

<i>Bollettino della Società Paleontologica Italiana</i>	36 (1-2), 1997	ISSN 0375-7633	179-187	-	Parma, Dicembre 1997
---	----------------	----------------	---------	---	----------------------

Stratigrafia dei depositi quaternari della Provincia di Parma

Gianmarco DI DIO * Sergio LASAGNA ** Domenico PRETI * Mactar SAGNE ***

* Ufficio Geologico Regione Emilia Romagna

** Consulente Regione Emilia Romagna

*** Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Parma

KEY WORDS - *Synthem, Geological survey, Unconformity, Padan basin, Satellite basin, Quaternary.*

RIASSUNTO - Viene presentata la Carta geologica dei depositi quaternari della Provincia di Parma relativamente a tutta la fascia pedeappenninica e di alta e media pianura compresa tra il T. Enza ed il T. Stirone. I depositi quaternari sono stati mappati in superficie e nel sottosuolo utilizzando unità stratigrafiche a limiti inconformi (UBSU: Unconformity Bounded Stratigraphic Units). Sono state definite e cartografate le seguenti unità:

Supersintema Quaternario Marino Qm (suddiviso in 3 sintemi: Qm1, Qm2, Qm3).

Supersintema Emiliano SSE (suddiviso in 2 sintemi: Sintema Emiliano Inferiore SEI, Sintema Emiliano Superiore SES).

La tettonica, attiva per tutto il Quaternario, condiziona lo sviluppo del bacino di sedimentazione determinandone la segmentazione in settori strutturalmente svincolati. Nel settore compreso tra il T. Stirone ed il T. Parma, caratterizzato da un bacino poco subsidente, di forma svasata ed interessato da eventi tettonici poco intensi, si preservano sequenze deposizionali di spessore relativamente modesto. Nel settore tra il T. Parma ed il T. Enza, caratterizzato da un bacino molto subsidente, stretto ed interessato da eventi tettonici intensi, si sviluppano sequenze deposizionali fortemente discordanti e di spessore elevato.

ABSTRACT - [Stratigraphy map of the Quaternary deposits of Parma Province] - *The geologic map of Quaternary deposits of Parma Province, presented in this paper, refers to the foothills of the apennines and the middle-upper Po alluvial plain between the Enza and Stirone rivers.*

The Quaternary deposits were mapped on surface and in subsurface using Unconformity Bounded Stratigraphic Units (U.B.S.U.), in accordance with Italian Geological Survey standards.

The mapped units are:

Marine Quaternary Supersynthem Qm (divided into 3 synthem: Qm1, Qm2, Qm3).

Emilian Supersynthem ESS (divided into 2 synthem: Lower Emilian Synthem LES, Upper Emilian Synthem UES).

The basin geometry is of the "complex type" (sensu Ricci Lucchi, 1986) with a thrust-based basin (satellite basin) marginal to a foredeep.

Tectonics, active during the Quaternary System, determined the geometry of the sedimentary basin and produced its segmentation into two different geostructural sectors. The sector located between the Stirone and Parma rivers was characterized by slow subsidence and was involved in low intensity tectonic movements. Therefore the sedimentary sequences are generally thin. In contrast the sector located on the East side of the Parma river was characterized by fast subsidence stacking thicker sedimentary sequences with considerable angular unconformities.

INTRODUZIONE

Il presente studio è stato realizzato nell'ambito del progetto CARG (Legge 67/88) per la realizzazione della nuova Carta Geologica Nazionale scala 1:50.000, tramite convenzione tra il Servizio Geologico Nazionale e la Regione Emilia Romagna. L'area studiata comprende la fascia di territorio pedecollinare e di alta e media pianura che si estende con orientamento all'incirca parallelo al margine appenninico (WNW - ESE) tra il T. Stirone ed il T. Enza. Il rilevamento di superficie è stato esteso, verso monte, fino quasi ai limiti di affioramento con le unità Liguri ed Epiliguri, mentre verso valle ci si è spinti fino all'altezza della Via Emilia. Grazie soprattutto ai pozzi ed alle numerose linee sismiche AGIP l'interpreta-

zione del sottosuolo è stata estesa verso Nord fino ai paesi di Busseto e Colorno.

METODOLOGIA DI LAVORO

Obiettivo dello studio è stato quello di mappare sia in superficie che nel sottosuolo, i depositi quaternari delle zone di margine appenninico e di pianura della Provincia di Parma. Per tale scopo i depositi quaternari sono stati cartografati utilizzando unità stratigrafiche a limiti inconformi (UBSU: Unconformity Bounded Stratigraphic Units) secondo le indicazioni della "Guida al rilevamento della Carta Geologica d'Italia" alla scala 1 : 50.000 (CNR - CCGG 1991) e l'International Stratigraphic Guide (2nd ed. 1994). Il lavoro si è articolato in una prima fase di rilevamento di cam-

pagna alla scala 1:10.000. Successivamente si è cercato di riconoscere ed individuare, anche nel sottosuolo, le diverse unità quaternarie prendendo in esame le stratigrafie relative ai campi pozzi AGIP di Montepelato, Vigatto, Corcagnano, Medesano, Collecchio, Bellena, Fontevivo ecc., i sondaggi AMPS per ricerca idropotabile e le stratigrafie (circa 1.500 ma non sempre attendibili) dei pozzi per acqua messe a disposizione dal Servizio Provinciale Difesa del Suolo di Parma. Nelle zone ritenute di maggior interesse o con dati scarsi e/o contraddittori è stata programmata una specifica campagna di sondaggi geognostici. A tutt'oggi sono stati realizzati 10 sondaggi a carotaggio continuo spinti tra i 100 e i 200m di profondità. Le correlazioni ottenute sono quindi state confrontate ed integrate con numerosi profili sismici messi gentilmente a disposizione dall'AGIP.

STRATIGRAFIA FISICA DEI DEPOSITI QUATERNARI

La Carta geologica riportata in Fig. 1 è stata elaborata con l'intento di fornire una rappresentazione semplice e sintetica ma nello stesso tempo completa di tutte le informazioni ottenute dal rilevamento di campagna e dallo studio dei dati di sottosuolo. Per tale scopo in Carta sono riportati, oltre alla geologia di superficie, anche le isobate della base dei depositi quaternari continentali che rappresenta la principale superficie di inconformità presente nel sottosuolo dell'area indagata. Non sono rappresentate al momento le isobate di tutte le rimanenti inconformità individuate nell'area di studio. Sono comunque già disponibili 19 sezioni geologiche (4 a direzione NW - SE e 15 a direzione NE - SW) spinte tra i 600 e i 1.400 m di profondità, delle quali si riportano, per motivi di spazio, solo 3 esempi in Fig. 2. In Fig. 3 è riportata una sezione stratigrafica (indicata come "*transversal facies section*" nella Carta geologica) che taglia tutta l'area indagata in senso trasversale. Essa ci fornisce un esempio di come siano stati correlati i dati di campagna direttamente osservati in affioramento con i dati di sottosuolo.

SUPERSINTEMA QUATERNARIO MARINO (QM)

Il Supersintema Quaternario Marino (Qm), depostosi tra fine Pliocene - inizio Pleistocene e circa 800.000 anni b.p., è costituito da una successione sedimentaria suddivisa in tre sintemi (dal basso Qm1, Qm2, Qm3), ben individuabili nei profili sismici AGIP, la cui genesi è legata all'attività delle strutture di embricazione sepolte.

I sintemi Qm1 e Qm2 iniziano con una fase di

sollevamento e basculamento del margine con conseguente erosione e risedimentazione in bacino di parte dei depositi precedenti. Segue una fase di subsidenza postettonica con sedimentazione caratterizzata, come rilevano i riflettori sismici, da espansione stratigrafica, dovuta al basculamento verso l'esterno del margine strutturato. I depositi presenti a tetto di ciascun sintema, costituiti da sabbie e ghiaie di ambiente litorale con, localmente, sviluppo di litofacies lagunari, testimoniano la più o meno rapida progradazione dei sistemi costieri al termine della subsidenza postettonica.

Il sintema Qm3, identificato su base sismica, riflette una fase di strutturazione crostale estesa a tutto il bacino Padano-Adriatico. Vengono attribuiti al sintema Qm3 ed interpretati come depositi di riempimento di valle incisa i livelli di argille e ghiaie continentali rinvenuti nel sondaggio PR 199S3 (loc. Boschi di Carrega a Sud di Collecchio) tra i 100 e i 120 m di profondità e quelli in affioramento in sponda destra del torrente Scodogna a quota 130 m.s.l.m.

Il livello guida noto in letteratura come "calcarene fossilifera", documentato nel sottosuolo dai pozzi AGIP e rinvenuto in superficie in diverse località, viene interpretato come deposito residuale corrispondente alla migrazione dell'antica linea di costa al di sopra della superficie di inconformità basale del Qm. A tetto il Qm è troncato da una superficie erosiva di importanza bacinale e sigillato in discordanza angolare dai depositi del Supersintema Emiliano.

Nel bacino satellite interno lo spessore del Qm può raggiungere i 1.000m. In corrispondenza della zona di alto strutturale (vedi p.185) esso risulta sempre estremamente ridotto o addirittura completamente eroso, come a Monticelli, mentre a Nord della zona di alto, cioè procedendo verso il depocentro dell'avanfossa, il Qm aumenta bruscamente il proprio spessore. In corrispondenza di Parma ad esempio supera i 1.000 m di potenza.

SUPERSINTEMA EMILIANO (SSE)

Il Supersintema Emiliano (SSE), depostosi a partire da circa 800.000 anni b.p. è costituito da una successione sedimentaria suddivisibile in 2 sintemi (dal basso SEI e SES) separati da una importante inconformità affiorante in diverse località e rinvenuta in tutti i pozzi eseguiti dalla RER. La base del SSE viene datata a circa 800.000 anni b.p. con riferimento agli studi paleomagnetici di Bucha *et al.* (1975) i quali individuarono, nella serie del T. Stirone, l'evento Jaramillo (termine 0.89 M.a.) in corrispondenza delle sabbie marine

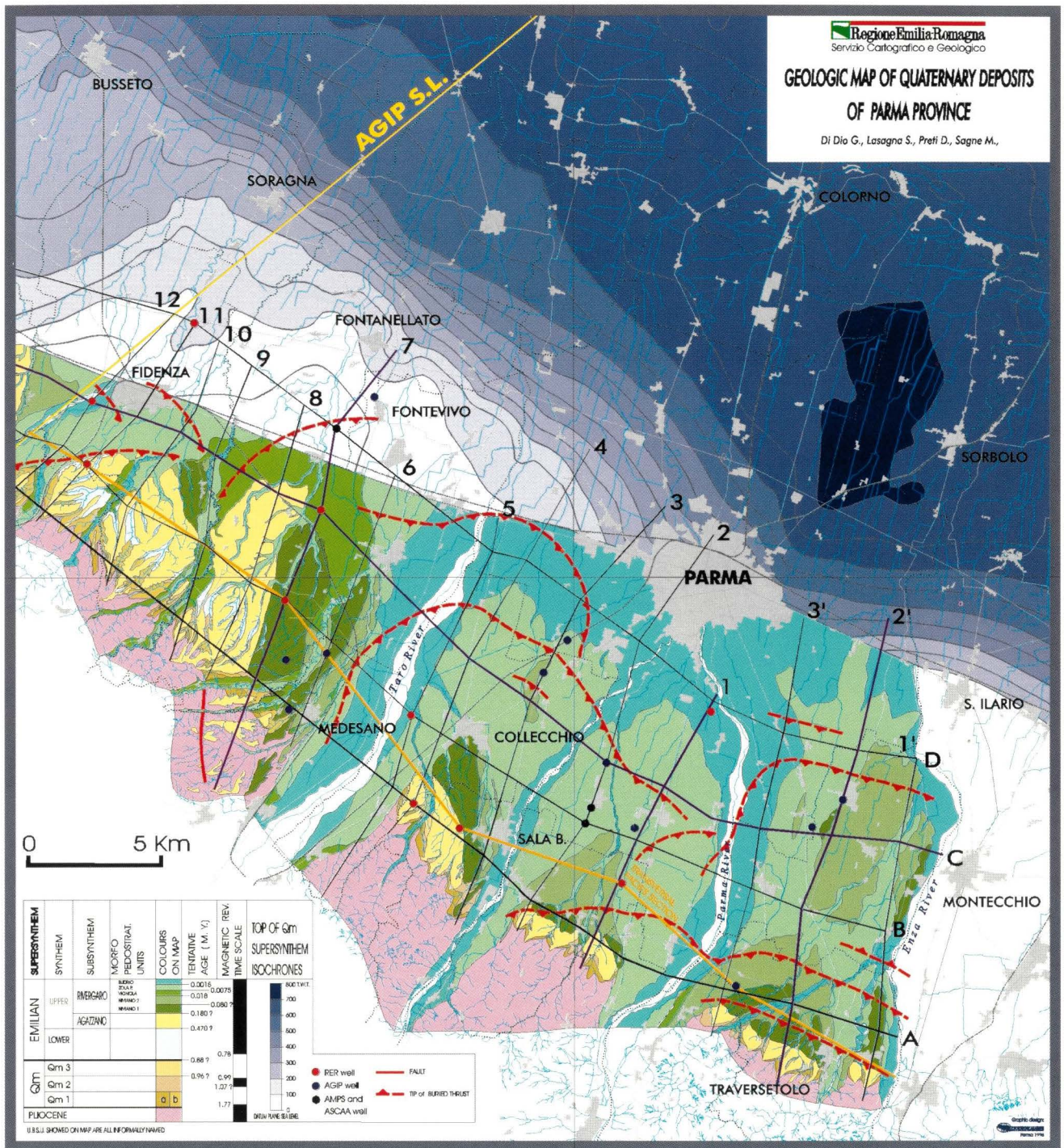


Fig. 1 - Carta geologica dei depositi quaternari della Provincia di Parma.

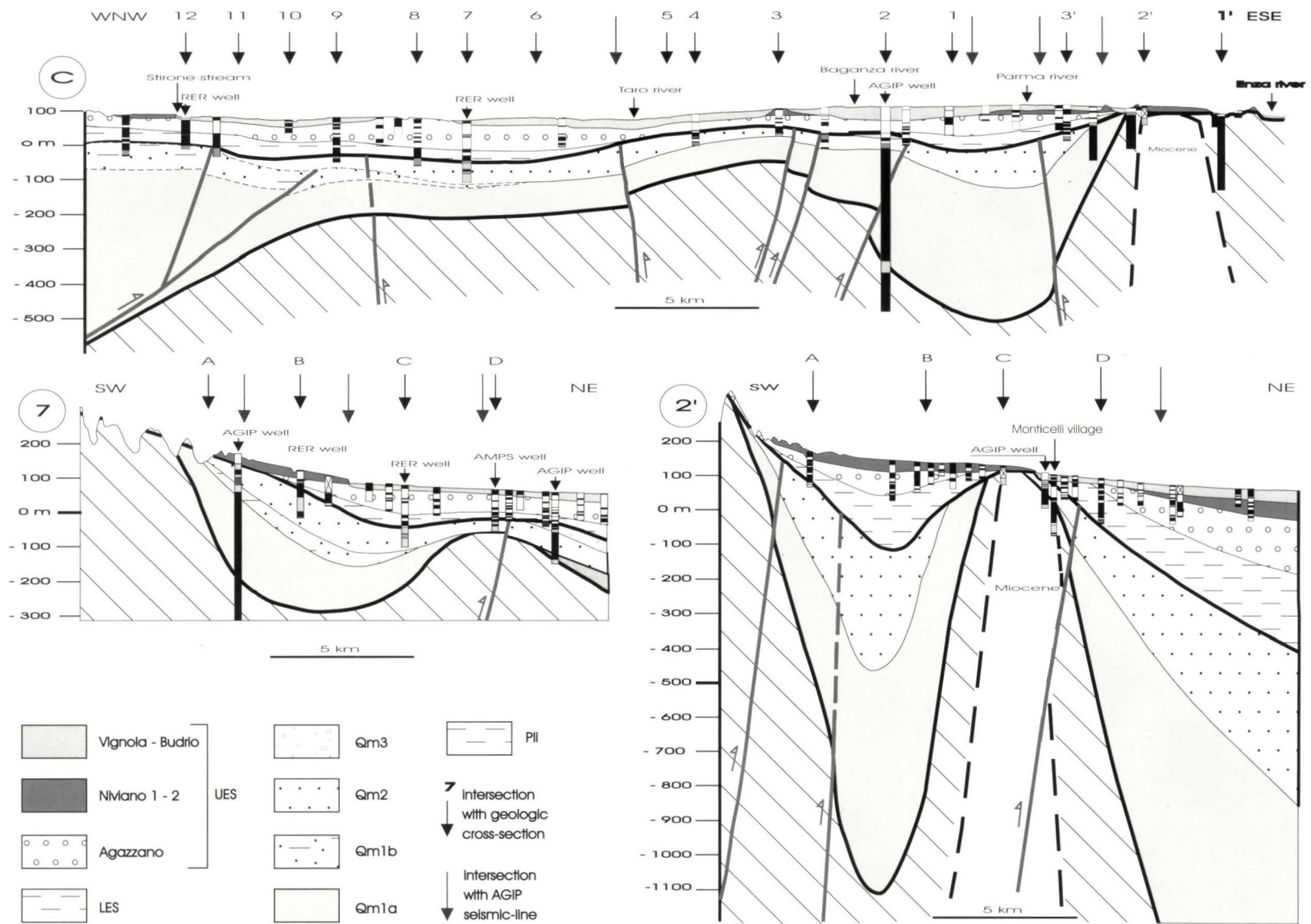


Fig. 2 - Sezioni geologiche

STRATIGRAPHIC AND FACIES SECTION ALONG THE SOUTHERN MARGIN OF THE QUATERNARY PO RIVER BASIN (PARMA PROVINCE)

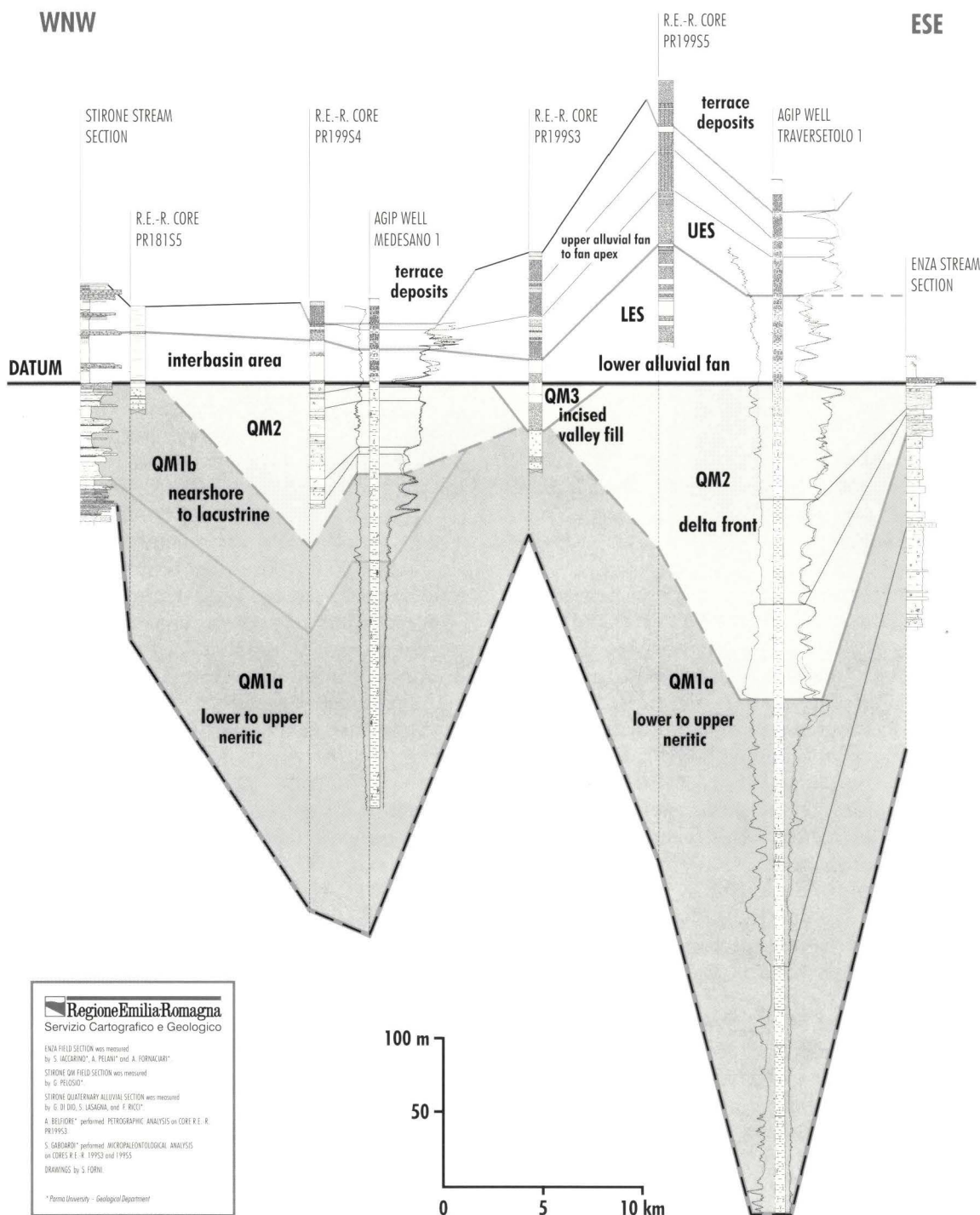


Fig. 3 - Sezione stratigrafica e di facies parallela al margine meridionale del Bacino Quaternario Padano (Provincia di Parma).

immediatamente sottostanti alla superficie di inconformità posta alla base del SSE. Tale superficie non è sempre visibile nei profili sismici AGIP data la scarsa risoluzione dei riflettori alle basse profondità.

Sintema Emiliano Inferiore (SEI)

Il Sintema Emiliano Inferiore (SEI) depositosi tra circa 800.000 e 470.000 ? anni b.p. è stato studiato in superficie con riferimento essenzialmente alle sezioni del torrente Enza e del torrente Stirone, peraltro già oggetto di numerosi lavori (Cremaschi, 1982; Cigala Fulgosi, 1976), mentre nel sottosuolo è stato attraversato e dettagliato da tutti i sondaggi eseguiti dalla RER. Si tratta di un'unità deposta in ambiente di piana alluvionale durante un prolungato periodo di subsidenza regionale. Essa è costituita da depositi prevalentemente fini con intercalazioni di corpi ghiaiosi dotati di limitata continuità laterale. In corrispondenza dei conoidi alluvionali principali (Taro, Baganza, Parma) i depositi ghiaiosi diventano localmente preponderanti.

La superficie di inconformità tra il SEI ed il SES affiora nel torrente Stirone in corrispondenza dei m 34 della sezione stratigrafica misurata dagli scriventi (Fig. 3: Stirone stream section, UES / LES) e nel torrente Scodogna in corrispondenza dell'isoipsa di quota 125 m.s.l.m. (Fig. 5d). La natura stessa dei depositi non consente però di riconoscere direttamente una eventuale discordanza angolare oltre che stratigrafica tra le 2 unità. Nel sottosuolo la superficie di inconformità è ben riconoscibile nei profili sismici AGIP a Nord della zona di alto strutturale dove i biostratigrafi dell'AGIP (comunicazione personale) hanno tentativamente datato a circa 470.000 anni b.p. il limite tra SEI e SES tracciando l'inconformità in corrispondenza di sedimenti marini relativamente profondi e ricchi in nannoplancton. Nel bacino satellite interno la risoluzione sismica risulta quasi sempre insufficiente per una corretta interpretazione dei riflettori.

Lo spessore del SEI è compreso tra i 10 e i 90m circa nel bacino satellite; in corrispondenza della zona di alto strutturale il SEI è quasi sempre completamente eroso mentre a Nord della stessa aumenta rapidamente di spessore. In corrispondenza di Parma ad esempio esso presenta una potenza di circa 250m.

Sintema Emiliano Superiore (SES)

Il Sintema Emiliano Superiore (SES) risulta suddivisibile in 2 Subsintemi: il Subsintema Agazzano che si deposita durante la fase di subsi-

denza immediatamente successiva al sollevamento regionale che è posto all'origine della superficie di inconformità tra SEI e SES, ed il Subsintema Rivergaro in corrispondenza del quale inizia la fase di sollevamento regionale che determina il basculamento del Subsintema Agazzano e la formazione delle superfici terrazzate successive.

Il SES è un'unità costituita da depositi di conoide alluvionale, con ghiaie prevalenti in corrispondenza degli apparati fluviali principali e limi prevalenti o comunque più abbondanti nelle aree di interconoide. Con riferimento al sondaggio PR199S3 (loc. Boschi di Carrega) all'interno del Subsintema Agazzano sono stati riconosciuti 3 cicli deposizionali probabilmente attribuibili a 3 distinti cicli climatici il cui inizio è collocabile, sulla base delle correlazioni sismiche, con gli omologhi depositi marini e per confronto con le curve paleoclimatiche (Ruddiman *et al.*, 1989) intorno ai 470.000, 380.000 e 280.000 anni b.p. rispettivamente. Ciascun ciclo è costituito da una porzione inferiore ghiaiosa (spessa circa 10 m nel sondaggio PR199S3) e da una porzione superiore fine (spessa circa 20 m nel 1° ciclo, 10 m nel secondo e nel 3°, sempre con riferimento al sondaggio PR199S3). Le ghiaie risultano intensamente pedogenizzate con sviluppo a tetto di suoli tipici di un ambiente caldo umido per cui si deve ritenere che le stesse, immediatamente dopo la loro deposizione, siano venute a trovarsi in condizioni di prolungata esposizione e poi alluvionate e ricoperte dai depositi fini di chiusura del ciclo.

Sulla base di quanto discusso sopra si attribuisce al Subsintema di Agazzano un'età compresa tra i 470.000 e 180.000 anni b.p. Il Subsintema di Rivergaro è stato suddiviso su base morfologica e pedostratigrafica in 4 unità (dalla più antica: Unità Niviano1, 180.000 - 80.000 anni b.p., Unità Niviano2, 80.000 - 18.000 anni b.p., Unità Vignola, 18.000 - 7.500 anni b.p., Unità di Zola P. < 7.500 anni b.p.) poste in superficie a quote diverse e separate da scarpate. L'età dell'unità Niviano è stata dedotta, in via al momento approssimativa, sulla base di ritrovamenti (Prof. Bernabò Brea M. del Museo Archeologico di Parma, comunicazione personale) attribuibili ad industrie comprese tra la fine del Paleolitico antico e l'inizio del Paleolitico superiore in associazione allo studio dei profili di alterazione dei depositi con riferimento alla metodologia proposta da Mc Faden (1988). La datazione dei terrazzi più recenti (unità Vignola e unità di Zola P.) risulta viceversa decisamente più attendibile. Si basa infatti, oltre che sul ritrovamento di numerosi reperti del Mesolitico e del Neolitico, parecchi dei quali venuti a giorno recentemente in

occasione degli scavi per la tangenziale di Collecchio e per la posa del metanodotto SNAM ed oggetto di una specifica campagna di studi da parte della cooperativa Archeosistemi di Reggio Emilia, anche su una serie di datazioni assolute effettuate con il metodo del C14 su campioni provenienti da scavi e dai sondaggi effettuati dalla RER.

TETTONICA E SEDIMENTAZIONE

La geometria del bacino studiato (Figg. 2 e 4) è di tipo complesso (*sensu* Ricci Lucchi, 1986). Si individua infatti una zona di alto strutturale (involuppo delle rampe frontali dei "thrusts" sepolti) che isola, in posizione interna, un bacino satellite a sezione asimmetrica con vergenza verso l'avampae- se; l'avanfossa s.s. comincia ad aprirsi a partire dal lato settentrionale dell'alto strutturale stesso. Il bacino satellite migra nel tempo verso l'avampae- se, attraverso scatti ritmati dai movimenti delle sottostanti strutture di embricazione che determinano la traslazione verso nord delle cerniere strutturali e degli assi di subsidenza principali. Come risulta dalla Fig. 2 sez.C, la geometria del bacino

non è cilindrica in direzione assiale in quanto le rampe laterali dei "thrusts" sepolti ne determinano, a partire quanto meno dalla fine del Pliocene inferiore, la segmentazione in settori strutturalmente svincolati. Più precisamente nell'area studiata si possono differenziare dal punto di vista strutturale e conseguentemente per evoluzione sedimentaria, 2 settori principali. Da Est:

- settore 1, tra T. Enza e T. Parma;
- settore 2, tra T. Parma e T. Stirone, a sua volta suddivisibile in 2 settori minori, rispettivamente ad Est e ad Ovest del T. Parola (quest'ultimo settore ricollegabile alla struttura di Salsomaggiore). Tra i settori si individua una fascia intermedia di basso strutturale, sede di cospicui accumuli sedimentari. Essa rappresenta la zona di convergenza delle rampe laterali dei "thrusts" appartenenti ai due settori contigui. Nel 1° settore il bacino satellite è molto stretto e profondo (Fig. 2 sez. 2) mentre nel 2° settore esso risulta decisamente più svassato e meno profondo (Fig. 2 sez. 7).

Questa diversa strutturazione, imputabile ad un raccorciamento maggiore delle coperture sedimentarie nel 1° settore rispetto al 2°, determina una diversa evoluzione deposizionale. A tale pro-

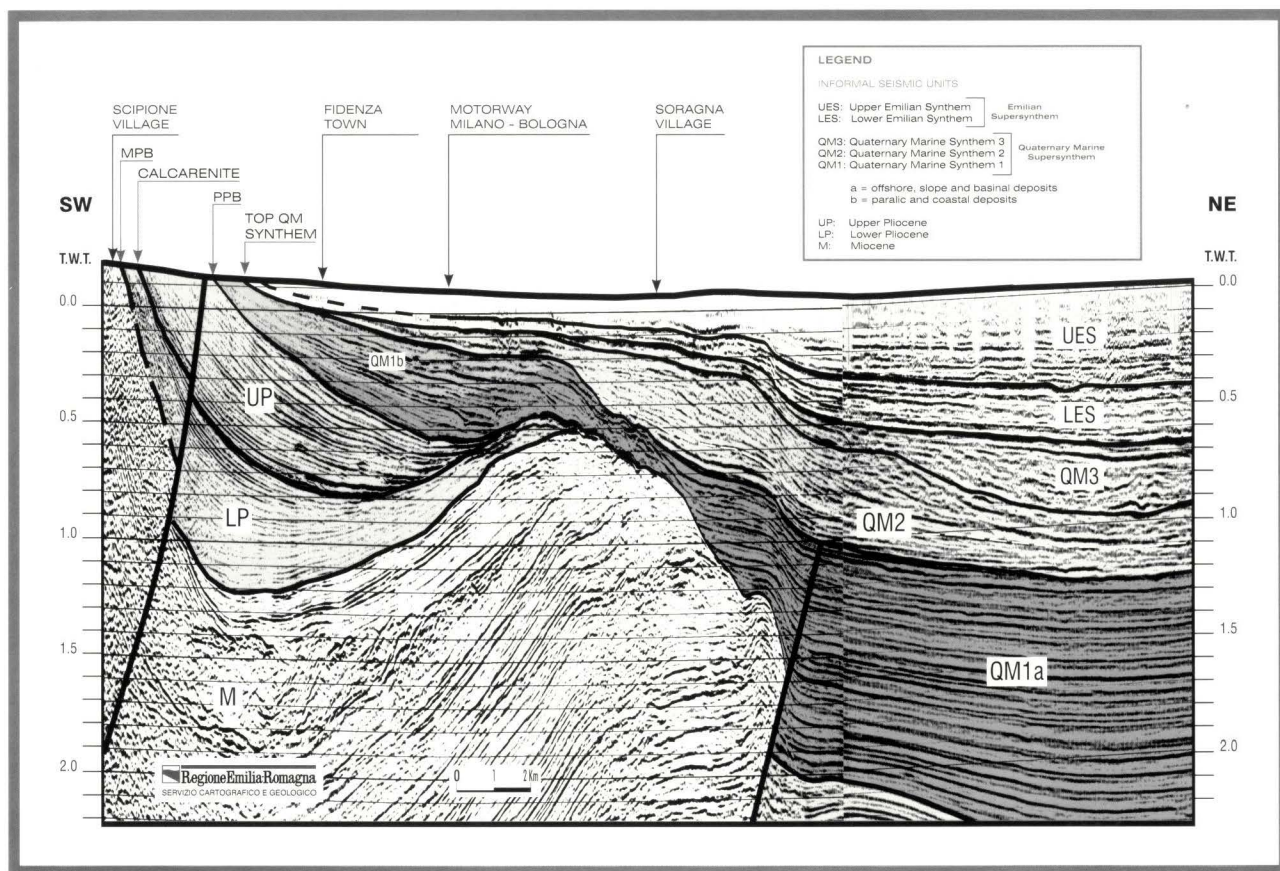


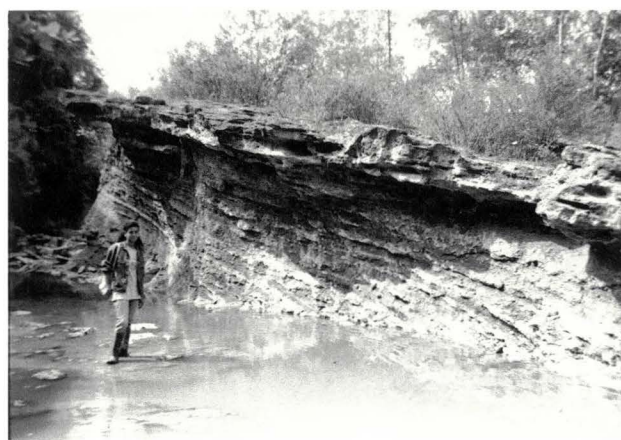
Fig. 4 - Linea sismica AGIP

posito l'esame della Fig. 3 mostra che al di sopra dell'inconformità basale del Qm, nel settore 2, si sviluppa un gruppo di sequenze deposizionali poco spesso ed a rapida tendenza regressiva. Si passa infatti, in un regime di scarsa subsidenza locale, da depositi fini di ambiente neritico (Qm1a) a depositi grossolani di ambiente litorale-deltizio (Qm1b/Qm2) e poi continentale (Supersintema Emiliano). Viceversa, nel settore 1, in risposta all'alto tasso di subsidenza locale, sopra l'inconformità basale del Qm si sviluppa un gruppo di sequenze deposizionali a prevalente tendenza aggradante e nel complesso molto spesso.

CONCLUSIONI

In conclusione si può affermare che è possibile cartografare i depositi quaternari della Provincia di Parma tramite U.B.S.U., come suggerito dalla nor-

mativa emanata dal Servizio Geologico d'Italia. Le unità di rango maggiore cartografate (supersintemi) rappresentano unità genetiche di riempimento di un bacino la cui conformazione viene definita durante eventi tettonici brevi ed intensi, registrati a scala regionale (circa 2.0-1.8 M.a., base Qm; circa 1.0-0.8 M.a., base SSE). Anche i sintemi e i subsintemi rappresentano unità genetiche di riempimento, la cui origine è dovuta a movimenti strutturali di minore ampiezza ed estensione areale, ma tali da determinare una evidente riorganizzazione delle cerniere strutturali e degli assi di subsidenza locali. All'interno delle unità di quest'ultimo rango è spesso ancora possibile riconoscere e mappare unità cicliche minori (ad es. terrazzi alluvionali o alternanze decametriche di depositi a tessitura grossolana e fine), la cui origine è probabilmente da correlare con le variazioni cicliche del clima e con le glaciazioni.



a



b



c



d

Fig. 5 - a) "Calcarene fossilifera" posta alla base del Supersintema Qm. Loc.: T. Stirone; b) Superfici di inconformità tra il Sintema Qm1b ed il Sintema Qm2 e tra quest'ultimo ed il SES. Loc.: Costamezzana; c) Superfici di inconformità tra la sequenza pliocenica ed il Sintema Qm2 e tra quest'ultimo ed il SES. Loc.: Maiatico; d) Superficie di inconformità tra il SEI ed il SES. Loc.: T. Scodogna.

BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, P.A. & HOMEWOOD, P., 1986, Foreland Basins: I.A.S. Spec. publ. 8, Blackwell Scient. Publ., Oxford: 453pp.
- BERNABÒ BREA, M., GHIRETTI, A., POLGLASE, C. & VISCONTI, V., 1990, I siti neolitici lungo il torrente Cinghio (Parma): Preistoria Alpina - Museo Tridentino di Scienze Naturali., 24: 103-164.
- BERNINI, M. & CLERICI, A., 1983, Individuazione di un campo di sforzi compressivo in alcuni affioramenti del Pleistocene continentale del margine appenninico presso Collecchio (Parma): Boll. Soc. Geol. It., 102: 369-384.
- & PAPANI, G., 1987, Alcune considerazioni sulla struttura del Margine Appenninico emiliano fra lo Stirone e l'Enza (e sue relazioni con il Sistema del Taro): l'Ateneo Parmense, Acta Naturalia, 23 (4): 219-240.
- BUCHA, V., HORACEK, J., KOCI, A., SIBRAVA, V. & LOZEK, V., 1975, Paleomagnetic correlations of Pleistocene sediments of Central Europe: IGCP, Quaternary Glaciations in the Northern Hemisphere, Report 2: 9-36.
- CIGALA FULGOSI, F., 1976, *Dicerorhinus hemitoeus* (Falconer) del postVillafranchiano della formazione fluviolacustre del T. Stirone (Salsomaggiore, Parma): Boll. Soc. Paleont. Ital., 15 (1): 59-72.
- CREMONINI, G. & RICCI LUCCHI, F., (eds), 1982, Guida alla Geologia del margine Appenninico-Padano, S.G.I., Bologna: 247pp.
- ISTITUTO DI GEOLOGIA, PALEONTOLOGIA E GEOGRAFIA DELL'UNIVERSITA DI PARMA, 1965a, Carta Geologica 1:100.000 della Provincia di Parma e zone limitrofe.
- IUGS I.C.S. - I.S.S.C., 1994, International Stratigraphic Guide (Second Ed.) A. Salvador, Geol. Soc. Am., Boulder: 142 pp.
- MC FADEN, L. D., 1988, Climatic influence on rates and processes of soil development in Quaternary deposits of Southern California: Geological Society of America, Special paper, 216: 153-175.
- MUTTI, A., 1993, Caratteristiche e problemi del popolamento terramaricolo in Emilia occidentale. Ministero Beni Culturali e Ambientali Soprintendenza Archeologica dell'Emilia Romagna. Studi e Documenti di Archeologia, Quaderni 3: 403pp.
- PASQUARÉ, G., ABBATE, E., BOSI, C., CASTIGLIONI, G.B., MERENDA, L., MUTTI, E., OROMBELLI, G., ORTOLANI, F., PAROTTO, M., PIGNONE, R., POLINO, R., PREMOLI SILVA, I. & SASSI, F.P., 1992, Carta Geologica d'Italia - 1:50.000. Guida al rilevamento. C.N.R., Commissione per la cartografia geologica e geomorfologica. Servizio Geologico Nazionale, Quaderni Serie III, 1: 203pp.
- PAPANI, G. & PELOSIO, G., 1963, La serie Plio-Pleistocenica del T. Stirone (Parmense occidentale): Boll. Soc. Geol. It., 81 (2): 293-335.
- PELOSIO, G. & RAFFI, S., 1974, Osservazioni su *Arctica islandica* ed altri Lamellibranchi del Calabrian dell'Emilia occidentale: l'Ateneo Parmense, Acta Naturalia, 10: 347-367.
- PETRUCCI, F., BIGI, B., CAVAZZINI, R., MORESTORI, L., PANICIERI, E., PECORARI, M. & ROSSETTI, G., 1975, Ricerche sulle acque sotterranee nella pianura parmense e piacentina. Sezioni interpretative degli acquiferi (parte prima). Grafiche STEP, Parma.
- PIERI, M. & GROPPI, G., 1981, Subsurface Geological Structure of the Po Plaine, Italy. C.N.R., P.F. Geodinamica, pubbl. n. 414: 13pp.
- RICCI LUCCHI, F., 1986, The Oligocene to Recent foreland basins of the northern Apennines: In Allen, P. A., & Homewood, P. (eds.), Foreland Basins, I. A. S. Spec. Publ. 8: 105-139.
- RUDDIMAN, W. F., RAYMO, M. E., MARTINSON, D. G., CLEMENT, B. M. & BACKMAN, J., 1989, Pleistocene evolution - northern hemisphere ice sheets and north atlantic ocean: Paleooceanography, 4: 353-412.

(manuscript received November 30, 1996
accepted June 30, 1997)

Gianmarco DI DIO
Domenico PRETI

Ufficio Geologico Regione Emilia Romagna
Viale Silvani 4/3, 40122 Bologna, Italy

Sergio LASAGNA
Consulente Regione Emilia Romagna
Via Statale 63 53, 42044 Gualtieri (RE), Italy

Mactar SAGNE
Dipartimento di Scienze della Terra
Viale delle Scienze 78, 43100 Parma, Italy