

Durante il primo stadio (Miocene superiore) la sequenza mesozoico-paleogenica, intercalata tra le evaporiti triassiche e i depositi miocenici flyschiodi, scollata ampiamente dal basamento, veniva sottoposta a sforzi compressivi che agivano lungo la lunghezza degli strati, raccorciati progressivamente da una combinazione di deformazioni («buckling») e più o meno omogenee tensioni («strain») (appiattimento «pre-buckling» e «post-buckling»). All'inizio il livello di amplificazione era minimo e si realizzava con lo sviluppo di un clivaggio per soluzione per pressione. A un certo particolare sforzo corrispondeva un grande aumento dell'amplificazione ed un improvviso sviluppo delle pieghe. Il massimo raccorciamento teorico secondo un piegamento puramente concentrico è 36%, cosicché ogni ulteriore sforzo compressivo oltre questo valore raccorciava il Calcare Massiccio, secondo faglie inverse ad alto angolo, ricoperte («draped») dalle formazioni pelagiche sottilmente stratificate della sequenza. Durante il Pliocene inferiore l'area veniva sottoposta ad un ulteriore raccorciamento e le preesistenti strutture sovrascorrevano verso Est lungo i piani di taglio a basso angolo compressivi e transpressivi, già descritti.

1.2. - STRATIGRAFIA DEL TRIASSICO-GIURASSICO

S. Cresta

In questo capitolo, così come nei successivi, vengono fornite le caratteristiche sintetiche, di tutte le unità che dal Mesozoico al Cenozoico affiorano nell'area umbro-marchigiana (fig. 1) per introdurre il lettore agli schemi e alle figure contenuti nella descrizione degli itinerari. In quella sede non saranno commentate le caratteristiche generali delle unità litostratigrafiche ma solamente messe in risalto le particolarità lito, bio e cronostratigrafiche delle sezioni.

Le diverse unità definite nella letteratura come Formazioni o Gruppi vengono qui discusse come unità informali senza voler quindi attribuirle ad un rango litostratigrafico più che ad un altro.

Introduzione - I primi sedimenti marini depositati nel bacino umbro-marchigiano sono ascrivibili al Norico quando, a seguito di una trasgressione su un'area stabile tabulare, sotto l'influenza di un clima arido, si sviluppano tre litofacies principali: evaporiti, dolomiti e alternanze di calcari e marne. Nell'area appenninica i sedimenti corrispondenti

two-stage deformation (LAVECCHIA, 1981, 1985; BARCHI and others, 1988).

During a first stage (Late Miocene), the Mesozoic-Paleogene sedimentary sequence, embedded between the Triassic evaporites and the Miocene flysch-like deposits, largely detached from the basement, was submitted to a compressive stress which acted along the length of the layers and was shortened progressively by a combination of buckling and more or less homogeneous strain (pre-buckling and post-buckling flattening). At the beginning the amplification rate was rather small and realized by the development of the pressure solution cleavage. At some particular finite strain there was a great increase of the amplification and a sudden development of the folds. The maximum theoretical shortening by purely concentric folding is 36%, so that any further compressive strain above this value shortened the Calcare Massiccio, by means of high-angle reverse faults draped by the thinly bedded pelagic formations of the multi-layer and by homogeneous internal strain. During the Early Pliocene the area underwent further shortening and the pre-existing features were transported eastward by the low-angle described compressional and transpressional shear planes.

1.2. - TRIASSIC - JURASSIC STRATIGRAPHY

S. Cresta

In order to prepare the reader for the sketches and figures contained in the descriptions of the field trips, this chapter and those following it present descriptions summarized from the literature of all the units that make up the Umbria-Marche Succession (Fig. 1). Only the bio and chronostratigraphic features of the sections chosen as examples will be discussed in the field trip notes, while the general characteristics of the lithostratigraphic units will not.

The units defined as Formations or Groups in the literature will be discussed here as informal units, without assigning one lithostratigraphic rank to them rather than another.

Introduction - The earliest marine sediments deposited in the Umbria-Marche Basin are Norian in age. They were deposited following a marine transgression onto a stable shelf under arid conditions; three main facies developed: evaporitic, dolomitic, and alternating calcareous and marly. In the Apennine region, these sediments are known

sono stati riconosciuti solamente in sondaggio (MARTINIS e PIERI, 1964) nel pozzo Burano, perforato nell'omonima valle (v. itinerario II).

I sedimenti delle prime due litofacies sono stati inclusi nella formazione delle *Anidriti di Burano*, caratterizzata quindi da un'alternanza di dolomie e anidriti, depostesi in ambienti lagunari, tidali e di sabkha. Lo spessore riconosciuto di questa unità raggiunge il migliaio di metri. In un ambito più generale, può essere considerata coeva di altre unità analoghe, quali i Grezzoni (Toscana) e la Dolomia Principale del Gran Sasso (Abruzzi).

In Toscana e in Umbria, su questa unità, giacciono alcune decine di metri di calcari fossiliferi, depostisi in ambiente euxinico, riunite nell'unità dei Calcari a *Raethavícula contorta* (PASSERI, 1975, 1979; CIARAPICA e PASSERI, 1978, 1980a, b).

Successivamente, nell'Hettangiano, si sviluppa un ambiente di piattaforma carbonatica con facies di barra oolitica, di laguna, di piana tidale a cui corrispondono sedimenti carbonatici a stratificazione massiva nei quali si alternano intervalli laminati, paleosuoli, sviluppi stromatolitici, barre oolitiche, riuniti nell'unica formazione del *Calcare Massiccio* (COLACICCHI ed altri, 1970; CENTAMORE ed altri, 1971). Questa unità raggiunge in alcuni affioramenti lo spessore notevole di alcune centinaia di metri (fig. 54).

Nel Sinemuriano superiore avviene la fratturazione di quest'area di piattaforma carbonatica e si individuano nella regione umbro-marchigiana degli ambienti deposizionali diversificati (da neritico a batiale superiore) che, per tutto il Giurassico e anche nel Cretacico inferiore, conferiscono al fondo marino dell'area in esame una morfologia articolata in zone rialzate, collegate da pendii più o meno inclinati a zone depresse (v. capitolo 4.3.).

Le unità litostratigrafiche del Giurassico conosciute in letteratura hanno spesso denominazioni e significati diversi a seconda degli Autori. Nella stesura della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, sono identificate le seguenti unità: Calcare Massiccio del Burano, Calcare Massiccio del Monte Nerone, Corniola, Unità Calcarea Marnosa del Sentino, Formazione del Bosso, Calcari Diasprigni, Maiolica e Formazione del Bugarone. Recentemente CRESTA ed altri (in stampa) hanno proposto la suddivisione litostratigrafica della successione esposta qui di seguito (fig. 4), dove sono state prese in considerazione le differenti situazioni transizionali che si realizzano lungo le aree di raccordo tra le zone di alto strutturale (v. capitolo 4.3.). Le eteropie di facies e le interdigitazioni tra

only from the drilling of the Burano Well, in the Burano Valley (MARTINIS and PIERI, 1964) (see field trip II).

The sediments of the first two facies have been combined in the *Anidriti di Burano* Formation, a thousand meters of alternating dolomites and anhydrites deposited under lagoonal and tidal conditions in the vicinity of sabkhas. On a regional scale, this unit can be considered coeval with other structurally analogous units, such as the Grezzoni, deposited in Tuscany, and the Dolomia Principale del Gran Sasso, deposited in Abruzzi.

In Umbria and Tuscany, this unit is overlain by a few tens of meters of fossiliferous marls deposited under euxinic conditions, termed the Calcari a *Raethavícula contorta* unit (PASSERI, 1975, 1979; CIARAPICA and PASSERI, 1978, 1980a, b).

Later, in the Hettangian, a carbonate platform with oolitic bar, lagoonal, and tidal flat facies developed, upon which the poorly stratified, massive carbonate sediments of the Calcare Massiccio, consisting of alternating laminated intervals, paleosoils, stromatolitic mats, and oolite bars (COLACICCHI and others, 1970; CENTAMORE and others, 1971), were deposited. In some outcrops, this formation reaches thicknesses of a few hundreds of meters (fig. 54).

During the Late Sinemurian the carbonate platform of the Umbria-Marche Region broke up, forming a series of intrabasinal highs and lows connected by slopes with varying inclinations, and producing a diversity of depositional environments (from neritic to upper bathyal) that persisted throughout the Jurassic and into the Early Cretaceous (see chapter 4.3.).

The Jurassic lithostratigraphic units described in the literature have had a variety of names and meanings assigned to them by the people working on them. In the 1:50,000 scale Geologic Map of Italy, the following units are distinguished: Calcare Massiccio del Burano, Calcare Massiccio del Monte Nerone, Corniola, Unità Calcarea Marnosa del Sentino, Formazione del Bosso, Calcari Diasprigni, Maiolica, and Bugarone. Recently, CRESTA and others (in press), proposed the lithostratigraphic subdivision of the succession shown in figure 4, which takes the different types of transitions that occur in the regions connecting the structural highs into consideration (see chapter 4.3.). Facies variations and interdigitations are identified through the correlation of ammonite biozones and with the use of other biostratigraphic markers in the intervals lacking ammonite assemblages.

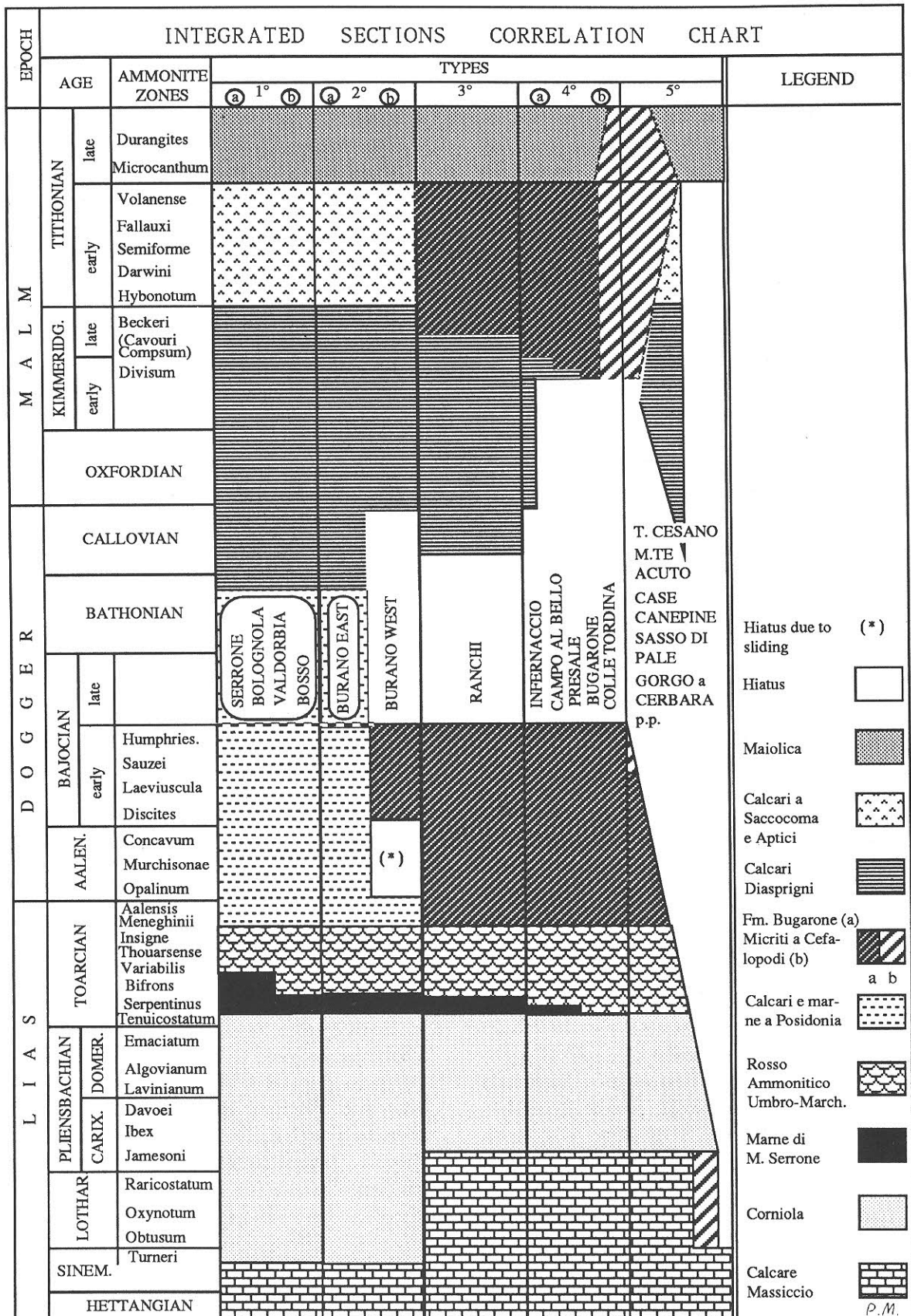


Fig. 4. - Rappresentazione sintetica di cinque tipi e due sottotipi di successione identificabili sulla base della presenza e della estensione stratigrafica delle formazioni giurassiche. Viene qui preferito questo approccio piuttosto di quello attualmente in uso che suddivide le successioni in complete, ridotte e condensate in quanto, viste le caratteristiche evolutive del bacino di sedimentazione giurassico umbro-marchigiano è impossibile organizzare tutti i tipi esistenti di successioni stratigrafiche in soli tre modelli teorici (da CRESTA ed altri, in stampa).

- Schematic representation of the five types and two sub-types of sequences distinguishable on the basis of the presence and chronostratigraphic range of the Jurassic formations. We prefer this approach rather than that traditionally used, of sub-dividing the sequences into complete, condensed and reduced, because, given the characteristics of the sedimentary evolution of the Umbria - Marche Basin, it is impossible to arrange all the existing types of succession into just three categories, (after CRESTA and others, in press).

unità litostratigrafiche sono state riconosciute tramite la correlazione alla scala zonale ad ammoniti e con l'uso di altri indicatori biostratigrafici negli intervalli dove le associazioni ad ammoniti non sono rappresentate.

Questo è avvenuto principalmente per la formazione dei Calcari Diasprigni correlati alla scala cronostratigrafica mediante le associazioni a radiolari descritte da BAUMGARTNER (1984, 1987, 1989).

La definizione delle unità litostratigrafiche schematizzate in figura 4, è basata principalmente sulle variazioni significative nel rapporto tra la sedimentazione carbonatica prevalente e l'influenza che su questa hanno avuto gli aumenti episodici di argilla e silice (organismi a guscio siliceo). Nel caso della formazione del Bugarone, il riconoscimento di un'estesa lacuna stratigrafica, ha reso necessaria la suddivisione in due unità.

Va infine notato come a tutt'oggi, nonostante i numerosi e secolari studi sulla litostratigrafia giurassica dell'area umbro-marchigiana, solo poche tra le unità impiegate possiede una sezione tipo sufficientemente documentata.

Corniola (Sinemuriano superiore-Toarciano basale) - È caratterizzata, nella sua litofacies tipica, da calcari micritici grigi e nocciola, con stratificazione regolare di spessore da centimetrico a decimetrico; la tessitura tipica è quella mudstone, più raramente wackestone. Sono presenti, specialmente nella porzione inferiore, livelli di selce e, nella porzione superiore, interstrati argillosi. Trattandosi di sedimenti che si depositavano in un bacino la cui morfologia era ancora in via di sviluppo, sono frequenti episodi detritici, fenomeni di «slumping» e variazioni laterali di facies e di spessori. In particolare, vistosi fenomeni di risedimentazione e di «slumping» sono riconoscibili nell'intervallo Sinemuriano superiore (Zona a Turneri)-Lotharingiano inferiore (Zona a Obtusum) (v. itinerario III, fig. 59, 60), ed in generale continuano durante tutta la sedimentazione giurassica.

Nella porzione inferiore della Corniola sono diffusi risedimenti consistenti in gran parte di frammenti di crinoidi e/o di granuli carbonatici

Fig. 5. - Schema della zonazione ad ammoniti utilizzata per la correlazione biostratigrafica dei sedimenti giurassici appenninici; fino ad oggi non sono state riconosciute associazioni ad ammoniti del Bathoniano, Calloviano, Oxfordiano e Kimmeridgiano basale.

- Jurassic ammonite zones used for biostratigraphic correlations in the Umbria - Marche Apennines. To date, ammonite associations of Bathonian, Callovian, Oxfordian and basal Kimmeridgian age have not been identified.

PERIOD	EPOCH	AGE	AMMONITE ZONES	
JURASSIC	MALM	THITHONIAN late	DURANGITES MICROCANTHUM	
		THITHONIAN early	VOLANENSE FALLAUX I SEMIFORME DARWIN I HYBONOTUM	
		KIMMERIDGIAN late	BECKER I CAVOUR I COMP SUM	
		KIMMERIDGIAN early	DIVISUM	
	O X F O R D I A N			
	C A L L O V I A N			
	B A T H O N I A N			
	DOGGER	BAJOCIAN late	? GARANTIANA ? SUBFURCATUM	
		BAJOCIAN early	HUMPHRIESIANUM SAUZEI LAEVIUSCULA DISCITES	
		AALEN.	CONCAVUM MURCHISONAE OPALINUM	
		TOARCIAN	AALENSIS MENEHINII INSIGNE ? THOUARSENSE VARIABILIS BIFRONS SERPENTINUS TENUICOSTATUM	
	LIAS	PLIENSBACHIAN CARIAXIANDOMERIAN	EMACIATUM ALGOVIANUM LAVINIANUM	
		LOTHAR.	DAVOEI IBEX JAMESONI	
		LOTHAR.	RARICOSTATUM OXYNOTUM OBTUSUM	
SINEM.		TURNERI		
H E T T A N G I A N				

originatisi in zone di acque basse, così come lito-clasti della precedente formazione del Calcarea Massiccio («Corniola con Marmarone» Auct.).

L'intervallo Sinemuriano sup.-Pliensbachiano è interessato da variazioni laterali di facies testimoniate dal fatto che i sedimenti pelagici della Corniola sono dapprima eteropici con la persistente sedimentazione carbonatica di piattaforma in aree limitate di alto strutturale e in seguito, sempre su queste aree di alto strutturale definitivamente annegate alla base del Pliensbachiano, con i sedimenti micritici contenenti foraminiferi bentonici, piccoli gasteropodi, sphinctozoi, coralli, ammoniti, bivalvi, brachiopodi e rari radiolari («Rosa a Crinoidi» di COLACICCHI ed altri, 1970; v. anche PALLINI e SCHIAVINOTTO, 1981). Lo spessore di questa unità varia da circa 200 m a 10-20 m nelle successioni di alto strutturale.

All'interno di questa formazione sono stati riconosciuti numerosi orizzonti ad ammoniti (FERRETTI 1970, 1972, 1975; VENTURI, 1978; DOMMERGUES ed altri, 1983; CECCA ed altri, 1987a, b; PALLINI, 1986; KALIN e URETA, 1987) rendendo quindi possibile una sua esatta correlazione bio-cronostratigrafica all'intervallo compreso tra le Zone a Turneri (Sinemuriano superiore) e a Tenuicostatum (Toarciano inferiore).

Al tetto della Corniola sono riconoscibili in molte sezioni dell'area umbro-marchigiana uno o due strati, caratterizzati da fenomeni di «hard-ground» o «firm-ground» (v. ELMI, 1981; KALIN e URETA, 1987), contenenti una ricca associazione ad ammoniti il cui elemento dominante è dato dalle specie del genere *Dactylioceras*.

Marne di Monte Serrone - (= Unità Calcarea Marnosa del Sentino) (Toarciano inferiore) - Questa unità è caratterizzata da marne grigio-verdi nelle quali si intercalano, specialmente nella porzione inferiore, livelli calcarenitici. Raggiunge spessori massimi di alcune decine di metri (50-60); a volte è caratterizzata da spessori esigui.

Sempre all'interno di questa unità, nelle sezioni di Valdorbia (v. fig. 31, 34) e di Fosso del Presale (CRESTA e GALACZ, in stampa; REALE ed altri, in stampa), sono stati riconosciuti dei livelli bituminosi ricchi in carbonio organico, riferibili ai «black shales» descritti da JENKINS (1985), JENKINS ed altri (1985), JENKINS e CLAYTON (1986).

All'interno di questa formazione i livelli ad ammoniti non sono molto frequenti e i fossili non sempre hanno una conservazione soddisfacente. È stato comunque possibile riconoscere faune delle Zone a Tenuicostatum, *Serpentinus* e *Bifrons* con-

The use of other markers proved necessary mainly in the Calcarea Diasprigni, which were dated using the radiolarian assemblages described by BAUMGARTNER (1984, 1987, 1989).

The definition of the lithostratigraphic units shown in figure 4 is based for the most part on the significant variations in the predominantly carbonate sedimentation produced by periodic increases in clay and silica (siliceous organisms). The discovery of a sizable stratigraphic gap in the Bugarone unit rendered its division into two sub-units necessary.

Finally, one should note that, though the Umbria-Marche Sequence has been subject to intense study for over a century, few of the Jurassic lithostratigraphic units have sufficiently well documented type sections.

Corniola (Late Sinemurian-Earliest Toarcian) - Typically consists of regularly bedded grey to nutty brown micritic limestones; bedding ranges from centimeters to decimeters in thickness. Texturally it is therefore generally a mudstone and more rarely a wackstone. There are, especially in the lower part of the formation, chert horizons, and in the upper part, argillaceous interbeds. Since these sediments were deposited in a basin that was still evolving morphologically, clastic sediments, slumps, and slides are common, as are lateral variations in facies and thickness. In particular, though resedimentation and slumping occurred throughout the Jurassic, there were significant episodes of both during the Late Sinemurian (Turneri Zone) and the Early Lotharingian (Obtusum Zone) (see field trip III, fig. 59, 60).

In the lower part of the Corniola Formation (termed «Corniola con Marmarone» by some authors), resedimented deposits consisting for the most part of crinoid remains and/or carbonate grains formed in shallow water, as well as lithoclasts from the underlying Calcarea Massiccio Formation, are common.

Proof that there were lateral facies variations in the Upper Sinemurian - Pliensbachian interval is furnished by the way the pelagic Corniola sediments at first differ from the carbonate platform sediments deposited on limited intrabasinal highs, and then, as these structural highs sank at the beginning of the Pliensbachian, from the radiolarian poor micrites containing benthonic foraminifera, small gastropods, sphinctozoans, corals, ammonites, bivalves, and brachiopods deposited on them («Rosa a Crinoidi» described by COLACICCHI and others, 1970; see also PALLINI and SCHIAVINOTTO, 1981).

sentendone quindi la correlazione con il Toarciano inferiore (VENTURI, 1981).

Rosso Ammonitico – (Toarciano inferiore p.p.-Toarciano superiore p.p.) – Questa unità è caratterizzata da calcari e calcari marnosi nodulari, con noduli, di dimensioni centimetriche, a contorno irregolare, allungati secondo le superfici di strato, circondati da una matrice argilloso-marnosa, il cui colore varia da grigiastro-giallastro a rosso, contenenti generalmente una ricca associazione ad ammoniti, da cui il nome. In alcune sezioni (Itinerario I, sezione di Valdorbica, fig. 32, 38) si osservano, intercalati ai sedimenti nodulari, degli strati composti da sedimenti laminati risedimentati che consentono la sua suddivisione in livelli, mentre in altre i livelli risedimentati diminuiscono in numero e spessore, fino ad annullarsi completamente (v. itinerario III, sezione di Cava Bugarone, fig. 67). Lo spessore di questa unità varia da 7 a 20 metri.

All'interno di questa formazione i numerosi livelli ammonitiferi hanno consentito il riconoscimento delle Zone a *Serpentinus*, *Bifrons*, *Variabilis*, *Thouarsense*, *Insigne* e la conseguente correlazione dell'unità al Toarciano.

È stato inoltre possibile riconoscere la diacronia del limite inferiore di questa unità (v. fig. 4) che, in alcune successioni, è riferibile alla Zona a *Serpentinus* mentre in altre (v. sezione di Monte Serrone, fig. 87) al tetto della Zona a *Bifrons*.

Calcari e Marne a Posidonia (Toarciano superiore p.p.-Bathoniano) – Questa unità è caratterizzata da sedimenti calcarei a tessitura mudstone e più raramente wackestone, ricchi in «resti filamentosi», nodulari nella parte inferiore con intercalati livelli risedimentati e «slumps». Il suo limite inferiore è posizionato al di sotto della ripresa di una sedimentazione in strati calcarei prevalenti sui livelli nodulari, quello superiore al di sotto dell'inizio della sedimentazione calcarea con livelli di selce (Calcari Diasprigni). Lo spessore raggiunto da questa unità non supera le poche decine di metri.

Livelli con ammoniti sono stati riconosciuti limitatamente alla porzione inferiore dell'unità; hanno fornito faune delle Zone a *Meneghinii*, *Aalensis*, *Opalinum* e *Murchisonae* (KALIN e URETA, 1987; CRESTA, in stampa).

Calcari Diasprigni (Calloviano-Kimmeridgiano superiore) – Questa unità è caratterizzata da sedimenti ricchi in radiolari i cui gusci, disciolti in fase diagenetica, contribuiscono all'aumento del tenore in silice disciolta trasformata in lenti, noduli e li-

The thickness of the Corniola varies considerably from the 200 m to 10-20 m.

Within this formation numerous ammonite horizons have been identified (FERRETTI 1970, 1972, 1975; VENTURI, 1978; DOMMERGUES and others, 1983; CECCA and others, 1987a, b; PALLINI, 1986; KALIN and URETA, 1987), making an exact biostratigraphic correlation of the interval falling between the Turneri (Late Sinemurian) and *Tenuicostatum* (Early Toarcian) Zones possible.

At the top of the Corniola there are, in many sections in the Umbria-Marche area, one or two beds that display either hard-ground or firm-ground structures (see ELMI, 1981; KALIN and URETA, 1987) and contain a rich ammonite assemblage dominated by species of the genus *Dactylioceras*.

Marne di Monte Serrone (= Unità Calcarea Marnosa del Sentino) (Early Toarcian) – Consists of grey to brown marls, with, especially in its lower part, interbedded calcarenites. It reaches at the most 50-60 meters in thickness, and in places is very thin.

Within this unit, in the Valdorbica (see Fig. 31, 34) and Fosso del Presale sections (CRESTA and GALACZ, in press; REALE and others, in press), there are bituminous organic carbon rich black shale horizons like those described by JENKINS (1985), JENKINS and others, (1985), and JENKINS and CLAYTON (1986).

There are few ammonite horizons in the formation, and the fossils are not always well preserved. It has however been possible to identify assemblages of the *Tenuicostatum*, *Serpentinus*, and *Bifrons* Zones, which allow its attribution to the Early Toarcian (for further details see chapter 2.2.2.).

Rosso Ammonitico (Early Toarcian p.p.-Late Toarcian p.p.) – Consists of nodular limestones and calcareous marls. The nodules are irregularly shaped, elongate parallel to the bedding, with dimensions ranging from one to several centimeters, and encased in a clayey-marly matrix. The sediments are greyish-yellowish to red and generally contain rich ammonite assemblages, hence the unit's name. In some sections (field trip I, Valdorbica section, Fig. 32, 38) there are, intercalated into these nodular sediments, laminated resedimented beds that allow the unit to be subdivided into levels. In other sections, the resedimented beds diminish in frequency and thickness, and in places are absent (see field trip III, Cava Bugarone sec-

velli di selce. Nella porzione superiore dell'unità, i livelli silicei assumono la caratteristica struttura «pinch and swell» (fig. 61). Lo spessore di questa unità è di alcune decine di metri.

Tipica di questa unità è l'interdigitazione, con spessori variabili dal 1/2 metro ai 6 metri, tra le unità del Bugarone Inferiore e Superiore (CECCA ed altri, 1989; CRESTA ed altri, in stampa).

L'associazione faunistica riconosciuta è costituita prevalentemente da radiolari e da bivalvi tipo «*Bositra*» limitatamente alla parte inferiore.

Lo studio dei radiolari (BAUMGARTNER, 1984, 1987, 1989) ha consentito la correlazione dei sedimenti appartenenti alla formazione all'intervallo Bathoniano superiore-Kimmeridgiano.

Calcarei a Saccocoma ed Aptici (Titonico inferiore) – Generalmente, prima dell'inizio della sedimentazione della Maiolica, sono riconoscibili alcuni metri di calcari contenenti selce e abbondanti frammenti di crinoidi appartenenti al genere *Saccocoma*. Sulla Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 questi livelli sono riuniti nella formazione dei Calcarei Diasprigni non avendo, dato il loro esiguo spessore, rilevanza cartografica. Riteniamo però dato il carattere stratigrafico di questa guida di poter mantenere distinta questa unità.

Anche se all'interno dei sedimenti che la compongono non sono state rinvenute faune ad ammoniti, i livelli contenenti *Saccocoma* sono stati datati nelle successioni ammonitifere al Titonico inferiore (CECCA ed altri, 1989).

Nel Titonico superiore inizia la sedimentazione della Maiolica che verrà commentata nel capitolo successivo.

Bugarone (Pliensbachiano inferiore-Titonico) – Questa unità è caratterizzata da litotipi calcarei e calcareo-marnosi, bioturbati, più o meno intensamente dolomitizzati, con struttura a volte nodulare. Nella sezione tipo della cava aperta in prossimità del Fosso Bugarone (v. capitolo 4.4.) raggiunge lo spessore di circa 16 metri. Solamente grazie alla distribuzione delle faune ad ammoniti è stato possibile riconoscere una importante lacuna stratigrafica che ha reso necessaria la suddivisione della formazione in due unità: una Inferiore (12.5 metri di spessore, v. fig. 66, 67), avente età compresa tra le Zone a Meneghinii (Toarciano superiore) e a Humphriesianum (Baiociano inferiore) e una Superiore (3.5 metri di spessore, v. fig. 66, 68), avente età compresa tra le Zone a Divisum (Kimmeridgiano inferiore) e a Volanense (Titonico inferiore). A

tion, Fig. 67). The thickness of this unit varies from 7 to 20 meters.

The many ammonite rich horizons within this formation have permitted the identification of the *Serpentinus*, *Bifrons*, *Variabilis*, *Thouarsense*, and *Insigne* Zones, and therefore its assignment to the Toarcian (for further details see chapter 2.2.2.).

The base of the unit is diachronous (see Fig. 4), being referable, in some successions, to the *Serpentinus* Zone, and in others (see the Monte Serrone section, Fig. 87), to the top of the *Bifrons* Zone.

Calcarei e Marne a Posidonia (Late Toarcian p.p.-?Bathonian) – Consists of "filaments" rich calcareous mudstones and, more rarely, wackestones. Its lower part is nodular, with interbedded resedimented deposits and slumps. Its base has been set just below the point where predominately calcareous sedimentation resumed, following the period of increased supply of clays to the basin, while its top is set below the beginning of deposition of interbedded limestones and cherts (Calcarei Diasprigni). It is at most a few tens of meters thick.

Ammonite rich layers containing faunal assemblages of the *Meneghinii*, *Aalensis*, *Opalinum*, and *Murchisonae* Zones (KALIN and URETA, 1987; CRESTA, in press), are restricted to the lower part of the unit.

Calcarei Diasprigni (Callovian-Late Kimmeridgian) – Consists of radiolarian rich sediments. Their skeletons, dissolved during diagenesis, furnished the silica for chert lenses, nodules and layers. In the upper part of the unit the cherty layers display a characteristic pinch and swell structure (Fig. 61). It is at most a some tens of meters thick.

This unit is frequently intercalated between the Bugarone Inferiore and Superiore Units, in tongues whose thicknesses vary from 1/2 to 6 meters (CECCA and others, 1989; CRESTA and others, in press).

The faunal association is made up for the most part of radiolarians and "*Bositra*" type bivalves, which are restricted to the lower part of the unit.

Study of the radiolarians (BAUMGARTNER, 1984, 1987, 1989) has shown that the sediments date to the Callovian-Kimmeridgian interval.

Calcarei a Saccocoma ed Aptici (Early Tithonian) – A few meters of cherty limestones rich in crinoid fragments derived from the genus *Saccocoma* generally underlie the Maiolica Limestones. On the

queste due unità sono intercalati a volte livelli appartenenti ai Calcari Diasprigni e in alcuni casi ai Calcari e Marne a Posidonia (CECCA ed altri, 1989).

Utilizziamo il termine Bugarone attribuendogli un significato ristretto rispetto a quello definito per la Carta Geologica alla scala 1:50.000 in quanto, a nostro avviso, i membri dei «calcari stratificati grigi» e dei «calcari nodulari e marne verdi» di CENTAMORE ed altri (1971), possono essere considerati rispettivamente delle litofacies delle formazioni della Corniola e del Rosso Ammonitico.

Nelle successioni di tipo 4b e 5 (fig. 4), è stata distinta la litofacies delle *Micriti a Cefalopodi*. Questa è caratterizzata da litotipi non-nodulari e non-dolomitizzati, ricchissimi in resti fossili di ammoniti, aptici, belemniti e coralli hermatipici anche di grandi dimensioni. Lo spessore dei sedimenti appartenenti a questa litofacies è generalmente modesto, principalmente a causa del bassissimo tasso di sedimentazione (< 1 mm/1000 anni), che porta a fenomeni di condensazione molto accentuati.

In base a quanto detto finora possono essere tratte le seguenti considerazioni.

Litologie – L'analisi dei litotipi mostra che, durante il Giurassico, dopo il Lias inferiore, nel bacino umbro-marchigiano si depositavano sedimenti carbonatici pelagici a tessitura mudstone. L'input occasionale di sedimenti terrigeni fini (argille), ad esempio durante il Toarciano, ha avuto come ripercussione lo sviluppo di litotipi marnosi a volte caratterizzanti intere unità litostratigrafiche (p. es. Marne di Monte Serrone), altre volte limitati a livelli all'interno di unità prevalentemente calcaree (p. es. Corniola, Calcari e Marne a Posidonia, Bugarone Inferiore).

Nel Dogger superiore e nel Malm il bacino umbro-marchigiano ha subito un brusco calo nell'input carbonatico e l'apporto della silice si è manifestato in una fioritura di organismi a guscio siliceo, principalmente radiolari, successivamente reso evidente da una successione sedimentaria ricca in livelli selciferi (Calcari Diasprigni). A nostro avviso, infatti, gran parte della selce presente nel bacino umbro-marchigiano a questo livello stratigrafico è chiaramente di origine diagenetica e non in relazione con variazioni nel livello di compensazione della calcite (CCD).

I livelli nodulari sono presenti, ripetutamente, nell'intervallo Pliensbachiano-Titonico e, caratteristici delle successioni di tipo 3, 4 e 5 (v. fig. 4), diventano ubiquitari nel Toarciano medio-superiore (Rosso Ammonitico).

1:50,000 scale Geologic Map of Italy this unit is grouped with the Calcari Diasprigni, since it is too thin to be mappable. Given its stratigraphic significance in the sections we will describe below, we feel it is best kept distinct.

Even though no ammonite faunas have been found in the unit, *Saccocoma* rich horizons have been dated to the Early Tithonian in other ammonite rich successions (CECCA and others, 1989).

The deposition of the Maiolica Limestone, which began in the Late Tithonian, will be discussed in the next chapter.

Bugarone (Early Pliensbachian-Tithonian) – Consists of bioturbated, more or less dolomitized, and at times nodular limestones and marly limestones. It is 16 meters thick in the type section at Cava del Fosso Bugarone (see chapter 4.4.). On the basis of its ammonite faunal assemblages, a significant stratigraphic gap rendering its division into two units necessary has been identified. The lower one, named *Inferiore* (average thickness 12.5 m, see Fig. 66, 67), falls between the Meneghinii (Late Toarcian) and Humphriesianum (Early Bajocian) Zones. The upper one, named *Superiore* (average thickness 3.5 m, see Fig. 66, 68), falls between the Divisum (Early Kimmeridgian) and Volanense (Early Tithonian) Zones. In some successions, the Calcari Diasprigni, and, in some cases, the Calcari e Marne a Posidonia as well, are intercalated between the members (CECCA and others, 1989).

Since we feel the "Calcari stratificati grigi" and the "Calcari nodulari and marne verdi" members identified by CENTAMORE and others (1971) and JACOBACCI and others (1974) are in synonymy, respectively, with the Corniola and the Rosso Ammonitico units, we have applied a more restricted definition to the term Bugarone than was used in the 1:50,000 scale Geologic Map.

A *Micritic Cephalopod-Rich* lithofacies has been distinguished in succession of types 4b and 5, shown in figure 4. The rocks belonging to it are neither nodular nor dolomitized, and contain very abundant ammonite, aptychus, belemnite, and coral fossils that can be quite large. The thickness of its lithofacies generally thin, because of low sedimentation rates (<1mm/1000 years), which led to highly condensed sequences.

On the basis of the above discussion the following points emerge:

Lithologies – Analysis of the lithotypes shows that, during the Jurassic, pelagic carbonates with

Tipi di successione – Come evidenziato in figura 4, le successioni di tipo 1 sono delle «trappole sedimentarie» che, ubicate ai piedi del pendio di collegamento tra le aree di piattaforma carbonatica pelagica e la base della scarpata della successiva area rialzata, consentivano l'accumulo di notevoli spessori di sedimenti. Sono inoltre caratterizzate dalla continuità nel tempo di fenomeni di risedimentazione e di «slumping» (v. itinerario III, sezione del Torrente Bosso).

Le successioni di tipo 3, 4 e gran parte di quelle indicate nei tipi 5, si sono deposte in ambienti di piattaforma pelagica (CECCA ed altri, 1989), rappresentando l'area sorgente dei sedimenti pelagici risedimentati nelle successioni di tipo 1.

Le successioni di tipo 2 occupano una posizione intermedia andando a completare il quadro paleogeografico che gradualmente, a partire dalle successioni di tipo 1 fino a quelle di tipo 5, disegna i caratteri morfologici del sistema «alto-basso strutturale». Il «pinch-out» laterale delle formazioni delle Marne di Monte Serrone, dei Calcari e Marne a Posidonia e dei Calcari Diasprigni rende ancora più evidente questa transizione.

L'intero sistema deposizionale giurassico, nel bacino umbro-marchigiano, risulta quindi essere caratterizzato dalla interdigitazione, controllata prevalentemente dalla tettonica, dei sottosistemi esemplificati nelle successioni descritte in precedenza.

mudstone textures were deposited in the Umbria-Marche Basin after the Early Lias. Occasional inputs of fine terrigenous sediments (clays), for example during the Toarcian, caused the deposition of marly lithotypes that in some cases make up entire lithostratigraphic units (for example, the Marne di Monte Serrone), and in others horizons within predominately calcareous units (such as the Corniola, the Calcari e Marne a Posidonia, and the Bugarone Inferiore).

There was an abrupt decrease in the carbonate supply to the Umbria-Marche Basin during the Late Dogger and the Malm, while readily available silica resulted in blooms of siliceous organisms, for the most part radiolarians, that were preserved in the sedimentary record as a chert-rich sedimentary sequence (the Calcari Diasprigni). We in fact feel that much of the silica present in the Umbria-Marche Basin at this stratigraphic level is clearly diagenetic in origin, and is not related to variations in the calcite compensation depth (CCD).

Nodular horizons were deposited repeatedly during the interval between the Pliensbachian and the Tithonian, and are characteristic of type 3, 4, and 5 successions (see fig. 4); they become ubiquitous in the Middle to Late Toarcian (Rosso Ammonitico).

Types of successions – As is shown in figure 4, type 1 successions were deposited in sedimentary traps, located where the slopes connecting two pelagic carbonate platform regions met, and great thicknesses of sediments accumulated. These successions were subject to frequent sediment gravity flows and fluidized slumps (see field trip III, Torrente Bosso section).

Type 3 and 4 successions, and the majority of those labeled 5, were deposited on platforms (CECCA and others, 1989), which were also the source regions for the pelagic sediments redeposited into the type 1 successions.

Type 2 successions, deposited in an intermediate position along the slopes, and complete the sequence of succession types which, from type 1 to type 5, describes the morphology of the «structural high and low» system. The lateral pinching out of the Marne di Monte Serrone, the Calcari e Marne a Posidonia, and the Calcari Diasprigni renders this transition even more evident.

The entire Jurassic depositional system in the Umbria-Marche Basin is therefore characterized by tectonically governed intertonguing of the subsystems observable in the successions described above.