli studi concernenti i processi fluviali e fluvioglaciali di pianura, data anche la vastità degli spazi occupati nella carta da forme legate a tali processi; in questa materia, inoltre, sono state messe a frutto importanti esperienze di lavoro interdisciplinare a cavallo tra la geomorfologia, l'archeologia e la geopedologia, sebbene in queste *Note* sia stato possibile darne informazione solo in brevi riassunti.

Un'attenzione particolarmente viva è stata posta al tema della subsidenza, con gli approfondimenti esposti sia nelle carte e nei grafici collegati alla *Carta Altimetrica e dei movimenti verticali del suolo*, sia nei capitoli che seguono. Questo è uno degli aspetti per cui le due carte ri-

well-known, others only partially or very little. Additional efforts were therefore directed at the will to work together and to create a single cartographic product, even though the authors come from different schools and have gained varying types of experience in interdisciplinary, local or regional studies, in sometimes very diverse areas from the geomorphological viewpoint. The search for a common language and terminology was, in itself, an additional note of interest and, in the end, was resolved to the general advantage.

During this work, many authors carried out preliminary studies, destined to facilitate comparisons and test the validity of decisions made about the Legend. As regards the References, we mention here the works of Castaldini (1987, 1996), Cavallin & alii (1987), Bondesan & alii (1989), Ajassa & alii (1989, 1990), Castiglioni & alii (1990), Elmi & alii (1992) and Cortemiglia & Cortemiglia (1994), and also the first example of data exploitation of extensive parts of the Map, or sometimes of all of it, already assembled provisionally before publication (Cavallin & Giuliano, 1992; Bondesan A. & alii, 1992; Autori Vari, 1992; Bondesan M. & alii, 1995a). The latter works reveal the usefulness of the two Maps as far as now hotly debated environmental problems are concerned.

For the precise aims of our work, we particularly examined progress in Italy on plain fluvial and fluvioglacial processes, in view of the enormous spaces occupied on the Map by forms linked to such processes. We also exploited recent significant results of interdisciplinary work spanning fields as far apart as geomorphology, archeology and geopedology, although only summarized data could be given in these Notes.

Particular interest was focused on the topic of subsidence, sinking rates being shown both on the maps and in the graphs accompanying the Map of Relief and vertical movements of Po Plain and in the following chapters. This is one of the aspects in which the two maps integrate each other to the full.

We could add (without distorting the meaning generally given to classifications of geomorphological processes) that subsidence, in a «fragile» region like that of the Po Plain, may be considered as a geomorphological process in itself, although it is rarely translated into specific superficial forms. It generally causes changes in the morphogenetic environment and variations in the altitude of forms due to the action of other processes. In detail, the Geomorphological Map shows cases in which «differential subsidence» gives rise to particular conformations of the terrain.

We do not need to go further into the fundamental processes which, alone or in association, cause subsidence: we refer readers to chapters 6, 10, 12, 13, 14 and 15, which describe the distribution, velocity and effects of subsidence as a complex phenomenon, within the physical framework of the Po Plain.

Since we began our work, interest has continued to grow in the geomorphological study of plains, particularly as a result of various Italian and international initiatives. To mention only a few, we quote here the activity of the

sultano meglio integrarsi tra loro. Si potrebbe aggiungere (senza il timore di forzare troppo il significato che si dà di solito alle classificazioni dei processi geomorfologici) che la subsidenza, in una regione di pianura «fragile» come la nostra, può essere considerata alla stregua di un *processo geomorfologico*, sebbene esso si traduca raramente in forme di superficie specifiche. Di solito invece essa ha per effetto modificazioni dell'ambiente morfogenetico e variazioni di quota di forme modellate sotto l'azione di altri processi. In dettaglio, verranno indicati i casi in cui la «subsidenza differenziale» dà luogo a particolari conformazioni del terreno leggibili nella *Carta Geomorfologica*.

Non occorre qui dilungarsi sui processi elementari che da soli o associati tra loro provocano la subsidenza: per la loro analisi si vedano i capitoli 6, 10, 12, 13, 14, 15, in cui si mettono in evidenza la distribuzione, la velocità e gli effetti della subsidenza come fenomeno complesso, nel quadro dell'assetto fisico della pianura.

Gli anni trascorsi dall'inizio del nostro lavoro ad oggi hanno visto un crescente interesse per lo studio geomorfologico delle pianure, particolarmente con il susseguirsi di iniziative italiane ed internazionali. Per indicarne solo alcune, occorre partire dalla precedente attività del Gruppo di Lavoro (poi Commissione) dell'Unione Geografica Internazionale, sulle pianure fluviali e costiere; quindi si segnalano due convegni dedicati alle «pianure minori» italiane, organizzate nell'ambito dei progetti nazionali del M.U.R.S.T. (coordinatore P.R. Federici), rispettivamente a Pescara (1987) e ad Urbino (1991); le giornate di studio presso la Società Geografica Italiana (Roma, 3-4 giugno 1993) sul tema «Assetto fisico e problemi ambientali delle pianure italiane»; negli «Atti» (Castiglioni & Federici, 1995), tra l'altro, è consultabile un'ampia rassegna bibliografica degli studi sulle nostre pianure compiuti fino ad allora (A. Bondesan & alii, 1995). Infine va ricordato il recentissimo convegno «Le pianure, conoscenza e salvaguardia: il contributo delle Scienze della Terra» (Ferrara, 8-11 Novembre 1999) promosso dalla Regione Emilia-Romagna con la collaborazione dell'Università di Ferrara.

Working Group (later Commission) of the International Geographical Union on fluvial and coastal plains; two seminars devoted to «minor plains» in Italy, organized within Italian M.U.R.S.T. projects (coordinated by P.R. Federici), respectively in Pescara (1987) and Urbino (1991); and the study days at the Società Geografica Italiana (Rome, June 3-4 1993) on «Physical aspects and environmental problems in Italian plains», the proceedings of which (Castiglioni & Federici, 1995) contain an ample bibliographical review of studies on Italian plains until that year (Bondesan A. & alii, 1995).

Lastly, we mention the recent seminar on «Plains, knowledge and protection: what Earth Sciences can contribute» (Ferrara, November 8-11, 1999), organized by the Emilia-Romagna Region in collaboration with the University of Ferrara.