



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

FACOLTÀ DI SCIENZE MM. FF. NN.

*Dipartimento di Geoscienze
Direttore Prof. Domenico Rio*

*TESI DI LAUREA MAGISTRALE IN
GEOLOGIA E GEOLOGIA TECNICA*

**EVOLUZIONE DEPOSIZIONALE DEL BACINO
PLEISTOCENICO DI CALOPEZZATI-CROSIA,
(COSENZA, CALABRIA)**

Relatore: Dottor. Massimiliano Ghinassi

Laureando: Luigi Gozzer

ANNO ACCADEMICO 2010 / 2011

Indice

| | |
|--|--------|
| <i>Introduzione</i> | |
| 1. <i>Capitolo 1: inquadramento geomorfologico</i> | |
| 1.1 <i>Inquadramento geologico</i> | pg. 3 |
| 1.2 <i>L'area in esame</i> | pg. 5 |
| 2. <i>Capitolo 2: metodi e terminologia</i> | |
| 2.1 <i>Metodi</i> | pg. 7 |
| 2.2 <i>Zonazione del profilo di spiaggia, processi ed ambienti deposizionali</i> | pg. 8 |
| 3. <i>Capitolo 3: la successione sedimentaria del bacino di Calopezzati-Crosia</i> | |
| 3.1 <i>Il substrato roccioso</i> | pg. 10 |
| 3.2 <i>I depositi pleistocenici</i> | pg. 10 |
| 3.2.1 <i>Facies sedimentarie e processi deposizionali</i> | pg. 16 |
| 3.2.2 <i>Associazioni di facies ed ambienti deposizionali</i> | pg. 30 |
| 3.3 <i>Successione sedimentaria pleistocenica</i> | |
| 3.3.1 <i>Caratteri stratigrafici</i> | pg. 34 |
| 3.3.2 <i>Età</i> | pg. 39 |
| 3.4 <i>Depositi terrazzati</i> | pg. 40 |
| 4. <i>Capitolo 4: assetto tettonico-strutturale</i> | pg. 45 |
| 5. <i>Capitolo 5: evoluzione del bacino ed interpretazione stratigrafico-sequenziale</i> | |
| 5.1 <i>Evoluzione tettono-sedimentaria</i> | pg. 48 |
| 5.2 <i>Interpretazione sequenziale</i> | |
| 5.2.1 <i>Cenni di stratigrafia sequenziale</i> | pg. 51 |
| 5.2.2 <i>Le sequenze della successione esaminata</i> | pg. 53 |
| <i>Conclusioni</i> | pg. 55 |
| <i>Bibliografia</i> | pg. 57 |
| <i>Ringraziamenti</i> | pg. 60 |

INTRODUZIONE

L'area compresa tra i paesi di Crosia e Calopezzati è già stata oggetto di alcuni studi (Carobene, 2003; Segalla, 2006; Reghellin, 2010) che hanno permesso di inquadrare la successione sedimentaria in un contesto cronologico e tettono-stratigrafico abbastanza definito. In particolar modo, il lavoro di Carobene (2003) descrive in modo molto esauriente i caratteri strutturali e sedimentologici dei terrazzi marini presenti presso la costa. Il dipartimento di Geoscienze di Padova studia la zona da circa dieci anni, focalizzando le ricerche principalmente sulle estese successioni pelitiche marine contenenti livelli laminitici ed analizzando in dettaglio il contesto biostratigrafico e geocronologico di tali depositi.

Nell'ambito di tali ricerche, è stata fatta attenzione ai depositi sabbiosi costieri, alla loro caratterizzazione sedimentologico-stratigrafica ed alle possibili correlazioni tra di essi e la successione pelitica. Per una migliore conoscenza dell'area, risulta essere di significativa importanza un accurato inquadramento geologico che sia in grado di spiegare in dettaglio la dinamica dell'evoluzione bacinale dal punto di vista strutturale e deposizionale. In particolare, lo studio sedimentologico e stratigrafico delle successioni, nonché l'analisi dei rapporti stratigrafici e delle geometrie dei corpi sedimentari, risulta essere di significativa importanza per la definizione delle dinamiche bacinali.

Il presente lavoro di tesi si focalizza principalmente su questi ultimi punti, ovvero quelli inerenti all'analisi delle successioni sabbiose costiere e dei loro caratteri sedimentologici e stratigrafici. L'analisi della successione si basa sulla definizione della distribuzione dei corpi sedimentari, illustrata attraverso la compilazione di una carta geologica di dettaglio, (scala 1: 10.000), e sulla descrizione ed interpretazione delle principali caratteristiche sedimentologiche dei corpi stessi. Una particolare attenzione è stata dedicata alla ricostruzione degli ambienti deposizionali ed alla loro successione nel tempo. Tali variazioni tra i diversi ambienti deposizionali sono state inquadrate nel tempo attraverso

analisi di natura biostratigrafica, ed integrate con dati di natura geologico-strutturale al fine di definire le principali fasi deposizionali che hanno interessato l'area in esame.

CAPITOLO 1: INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

1.1 Inquadramento geologico

L'area oggetto della presente ricerca è ubicata ai piedi del versante nordorientale del Massiccio della Sila, lungo la costa ionica della Calabria settentrionale (Fig. 1). La Sila fa parte dell'Arco Calabro, una catena orogenica complessa costituita da unità tettoniche (i.e nappe) sovrascorse dal Cretaceo inferiore al Paleocene con vergenza europea, che a loro volta si accavallano a partire dal Miocene inferiore sulla catena appenninica in via di formazione. Nella fase medio-Pleistocenica, l'edificio alpino e quello appenninico, ormai saldati tra di loro, sovrascorrono verso Est sui depositi dell'avanfossa.

Diversamente dagli Appennini, l'Arco Calabro è quasi totalmente composto da rocce cristalline metamorfiche. Infatti è costituito da nappe Nord-Est vergenti appartenute in precedenza al blocco africano. L'Arco Calabro e la Catena Appenninica sono separate da una "shear zone" che si estende con direzione circa Est-Ovest immediatamente al di sotto del massiccio calcareo del Pollino.

La paleocatena europavergente è costituita in basso da Unità ofiolitifere metamorfosate, (crosta oceanica della Tetide), e in alto da Unità metamorfiche di margine continentale europeo, (basamento ercinico metamorfico). Il settore orientale della Sila è occupato dall'Unità di Longobucco, priva di metamorfismo alpino, che conserva una copertura sedimentaria meso-cenozoica (Gasperi, 1995; fig. 1).

L'intensa attività tettonica che si manifesta nel Quaternario, produce un notevole sollevamento della Sila (contribuendo all'emersione parziale del riempimento sedimentario del bacino calabro-ionico di età miocenico-quadernaria), provoca la formazione di terrazzi marini lungo le coste tirreniche e ioniche, innesca un'intensa attività erosiva dei rilievi causata dalla forte sismicità che caratterizza la Calabria (Carobene, 2003).

L'area di Calopezzati-Crosia è situata tra il Bacino di Crotona ed il Bacino del Crati (Ogniben, 1962). Entrambi i bacini si collocano all'interno del "Calabrian

accretionary wedge”, la cui parte interna ha dapprima subito una fase distensiva durante il Pliocene medio-superiore, e successivamente una fase compressionale nel Pleistocene inferiore. La tettonica medio-Pleistocenica avrebbe poi determinato una “stress-release phase” associata a traspressione, con rottura dello slab in subduzione ed inizio della fase di riaggiustamento isostatico caratterizzata da sollevamento generalizzato (Van Dijk, 1992 e 1993; Scheepers, 1994; Van Dijk e Scheepers, 1995).

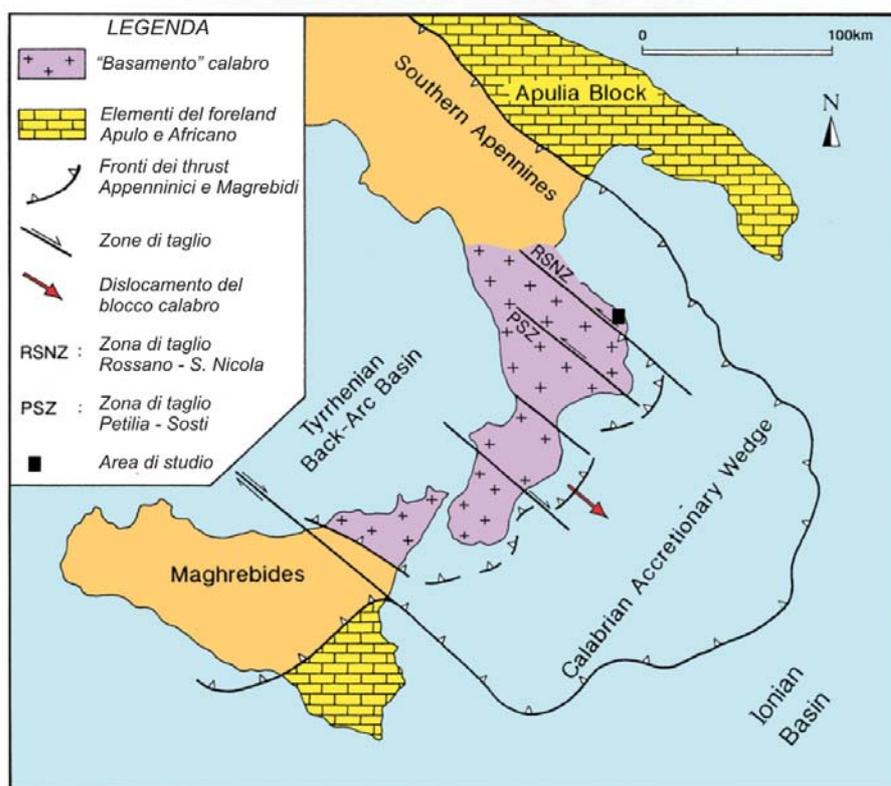


Fig. 1. Schema dell'assetto geologico-strutturale dell'arco calabro (Massari et al., 2002).

1.2 L'area in esame

L'area indagata (Fig. 2) si estende ad Est del Fiume Trionto, tra le cittadine di Crosia e Calopezzati, per un'estensione di circa 60 Km². Essa è caratterizzata da una linea di costa che si affaccia sul Mar Ionio con andamento circa NO-SE, dalla quale i rilievi si alzano in modo più o meno regolare muovendosi verso Sud, fino a raggiungere quote superiori ai 200 metri in prossimità degli abitati di Crosia e Calopezzati. Il corso d'acqua principale è il Fiume Trionto, che delimita il lato occidentale dell'area in esame e che dà origine ad un largo alveo di tipo braided. L'idrografia generale vede una prevalenza di linee d'impluvio e affluenti secondari fatta eccezione per il Torrente Fiumarella, un corso d'acqua che taglia a metà l'area in esame scorrendo in una vallecchia orientata circa NE-SW ed ubicata tra i due Paesi. La topografia è molto varia anche se non presenta rilievi particolarmente elevati. Le quote massime sono di 277 metri presso Cozzo S. Pietro, appena a Sud di Crosia, e 217 metri presso l'abitato di Calopezzati. La costa è priva di falesie e scende molto dolcemente verso mare.

Da un punto di vista stratigrafico i depositi più vecchi affioranti nell'area in esame sono costituiti da arenarie ben cernite in strati tabulari e riferite ad un ambiente marino costiero. L'età di tali unità non è nota con esattezza, anche se queste vengono comunemente riferite al Miocene superiore. Questi depositi arenacei costituiscono il substrato della successione marina pleistocenica oggetto del presente studio. Lo spessore di tale successione è di circa 60 m nella porzione meridionale dell'area esaminata, dove dominano litologie sabbiose, ed aumenta verso Nord dove dominano sedimenti argillosi. Lo spessore dei depositi pelitici a Nord non è noto con esattezza, ma è certamente superiore ai 250 m come indicato da pozzi effettuati nel comune di Crosia per la ricerca di acque per uso agricolo. La successione in esame è sormontata da quattro diversi ordini di terrazzi (Carobene, 2003) sviluppatisi durante il Pleistocene medio. La copertura sedimentaria più recente è costituita quasi totalmente da depositi alluvionali e da colluvio di versante situati lungo i corsi d'acqua principali.

Studi effettuati in precedenza (Carobene, 2003) evidenziano due famiglie principali di lineamenti tettonici antitetici ed orientati rispettivamente NO-SE e ENE-OSO.

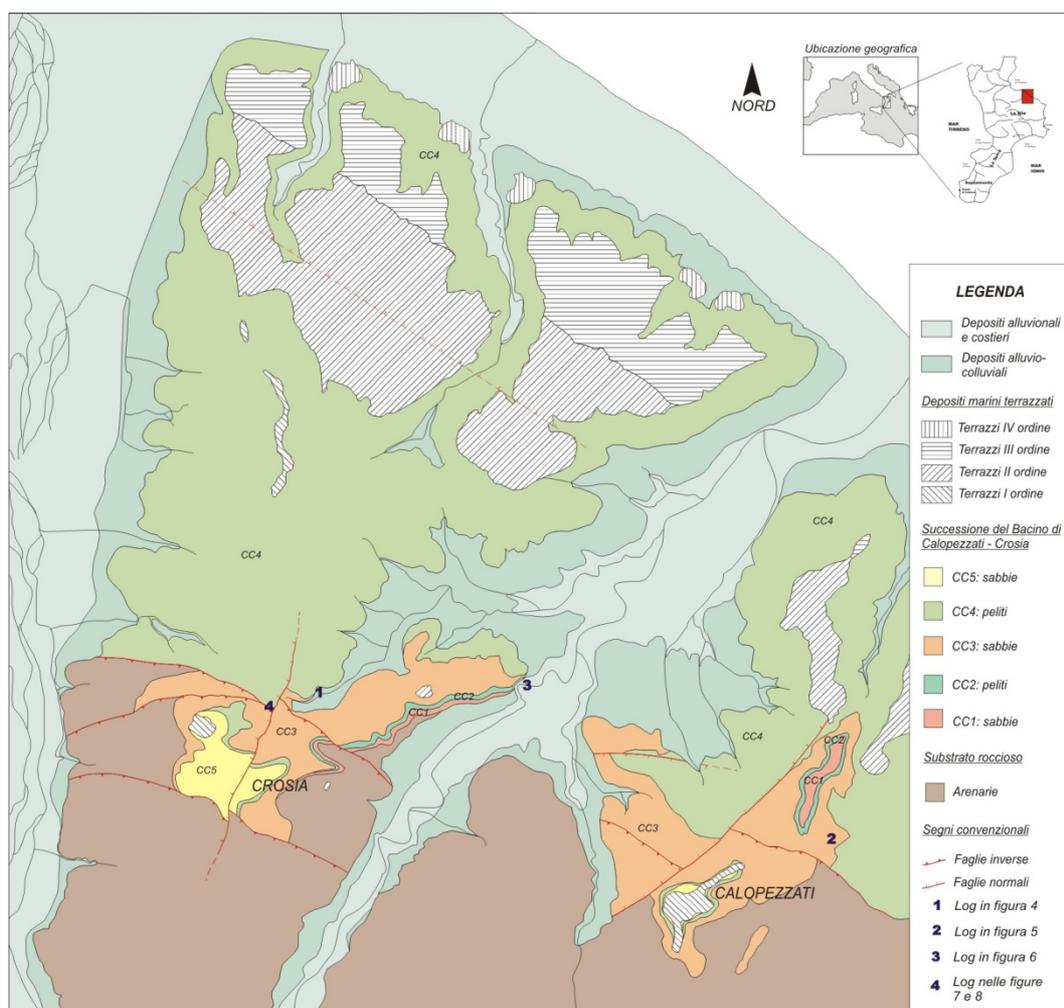


Fig. 2. Carta geologica semplificata dell'area in esame.

CAPITOLO 2: METODI E TERMINOLOGIA

2.1 Metodi

Il lavoro svolto è stato effettuato in diverse fasi, ciascuna delle quali è stata dedicata all'indagine di un particolare aspetto.

La base del lavoro effettuato è rappresentata dal rilevamento geologico di dettaglio alla scala 1:10.000. Tale fase ha permesso l'identificazione dei principali affioramenti e la definizione dei più idonei siti per uno studio sedimentologico di dettaglio. La distinzione tra i principali corpi mappati è stata basata principalmente su caratteri di natura litologica, tenendo conto però di dati di natura paleontologica (e.g. contenuto di macrofossili), sedimentologica (e.g. strutture sedimentarie) e stratigrafica (e.g. trend deposizionali). Nella carta geologica sono state riportate unità litostratigrafiche CC1-5 e costituite da raggruppamenti di associazioni di facies o da singole associazioni. Tali raggruppamenti nascono dalla necessità di integrare esigenze di natura cartografica (praticità nella mappatura dei corpi con diversa litologia), con il bisogno di evidenziare anche il significato stratigrafico-sequenziale della successione. Sulla base di tale rilevamento è stata anche definita la distribuzione spaziale dei vari corpi sedimentari e dei loro spessori. Durante la fase di rilevamento sono state individuate anche le principali dislocazioni tettoniche. Tali strutture sono state misurate (dip, strike e direzione di movimento), rappresentate e discusse tramite diagrammi di tipo stereonet.

Tra i principali affioramenti individuati durante il rilevamento geologico, sono stati selezionati quelli caratterizzati da una maggiore estensione verticale e laterale ed analizzati secondo i moderni principi dell'analisi di facies e della stratigrafia sequenziale. Sono stati misurati dei log sedimentologici di dettaglio in aree chiave per la definizione della successione stratigrafica e dei principali ambienti deposizionali. La misurazione di tali sezioni è stata accompagnata dalla raccolta di circa 60 campioni per analisi micropaleontologiche di natura

biostratigrafica. Tali analisi hanno permesso di definire l'età della successione e di datare i principali eventi deposizionali verificatisi a scala bacinale e locale. Particolare interesse è stato dedicato alla datazione e all'identificazione di un orizzonte ricchissimo in gusci di molluschi come possibile livello guida a scala bacinale. In tale contesto, numerosi esemplari di macrofossili rinvenuti in tale livello sono stato campionati, ripuliti e consolidati per essere utilizzati in futuro come materiale di studio.

La scala dei tempi utilizzata nel presente lavoro di tesi è quella proposta da Gradstein et al. (2004). L'utilizzo di tale scala, invece della nuova scala proposta da Gibbard et al., 2010, è dettato da motivi pratici, scaturiti dalla necessità di confrontare i dati con quelli derivanti da studi precedenti.

2.2 Zonazione del profilo di spiaggia, processi ed ambienti deposizionali

Nel presente lavoro, l'esame dei depositi marini costieri e profondi è basato sulla diversa zonazione del profilo costiero. Tale zonazione è impostata sugli effetti del moto ondoso e sulla loro interazione con l'interfaccia deposizionale. In tale contesto, un profilo di spiaggia viene suddiviso in un certo numero di zone, ognuna delle quali caratterizzata da specifici processi, morfologie e facies (Komar, 1976; Bourgeois & Leithold, 1984). In questo studio, la suddivisione utilizzata è quella di Reading & Collinson (2006). Secondo tale distinzione il profilo costiero è suddiviso in tre principali porzioni: shoreface, offshore-transition e offshore. Nella zona di shoreface l'interfaccia deposizionale è costantemente interessata da moto ondoso, e la sedimentazione di materiali fangosi è pressoché impossibile. Nella zona di offshore transition, le onde riescono a smuovere il fondo solo durante le tempeste, pertanto la sedimentazione principale è rappresentata da limi ai quali si alternano livelli di sabbie accumulati durante le principali tempeste. Nella zona di offshore le onde non riescono mai a ripulire il fondo del mare. Tale classificazione è stata

ulteriormente dettagliata distinguendo tra upper e lower shoreface, sulla base della presenza di diverse tipologie di ripples, drappi di fango e grana dei sedimenti (Fig. 3).

Lo studio svolto ha permesso l'identificazione di diverse tipologie di depositi (facies) ciascuna delle quali è stata prodotta da diversi processi deposizionali. Tali tipologie possono essere presenti in ambienti diversi, ma le associazioni di diverse tipologie, (associazioni di facies), sono indicative di particolari ambienti deposizionali. Il testo di base utilizzato per l'interpretazione delle facies e degli ambienti deposizionali è Bridge e Demicco (2008), mentre l'interpretazione sequenziale si basa sui concetti discussi da Catuneanu (2002).

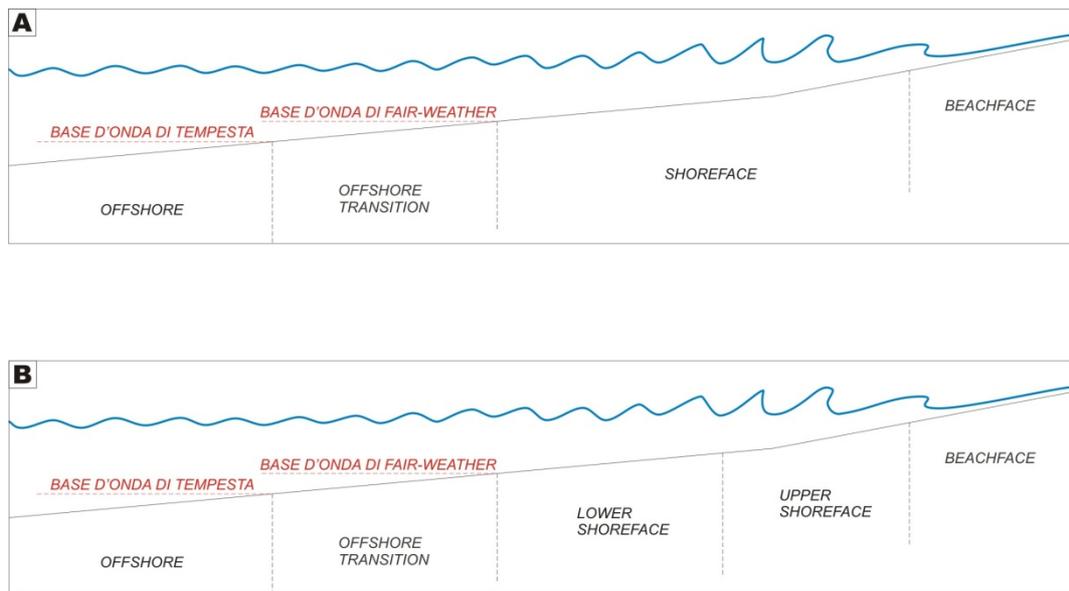


Fig. 3. Zonazione del profilo di spiaggia. A) Zonazione di riferimento da Reading & Collinson (2006); B) Zonazione adottata in questo lavoro con suddivisione tra upper e lower shoreface in base a diversità di strutture, granulometria e presenza di fango.

CAPITOLO 3: LA SUCCESSIONE SEDIMENTARIA DEL BACINO DI CALOPEZZATI - CROSIA

3.1 Il substrato roccioso

Il substrato della successione sedimentaria in esame è rappresentato da arenarie ben cernite e cementate in strati tabulari spessi da pochi centimetri fino ad un metro. Questi depositi affiorano nella parte meridionale dell'area in esame ed immergono verso NNE di circa 15°-20°. Lo spessore di questi depositi non è noto con esattezza in quanto la porzione basale risulta essere scarsamente visibile. Tale spessore è comunque stimato intorno ai 140-160 metri sulla base del rilevamento geologico effettuato. Le migliori esposizioni sono osservabili appena a Sud di Crosia (Cozzo S. Pietro), a Sud di Calopezzati (S. Marco) e lungo l'alveo del Torrente Fiumarella in località Oliveto (Vd. Carta geologica per l'ubicazione geografica delle aree indicate). Questi depositi sono riferiti comunemente ad un ambiente costiero di mare basso. Il contenuto fossilifero è praticamente assente e l'età di tali depositi non è nota con esattezza, anche se questi vengono comunemente attribuiti al Miocene superiore.

3.2 I depositi pleistocenici

La successione pleistocenica è stata analizzata in dettaglio seguendo l'approccio della moderna analisi di facies. Le principali facies deposizionali sono state individuate attraverso la misurazione di log sedimentologici (Fig. 4, 5, 6, 7, 8) e successivamente raggruppate in 5 principali associazioni correlate a diversi ambienti deposizionali.

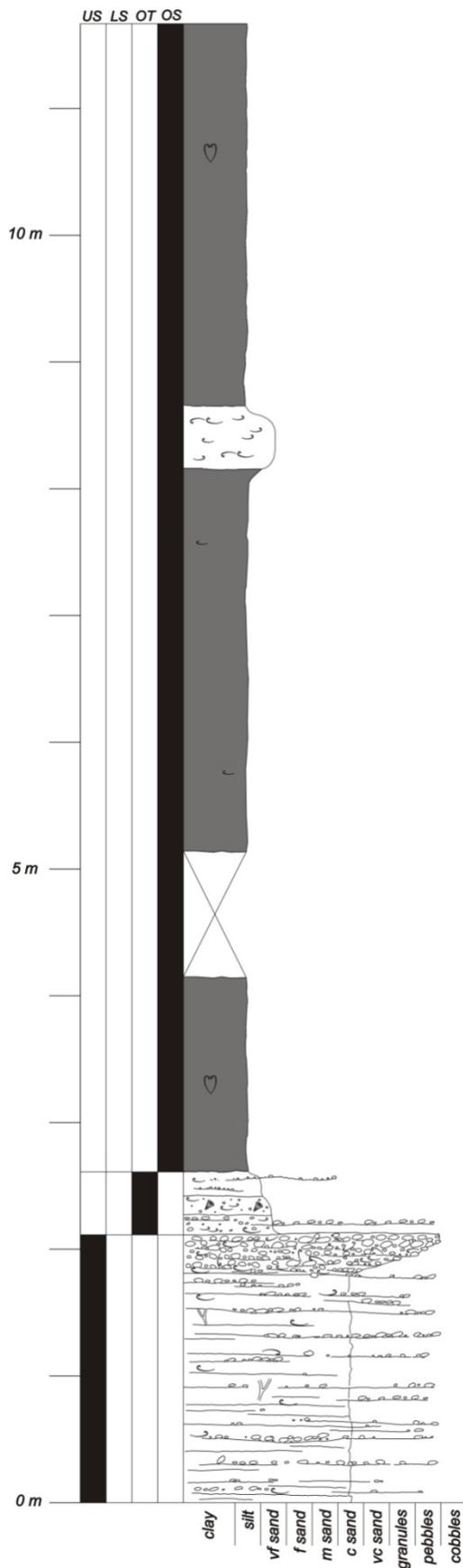


Fig. 4. Log sedimentologico misurato in località Canale, circa 1 km a Nord dell'abitato di Crosia. L'ubicazione esatta del log è riportata in Fig. 2 e nella carta geologica allegata.

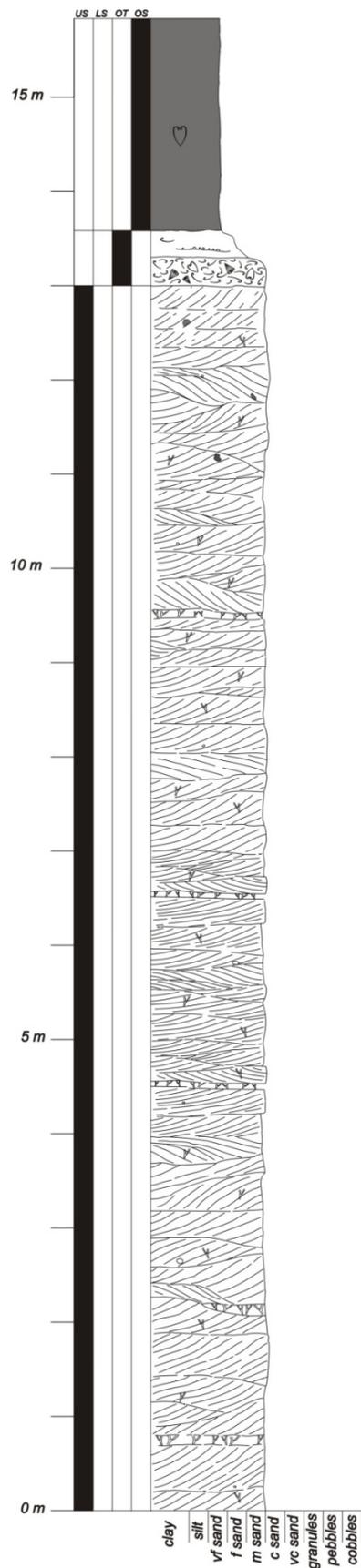


Fig. 5. Log sedimentologico misurato in località Carreria, circa 1,5 km a NE dell'abitato di Calopezzati. L'ubicazione esatta del log è riportata in Fig. 2 e nella carta geologica allegata.

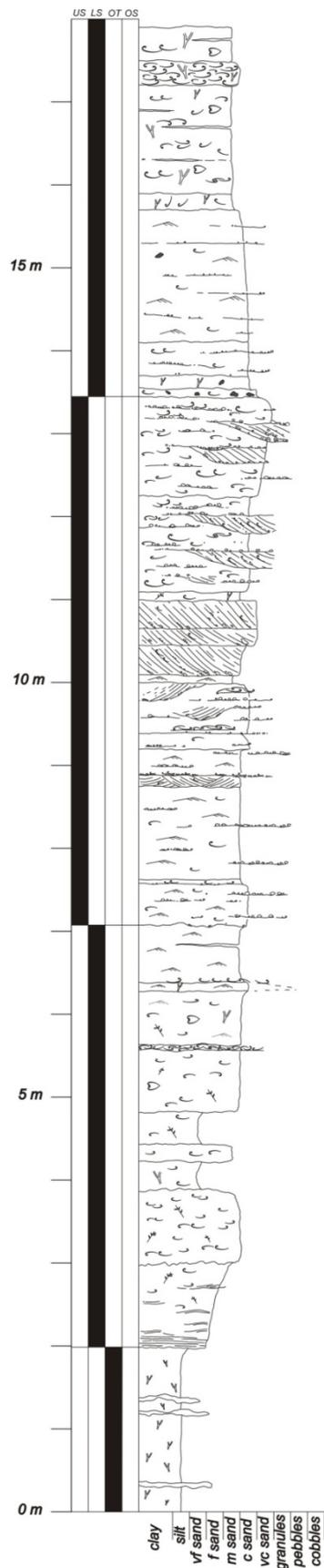


Fig. 6. Log sedimentologico misurato in località Mulinetto, lungo l'alveo del Torrente Fiumarella. L'ubicazione esatta del log è riportata in Fig. 2 e nella carta geologica allegata.

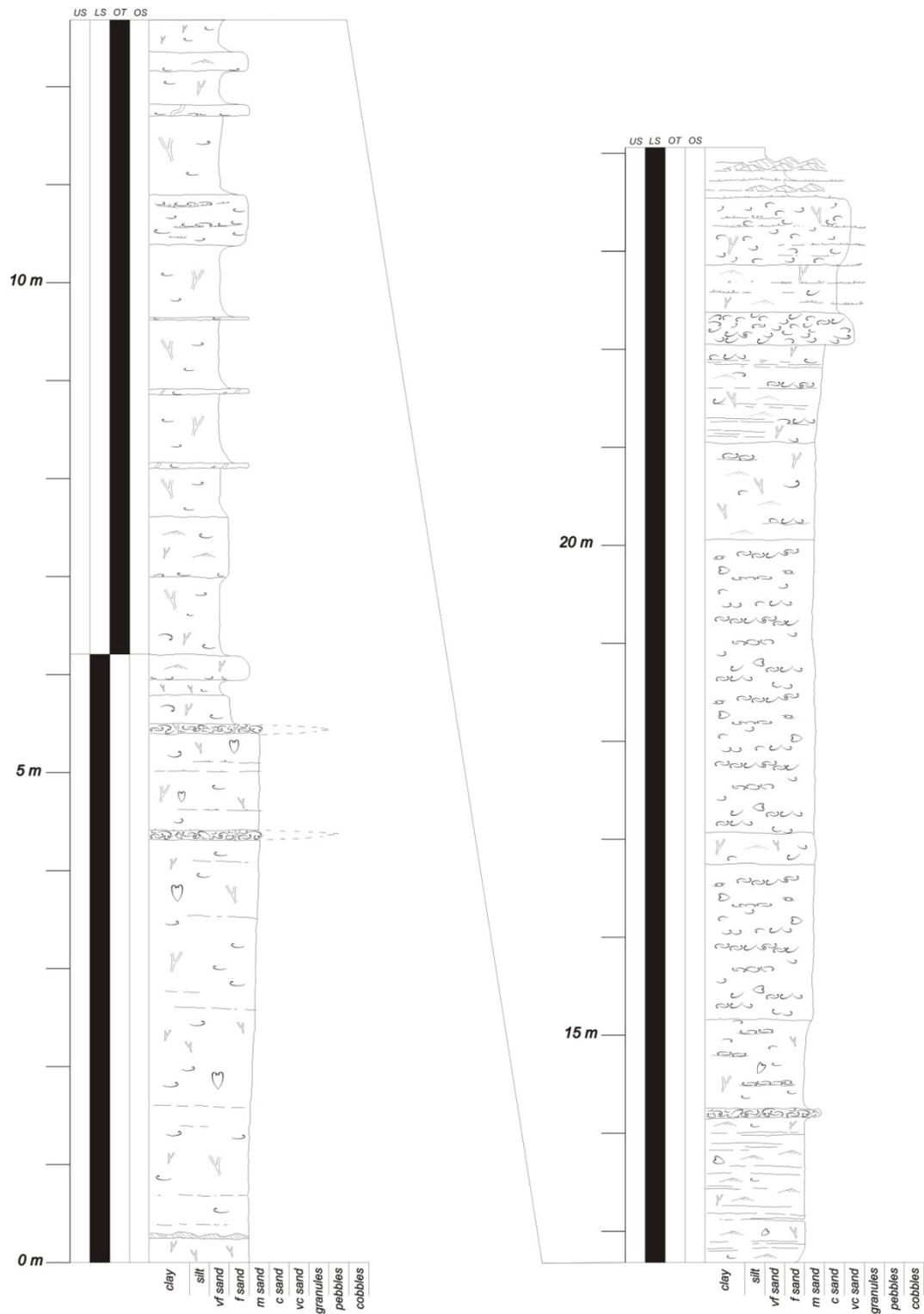


Fig. 7. Prima parte del log sedimentologico misurato in località Canale, circa 500 m ad Ovest del log mostrato in Fig. 3. L'ubicazione esatta del log è riportata in Fig. 2 e nella carta geologica allegata.

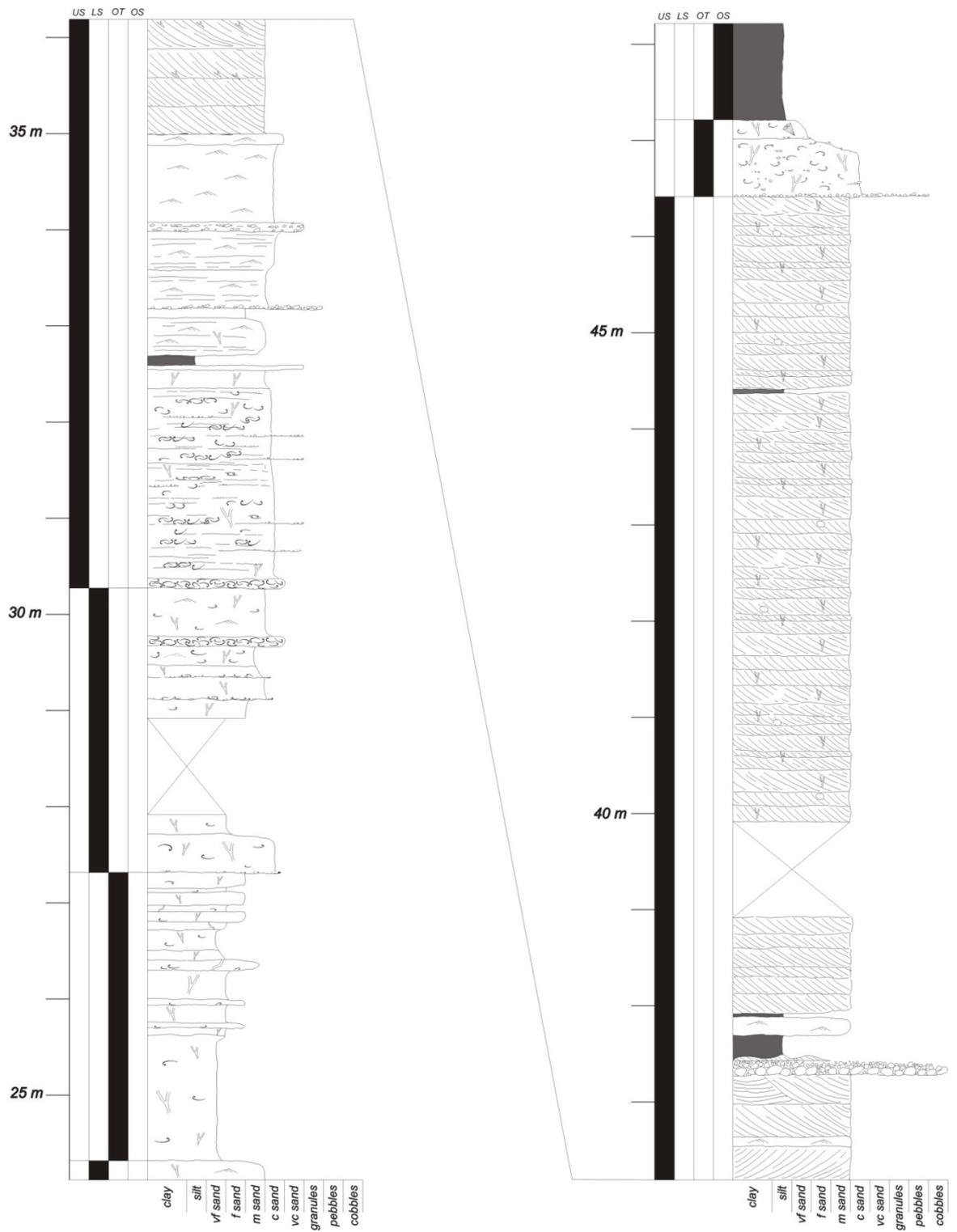


Fig. 8. Seconda parte del log sedimentologico misurato in località Canale, circa 500 m ad Ovest del log mostrato in Fig. 3. L'ubicazione esatta del log è riportata in Fig. 2 e nella carta geologica allegata.

3.2.1 Facies sedimentarie e processi deposizionali

Facies C

Descrizione

Ciottolami clastosostenuti (Fig. 9) a matrice sabbiosa o openwork in livelli spessi circa 15-20 cm e caratterizzati da base netta e da una notevole continuità laterale. I clasti sono comunemente arrotondati o ben arrotondati e presentano dimensioni variabili tra i 3 e i 15 centimetri. I clasti di maggiori dimensioni si trovano nella parte inferiore del deposito. Rari ciottoli sono forati da litodomi o incrostati da ostree o serpulidi. Alcuni frammenti di gusci di molluschi possono essere presenti nella matrice sabbiosa interstiziale. I ciottolami sono comunemente coperti da depositi sabbioso-siltosi caratterizzati dalla presenza di ripples asimmetriche.

Interpretazione

Il deposito della facies C è interpretato come un lag trasgressivo, sviluppatosi ad opera del moto ondoso durante la migrazione verso terra della linea di costa. Durante tale fase i depositi di spiaggia e upper shoreface possono essere condensati in un unico livello denominato lag.

Facies S1

Descrizione

Sabbie da medie a grossolane in strati spessi da 20 a 50 cm e caratterizzate da una stratificazione incrociata a base tangenziale ben sviluppata (Fig. 10.B, C, D). I set sono sviluppati alla scala dello strato e presentano pertanto spessori variabili da 20 a 60 cm. Possono essere presenti ciottoli ben arrotondati delle dimensioni massime di 3 cm, mentre clasti di fango arrotondati (Fig. 10.F) possono raggiungere i 10 cm di diametro. I singoli set sono caratterizzati dall'alternanza di lamine inclinate a diversa grana, che varia da sabbie fini a medio-grossolane. Tali cambi di granulometria ricorrono a distanze definite indicando una certa ritmicità nella sedimentazione. La misurazione delle paleocorrenti indica la dominanza di flussi unidirezionali paralleli all'attuale

linea di costa, con rare eccezioni di forme progradanti nella direzione opposta. Il contenuto di gusci di molluschi è scarso o assente, mentre sono presenti tracce di bioturbazione costituite da tubuli cilindrici subverticali. Tali depositi possono formare accumuli monotoni spessi fino a 10 metri.

Interpretazione

I depositi di questa facies vengono riferiti alla migrazione di dune dovuta a correnti lungo costa fortemente influenzate dall'azione di maree. Il carattere ritmico delle stratificazioni è identificato nelle strutture di tipo tidal boundle, sviluppatesi in funzione della diversa velocità del flusso della corrente lungo costa in relazione all'attività delle maree. I clasti di fango ed i piccoli ciottoli possono essere trasportati come clasti isolati ed immessi nel sistema durante eventi di tempesta.

Facies S2

Descrizione

Questi depositi sono rappresentati da strati tabulari di sabbie medie spessi dai 3 ai 10 cm e caratterizzati da laminazioni incrociate e dalla preservazione di forme di fondo tipo ripples al tetto dello strato (Fig. 11.C). Tali ripples mostrano un profilo simmetrico e sono alte fino a 2 cm. Questi depositi sono intercalati a sedimenti sabbiosi o pelitici, ma sono spesso attraversati da bioturbazioni subverticali. In diverse zone queste ripples simmetriche sono coperte da una pellicola spessa fino a 5 mm costituita da frammenti di resti vegetali (Fig. 11.D).

Interpretazione

Questi depositi sono interpretati come legati all'azione del moto ondoso in condizioni di scarsa energia. Le forme di fondo sono ripples simmetriche prodotte da un moto ondoso praticamente oscillatorio, in cui la componente della velocità verso terra e quella verso mare si equivalgono.

Facies S3

Descrizione

Strati tabulari di sabbie medie spessi fino a 50 cm e caratterizzati da una diffusa laminazione a scala della ripple. A differenza della facies S2, le lamine immergono nella stessa direzione. Dove le forme sono preservate al tetto degli strati, queste presentano un profilo asimmetrico. Questi depositi sono leggermente più grossolani dei precedenti e possono contenere clasti di fango fino a 2-3 cm di diametro. Solitamente non sono associati alla presenza di drappi di limo o di accumuli di sostanza vegetale.

Interpretazione

I depositi della facies S3 sono associati allo sviluppo di forme di fondo a scala delle ripples. Tali ripples hanno un profilo asimmetrico ed indicano un trasporto unidirezionale e non puramente oscillatorio come nel caso della facies S2. Le ripples asimmetriche della facies S3 si formano quando le onde interagiscono fortemente col fondo e la velocità del moto verso terra è molto superiore di quella verso mare. In questo contesto si inseriscono molto bene condizioni di trasporto di tipo unidirezionale.

Facies S4

Descrizione

La facies S4 è costituita da sabbie da medie a molto grossolane a stratificazione pianoparallela (Fig. 10.E, H). Questi depositi possono contenere dispersi ciottoli ben arrotondati e clasti di fango arrotondati che possono raggiungere le dimensioni di 2 e 5 cm rispettivamente. Tali clasti possono essere sparsi o formare stringhe discontinue. I depositi della facies S4 possono formare strati spessi fino a 1 m e caratterizzati da una notevole continuità laterale. Sebbene in rari casi, questi depositi possono contenere sottili lamine fangose (Fig. 10.H). I sedimenti limosi ed i resti vegetali sono comunemente assenti.

Interpretazione

Questi depositi sono attribuiti alla formazione di un fondo piano associato ad elevate velocità del flusso. Suddetti presupposti si formano quando le onde

approcciano la costa e creano una forte azione di stress sul fondo. In queste condizioni la componente della velocità del moto oscillatorio diretta verso terra domina nettamente su quella diretta verso mare ed il moto è praticamente unidirezionale. L'assenza di sedimenti fini e di resti vegetali è in accordo con le condizioni di alta energia.

Facies S5

Descrizione

Questi depositi sono costituiti da sabbie medio-fini e fini, contenenti una buona percentuale di matrice fangosa. Questi depositi possono apparire massivi, o più comunemente documentare la presenza di una stratificazione o laminazione primaria (Fig. 11.E, F; 12.A; 13.B). Tali forme appaiono fortemente modificate e deformate, e difficilmente possono essere ricondotte ad una determinata tipologia di struttura sedimentaria (Fig. 11.F). In altri casi, in cui i depositi sono caratterizzati da un elevato contenuto di gusci fossili, non è possibile distinguere neanche la presenza di una laminazione primaria (Fig. 12.A).

Interpretazione

I depositi della facies S5 sono caratterizzati da un'intensa azione di bioturbazione da parte di organismi fossatori. In alcuni casi, le strutture sedimentarie primarie sono preservate, ma in altri risultano essere totalmente obliterate. La messa in posto di tali sedimenti è probabilmente da riferirsi a condizioni di trasporto selettivo, ma la tipologia di forme di fondo associate non è mai determinabile.

Facies S6

Descrizione

Questi depositi appaiono simili a quelli della facies S5 in quanto costituiti da sabbie medie e fini prive di strutture sedimentarie. Tali depositi formano strati tabulari, spessi fino a 15 cm, a base netta intercalati a spessi accumuli di limo massivo (Fig. 13.A; 14.M). Questi strati appaiono gradati normalmente e possono presentare tracce di stratificazione nella porzione superiore. Sono comunemente attraversati da gallerie subverticali.

Interpretazione

Questi sedimenti rappresentano accumuli derivanti dalla deposizione in massa da correnti di torbida, probabilmente generate dall'azione del moto ondoso. Il carattere massivo e la base erosiva supportano questa ipotesi.

Facies S7

Descrizione

I depositi della facies S7 sono costituiti da sabbie medie e grossolane in corpi lentiformi a base concava e tetto piano, sono spessi fino a 20 cm e larghi 0,5-1,5 m. Tali lenti sono caratterizzate da gradazione normale e stratificazione incrociata (Fig. 10.G) con lamine inclinate circa 20°-25°. Nella porzione basale possono trovarsi clasti arrotondati di fango del diametro massimo di 5 cm. Questa facies è comunemente associata alla facies S4 (stratificazione pianoparallela).

Interpretazione

Questi sedimenti rappresentano il riempimento di piccole depressioni di origine erosiva sviluppatesi sul fondo ad opera di correnti unidirezionali. Il sedimento trasportato sul fondo in condizioni trattive cade nella depressione enucleando le lamine inclinate. Il continuo apporto di sedimento causa la progradazione del fronte di avalancing ed il progressivo riempimento della depressione erosiva.

Facies M1

Descrizione

Questo tipo di depositi è estremamente comune e forma accumuli spessi decine di metri. La facies M1 è costituita da fango azzurro massivo (Fig. 14.A, E, F, H). Localmente sono distinguibili tracce di bioturbazione.

Interpretazione

Questo tipo di deposito è generato dalla decantazione di limi in ambiente a scarsissima energia e caratterizzato dalla proliferazione di organismi sul fondo.

Facies M2

Descrizione

La facies M2 è costituita da limi sottilmente laminati di colore marrone chiaro o grigio (Fig. 14.B, C). Le singole lamine, spesse al massimo 2 mm, sono pianoparallele e presentano una notevole continuità laterale. I fossili sono rarissimi e prevalentemente rappresentati da resti vegetali (Fig. 14.D). La bioturbazione è assente, mentre localmente sono ben sviluppate strutture deformative tipo slump.

Interpretazione

I sedimenti laminati della facies M2 sono interpretati come sapropel, accumulatisi per decantazione di materiali fini su un fondale anossico. Tale evidenza è supportata dalla chiara assenza di bioturbazione. I sapropel sono sedimenti con un contenuto di carbonio organico superiore al 2%. In genere si sedimentano in seguito a variazioni nella circolazione oceanica profonda, la quale non risulta più in grado di ventilare i fondali, bloccando così la degradazione biochimica della materia organica.

Facies M3

Descrizione

La facies M3 è costituita da blocchi deformati di fango massivo (Fig. 14.I, L) appartenente alla facies M1. Tali blocchi hanno dimensioni variabili da 30 a 50 cm ed appaiono essere a contatto tra loro ed immersi in una matrice fangosa. Tale tipo di fabric li rende scarsamente distinguibili da depositi massivi della facies M1.

Interpretazione

I depositi della facies M3 derivano dal collasso di fanghi precedentemente accumulati per decantazione (facies M1). La risedimentazione di tali depositi è avvenuta per gravità e ha comportato lo smembramento in blocchi dei depositi massivi della facies M1.

Facies V

Descrizione

Questi depositi ricorrono in livelli spessi da pochi millimetri fino a 5-6 cm, comunemente intercalati nelle laminati della facies M2 (Fig. 14.B). Tali depositi appaiono massivi o debolmente gradati con base e tetto ben definiti laddove sono intercalati all'interno di sedimenti laminati. Dove ricorrono all'interno di depositi fangosi massivi della facies M1, appaiono caratterizzati da base e tetto poco definiti (Fig. 14.F, G).

Interpretazione

I depositi della facies V sono originati dalla decantazione di materiale vulcanoclastico in ambienti a scarsissima energia caratterizzati comunemente da fondale anossico. La deposizione di sedimenti vulcanoclastici in ambienti scarsamente ossigenati ha permesso la preservazione di tali livelli, data l'assenza di organismi bentonici in grado di rimescolare il sedimento del fondo. Nelle aree dove il fondale risulta essere ossigenato, la bioturbazione ha parzialmente obliterato le superfici di tetto e di base dei livelli vulcanoclastici.

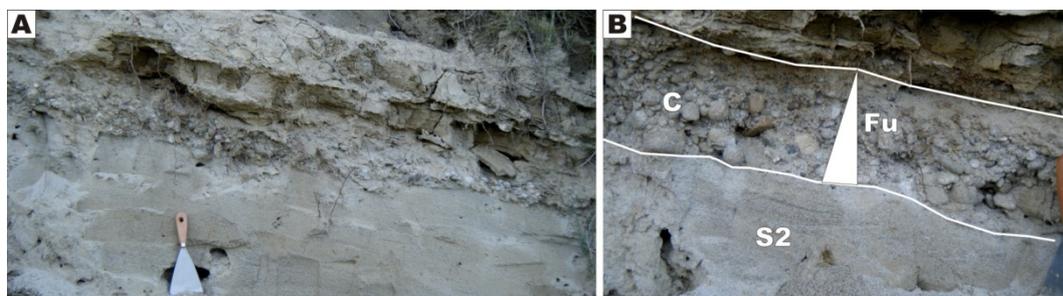


Fig. 9. Depositi di lag trasgressivo. A) Visione panoramica del deposito ciottoloso di lag; B) Dettaglio della foto precedente. Notare la base netta ed erosiva del deposito ed il trend fining upward.

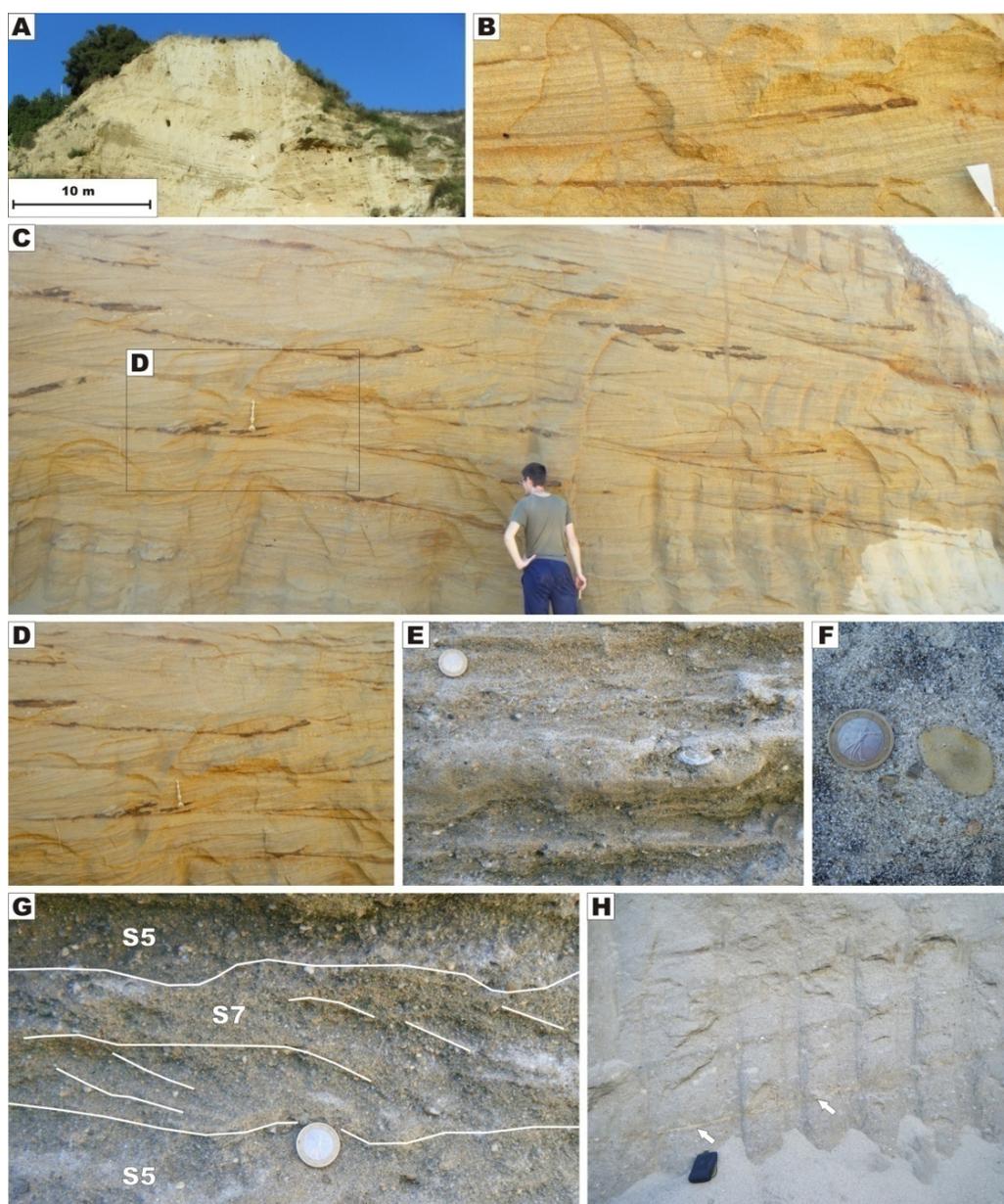


Fig. 10. Depositi di upper shoreface. A) Visione panoramica di un affioramento collocato lungo l'alveo del torrente Fiumarella; B) Stratificazioni incrociate originate dalla migrazione di dune ad opera di correnti lungo costa. Notare la presenza di tidal bundles sviluppatisi in conseguenza della forte influenza tidale; C) Visione d'insieme dei depositi a stratificazione incrociata; D) Visione di dettaglio di C; E) Stratificazioni pianoparallele con associate superfici erosive di riattivazione; F) Clasto di fango in depositi sabbiosi; G) Stratificazione incrociata associata al riempimento di una depressione erosiva; H) stratificazione pianoparallela ben sviluppata e tiltata tettonicamente. Le frecce indicano la presenza di un sottile drappo di fango.

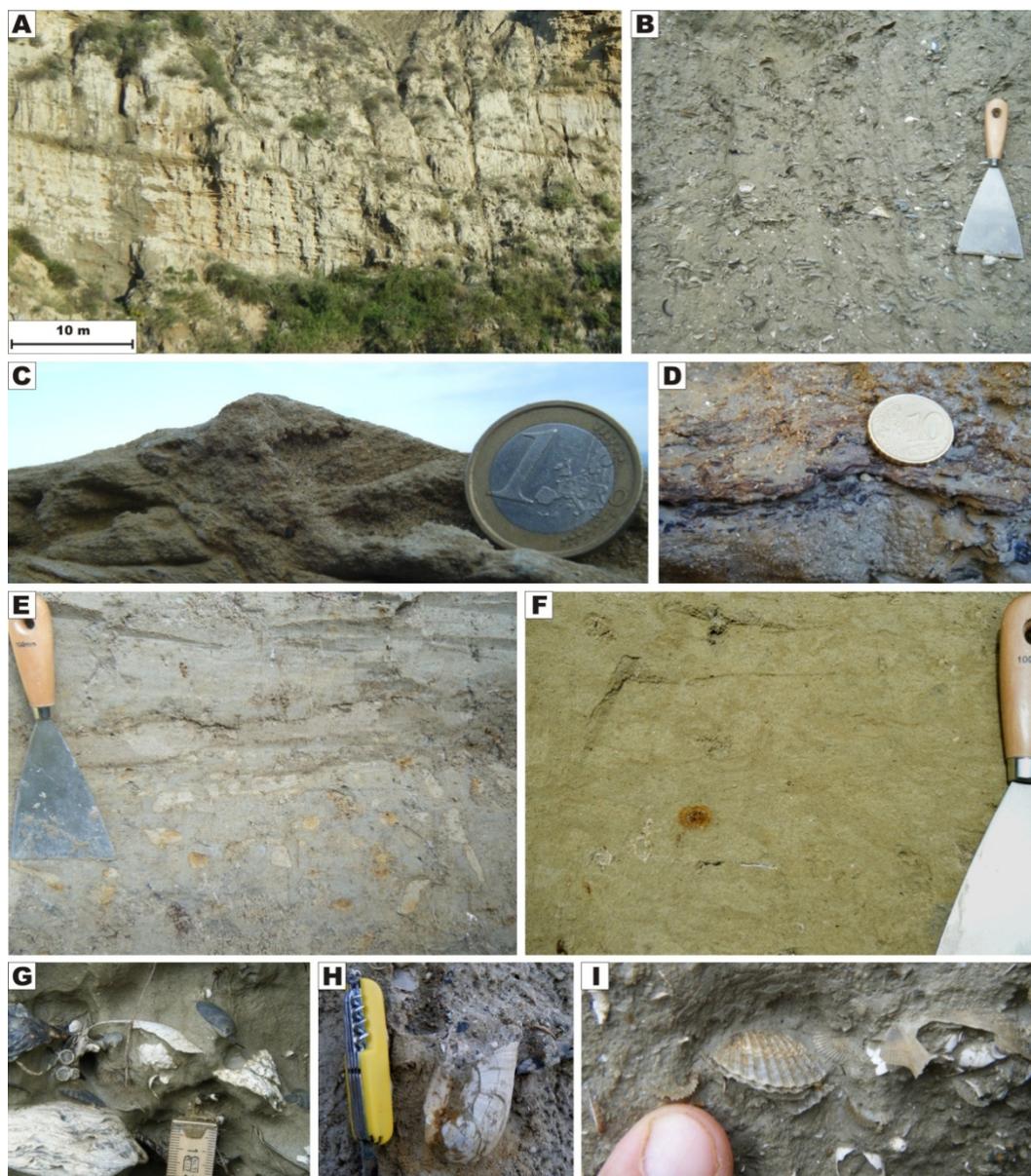


Fig. 11. Depositi e fossili di lower shoreface. A) Visione panoramica di un affioramento collocato lungo l'alveo del torrente Fiumarella; B) Sabbie fini ricche di gusci di gasteropodi e bivalvi; C) Sezione trasversale di ripple simmetrica. Notare la bioturbazione subverticale che attraversa le lamine; D) Ripple simmetrica drappata da sabbie fini ricche di detrito vegetale; E) Depositi sabbiosi intensamente bioturbati; F) Depositi sabbiosi bioturbati con tracce di laminazione; G) Gusci fossili ben preservati in sabbie fini. Notare il corallo nella porzione centrale della foto; H) *Panopaea* sp. in posizione di vita; I) Guscio di pettinide con le valve ancora connesse.

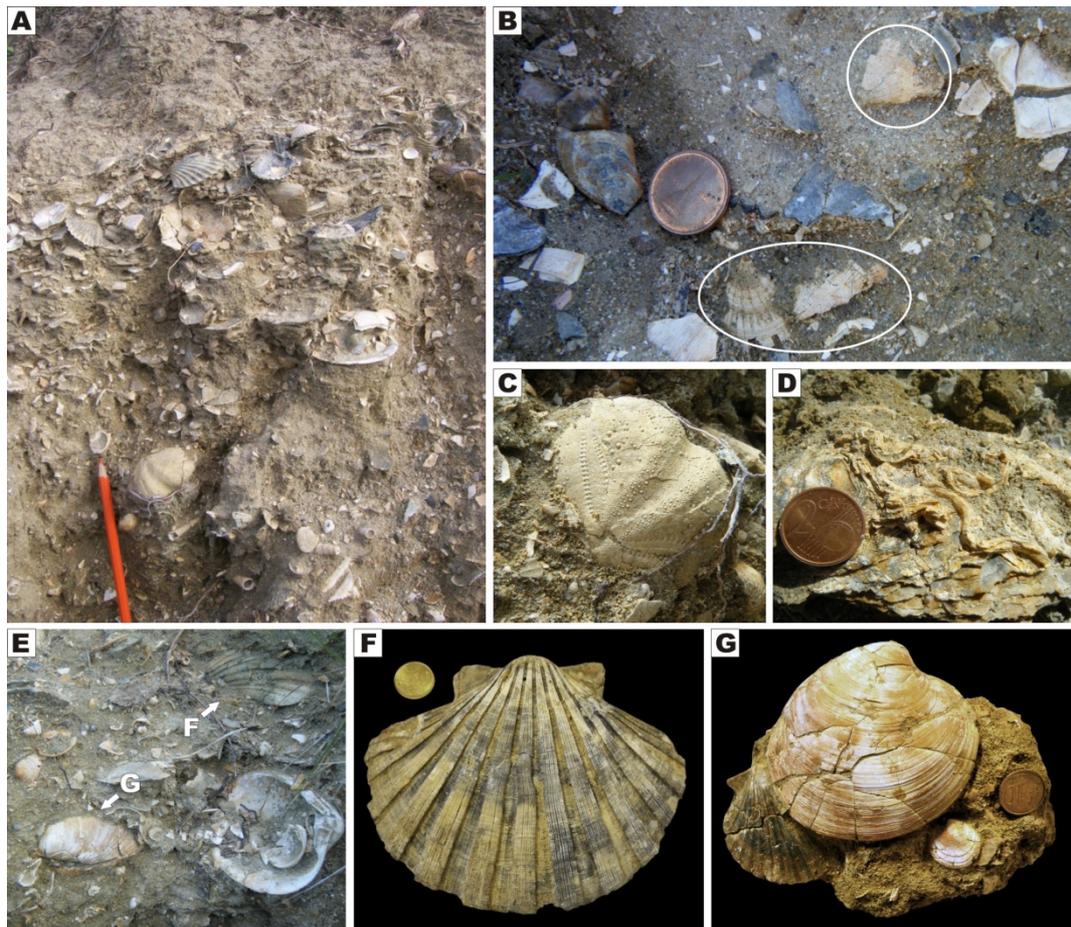


Fig. 12. Depositi ricchi in gusci (shellbeds). A) Visione panoramica di un accumulo di gusci sviluppatosi durante una fase di scarso apporto sedimentario sul fondo; B) Coralli (cerchi bianchi) nel deposito mostrato in A; C) Echinide irregolare nel deposito mostrato in A; D) Serpulidi cresciuti su un guscio di Ostrea; E) Gusci di bivalvi nel deposito mostrato in A; F) Pecten jacobaeus mostrato dalla lettera F nel riquadro E dopo il restauro effettuato presso il laboratorio del Dipartimento di Geoscienze di Padova; G) Artica islandica mostrata dalla lettera G nel riquadro E dopo il restauro effettuato presso il laboratorio del Dipartimento di Geoscienze di Padova.

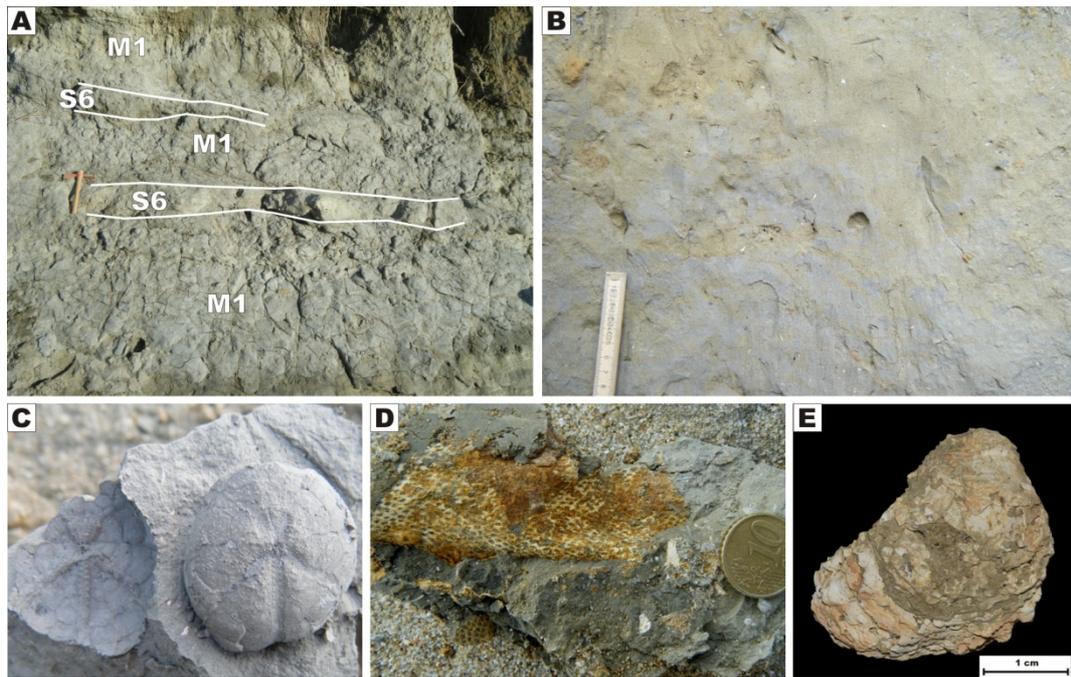


Fig. 13. Depositi e fossili di offshore transition. A) Visione panoramica di depositi di offshore transition caratterizzati dalla presenza di livelli sabbiosi intercalati alle peliti; B) Siltiti bioturbate; C) Echinide regolare rinvenuto in un intervallo pelitico; D) Resti ben preservati di briozoi rinvenuti in un intervallo pelitico; E) Valva dorsale di Ostrea sp.

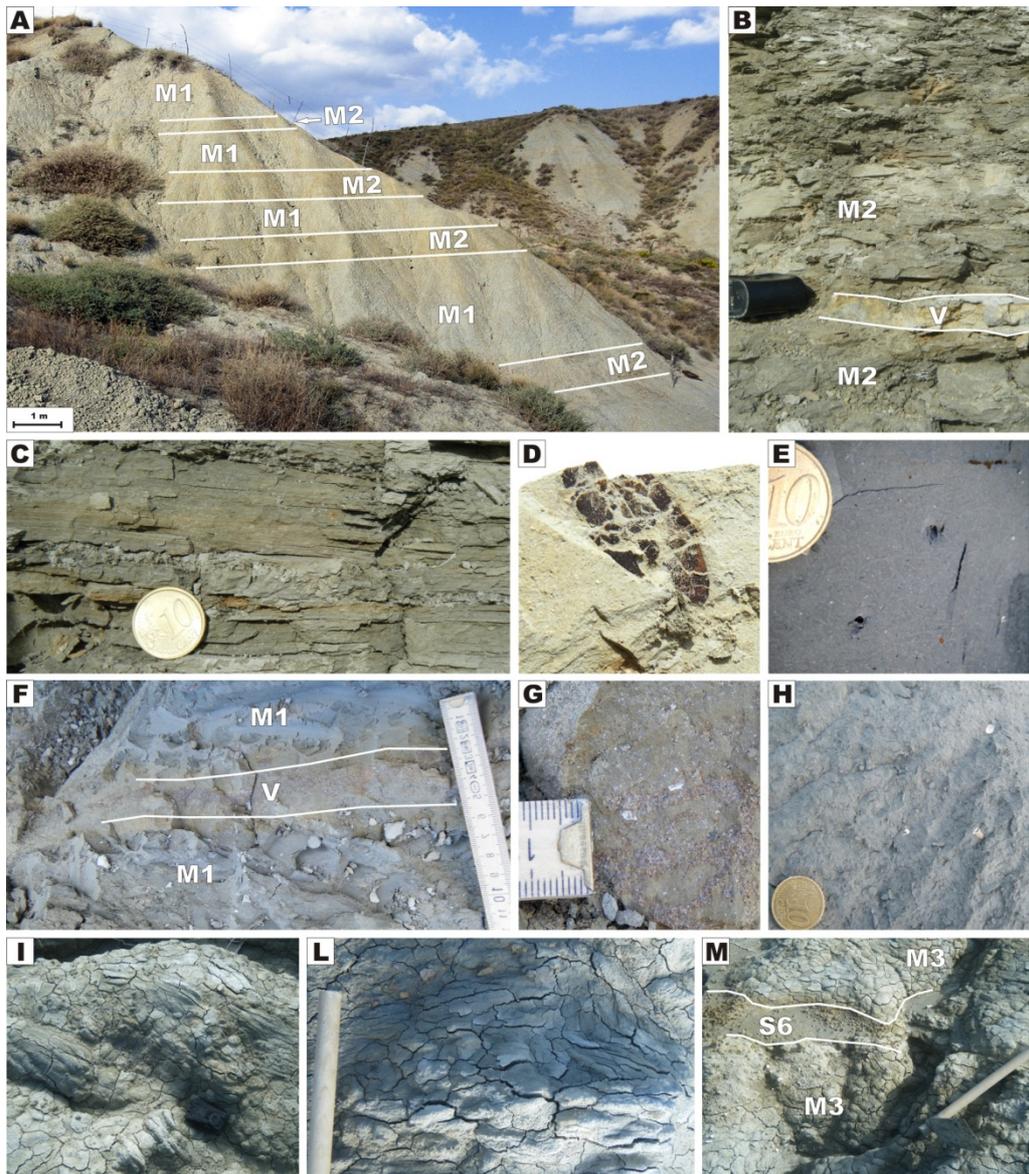


Fig. 14. Depositi pelitici di offshore. A) Visione panoramica di depositi di offshore in località Valle del Purgatorio (Vd. carta geologica); B) Depositi laminitici della facies M2 con intercalato un livello vulcanoclastico della facies V; C) Visione di dettaglio dei depositi laminitici; D) Resti di foglie preservati nei depositi laminitici; E) Bioturbazioni nel fango della facies M1; F) Livello vulcanoclastico intercalato a depositi fangosi massivi della facies M1; G) Visione di dettaglio di G. Notare la scarsa definizione delle superfici stratali del livello vulcanoclastico dovuta all'intensa bioturbazione; H) Depositi fangosi massivi della facies M1; I e L) Blocchi di fango associati a fenomeni di collasso; M) Sabbie depositate da correnti di torbida (S6) intercalate a depositi fangosi di collasso (M3).

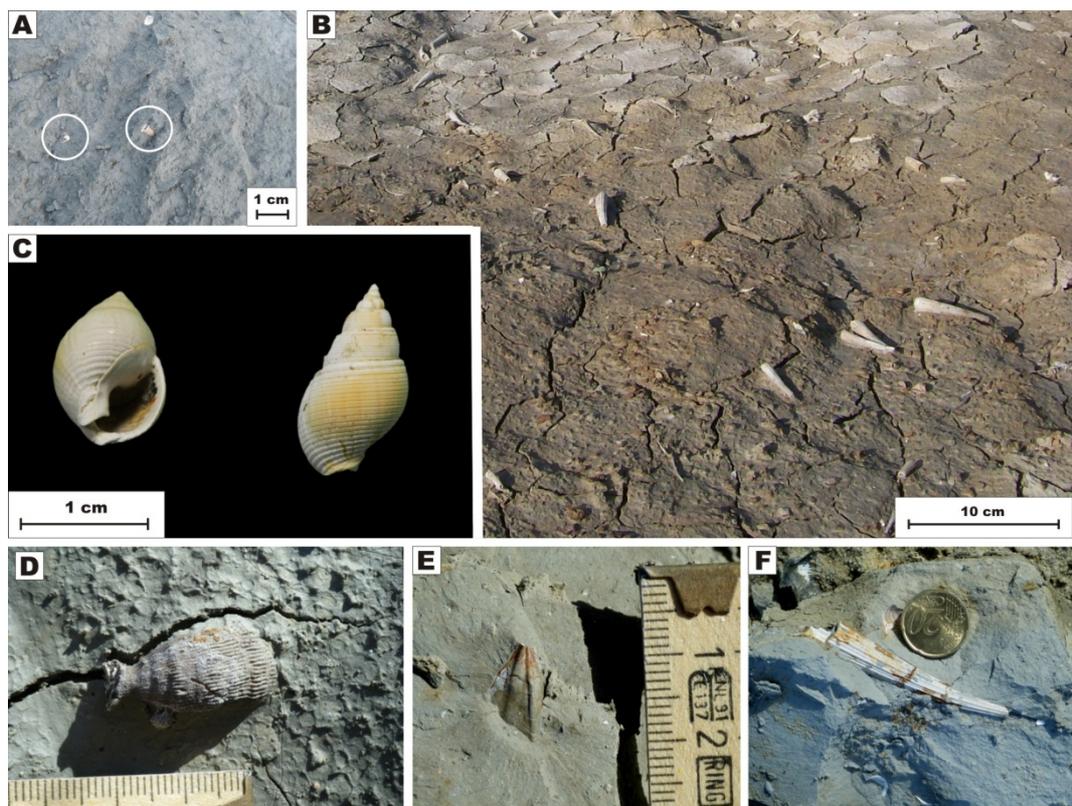
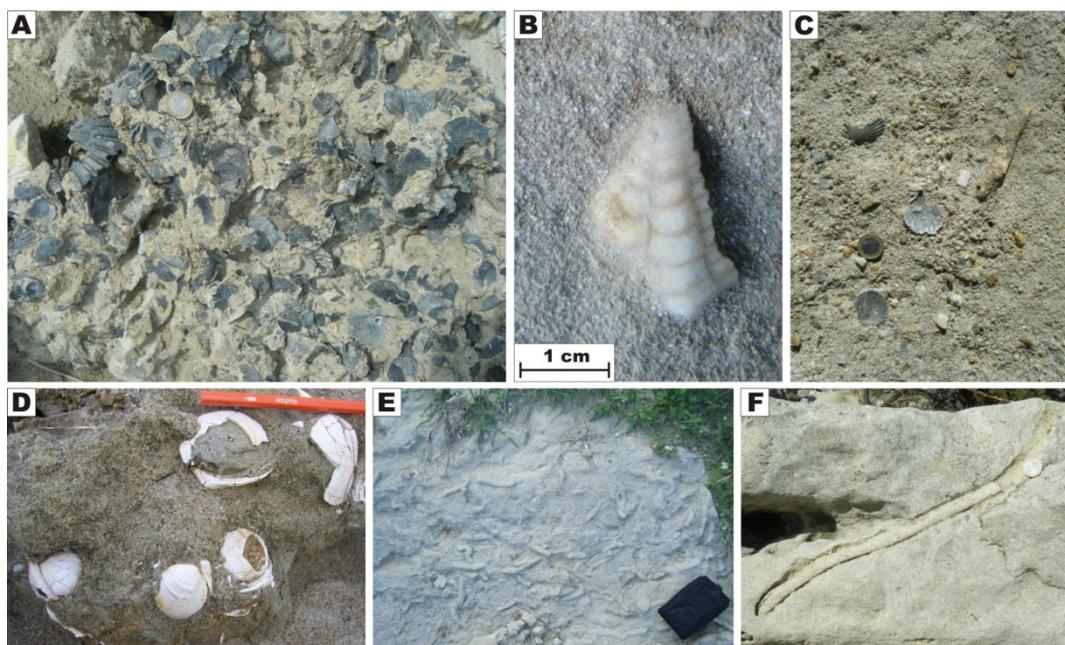


Fig. 15. Fossili di offshore. A) Resti di gusci dispersi all'interno di fanghi massivi; B) Resti di scafopodi; C) Esempari di *Amyclina* sp. raccolti in depositi di offshore; D) Forma di corallo isolato; E) Guscio di pteropode (*Clio* sp.); F) Scafopode (*Dentalium* sp.) ben preservato in fanghi della facies M1.



*Fig. 16. Fossili di shoreface. A) Accumulo di gusci di pettinidi; B) Frammento della teca di un echinide irregolare; C) Gusci di pettinidi dispersi su una superficie di strato; D) Gusci di bivalvi (*Glycimeris violacensis*) in connessione; E) Bioturbazioni su una superficie di strato; F) Traccia fossile cilindrica subverticale in depositi arenacei.*

3.2.2 Associazioni di facies ed ambienti deposizionali

Associazione di facies OS (offshore)

Descrizione

*L'associazione OS è costituita dai depositi fangosi (Fig. 14.A) e per la precisione dai fanghi massivi bioturbati della facies M1 (che risultano essere volumetricamente dominanti), dai fanghi laminati della facies M2 e dai fanghi a blocchi della facies M3. Livelli vulcanoclastici della facies V e sabbie torbidity della facies S6 possono essere intercalati ai fanghi delle facies M1 e M2. I depositi dell'associazione OS sono estremamente amalgamati ed il bedding risulta spesso di difficile individuazione. Solo nelle zone dove sono presenti livelli di laminiti il bedding è chiaramente identificabile (Fig. 14.A). Lo spessore di questi depositi raggiunge i 250 metri, come attestato da dati relativi a pozzi per l'approvvigionamento di acqua nell'area di Crosia. I depositi dell'associazione OS non sono molto ricchi in macrofossili. Essi risultano essere principalmente rappresentati da forme isolate di coralli (Fig. 15.D), pteropodi (Fig. 15.E), scafopodi (Fig. 15.B, F). I gasteropodi del genere *Amyclina* (Fig. 15.C) risultano essere i molluschi più comuni.*

Interpretazione

I depositi dell'associazione OS sono caratterizzati dall'assenza di evidenze di rimaneggiamento da moto ondoso, in accordo con la dominanza di litologie molto fini. I caratteri sedimentologici di tali depositi suggeriscono un ambiente ubicato al di sotto della base d'onda di tempesta, e pertanto identificabile come un ambiente di offshore. In tale contesto, il principale processo di messa in posto del fango era legato a processi di decantazione. Laddove il fondale era popolato da organismi, in quanto caratterizzato da una buona ossigenazione, il sedimento veniva amalgamato e reso massivo, mentre laddove il fondale si presentava anossico, le lamine di decantazione venivano chiaramente preservate. Se la sedimentazione di vulcanoclastiti avveniva in aree in cui il fondo non era ossigenato, tali livelli venivano preservati impacchettati tra le lamine. Infine il locale collasso e rideposizione di volumi di fango permetteva lo sviluppo di

accumuli della facies M3, alla quale si associavano depositi da correnti di torbida della facies S6.

Associazione di facies OT (offshore transition)

Descrizione

I depositi dell'associazione OT sono prevalentemente rappresentati da fanghi massivi della facies M1 con frequenti intercalazioni di sabbie massive della facies S6 (Fig. 13.A). Spesso le due litologie sono profondamente amalgamate dalla bioturbazione a formare un deposito estremamente caotico ed eterogeneo (Fig. 13.B). Laddove i depositi non sono amalgamati, gli strati sono caratterizzati da una notevole continuità laterale. I fossili sono relativamente comuni e rappresentati da molluschi (Aphorrais, Pecten; Fig. 13.E), echinidi (Fig. 13.C) e briozoi (Fig. 13.D).

Interpretazione

I depositi dell'associazione OT sono attribuiti ad un ambiente di offshore transition, dove il processo prevalente di accumulo di sedimento è rappresentato dalla decantazione di fango. Tale fenomeno è però interrotto da occasionali eventi di tempesta, che ripuliscono il fondale inducendo la rimobilitazione di sedimento più grossolano (sabbia) e talvolta la formazione di correnti turbolente cariche di sedimento che portano all'accumulo dei livelli sabbiosi della facies S6. Dopo gli eventi di tempesta il fondale è comunemente interessato da bioturbazione che può portare alla totale rielaborazione dei depositi ed alla distruzione del bedding primario.

Associazione di facies LS (lower shoreface)

Descrizione

L'associazione di facies LS risulta essere composta prevalentemente da depositi sabbiosi a grana medio-fine e rari livelli fangosi spessi pochi centimetri. Le facies sabbiose prevalenti sono rappresentate dalle facies S5 (sabbie massive per bioturbazione) e S2 (sabbie a ripples simmetriche), mentre le sabbie della facies S3 (sabbie a ripples asimmetriche) sono più rare. I depositi fangosi appartengono

alla facies M1 e sono associati a fenomeni di decantazione e successiva bioturbazione.

I depositi dell'associazione LS sono caratterizzati da strati spessi da pochi centimetri fino a circa mezzo metro. Tali strati presentano geometria tabulare ed una marcata continuità laterale (Fig. 11.A). I fossili sono abbastanza comuni e rappresentati da gasteropodi e bivalvi (Fig. 11.G) che spesso appaiono connessi (Fig. 11.I) ed in posizione di vita (Fig. 11.H).

Interpretazione

I depositi di questa associazione si sono sedimentati in un ambiente di lower shoreface, dove il moto ondoso era in grado di rimuovere materiale sul fondo sia durante le tempeste che durante condizioni di minor energia. La presenza di livelli molto bioturbati, associati a livelli con drappi di fango, suggeriscono che nel complesso l'energia del sistema rimanesse comunque bassa, permettendo una significativa colonizzazione del fondale da parte di organismi marini.

Associazione di facies US (upper shoreface)

Descrizione

Tale associazione di facies è costituita da litologie sabbiose a grana medio-grossolana in strati con marcata continuità laterale (Fig. 10.A, C). Le facies prevalenti sono rappresentate da sabbie a stratificazione pianoparallela (facies S4) e sabbie a stratificazione incrociata (facies S1), mentre le facies di riempimento di depressioni erosive (facies S7) sono rare. In tutti questi tipi di depositi sono comuni clasti di fango ben arrotondati, spesso associati a lenti e livelli di ghiaie fini. Nessun drappo o livello di fango è stato rilevato in questi depositi.

Questi depositi sono comunemente ricchi di gusci di molluschi (Fig. 16.C, D) che possono formare shellbeds ben definiti (Fig. 16.A). Sono comuni anche resti di echinidi irregolari (Fig. 16.B) e tracce di bioturbazione di varia forma (Fig. 16.E, F).

Interpretazione

Questi depositi sono stati interpretati come sedimenti di upper shoreface e pertanto accumulatisi sotto il continuo rimaneggiamento da parte del moto ondoso. In particolare la formazione di dune ben definite (facies S1) indica la presenza di correnti lungo costa abbastanza efficaci che venivano significativamente influenzate dall'interazione con correnti di natura tidale, in accordo con la presenza di tidal boundles. La presenza di clasti di fango evidenzia eventi erosivi (tempeste) capaci di erodere sedimento dalle aree più profonde e ridistribuirlo su ampie aree. La presenza di accumuli di gusci potrebbe essere associata sia allo sviluppo di comunità bentoniche sia ad un accumulo legato ad eventi di tempesta.

Associazione di facies LG (lag trasgressivo)

Descrizione

Questi depositi possono essere inquadrati in un'associazione monofacies, come definita da Nemec, (1996). Questo termine si riferisce a quelle facies che, da sole, possono indicare un ambiente deposizionale, e che pertanto possono essere "elevate" al rango di associazioni di facies. Secondo tale definizione, la facies C precedentemente descritta è indicativa di un definito ambiente deposizionale. Come detto, tale facies consiste in ciottolami clastosostenuti a matrice sabbiosa o openwork in livelli spessi circa 15-20 cm. Tali livelli, costituiti da clasti ben arrotondati ed incrostati da serpuliti, presentano base netta ed una notevole continuità laterale.

Interpretazione

Il deposito in esame è interpretato come un lag trasgressivo, sviluppatosi ad opera del moto ondoso durante la migrazione verso terra della linea di costa. Durante tale fase i depositi di spiaggia e upper shoreface sono condensati in un unico livello denominato lag trasgressivo.

3.3 Successione sedimentaria pleistocenica

3.3.1 Caratteri stratigrafici

I depositi del substrato roccioso sono sovrastati dalla successione marina in esame che risulta costituita dalla sovrapposizione verticale di depositi di shoreface e di offshore transition-offshore caratterizzati da significative variazioni di spessore muovendosi da Sud (aree prossimali) a Nord (aree distali). In particolare la successione completa è costituita dalla sovrapposizione delle seguenti tipologie di depositi: lag trasgressivo, shoreface, (upper shoreface passante a lower shoreface), offshore transition, shoreface, (lower shoreface passante a upper shoreface), offshore transition, offshore, offshore transition, shoreface. Queste diverse associazioni di facies sono state riportate nella carta geologica secondo raggruppamenti (unità CC1-5) costituiti basandosi sulle esigenze di natura cartografica, ma finalizzati a evidenziare anche il significato stratigrafico-sequenziale della successione (vd. Capitolo 4).

La porzione inferiore della successione (unità CC1 della carta geologica) è costituita da depositi di lag trasgressivo, upper shoreface e lower shoreface, è riportata nella carta geologica come un'unica unità. I depositi più antichi di tale unità, con particolare riferimento al lag trasgressivo basale, non sono chiaramente osservabili in affioramento a causa della copertura detritica. L'evidenza della presenza di un lag trasgressivo è fornita dal rinvenimento, in prossimità della base della successione, di blocchi erratici di arenarie del substrato forati da litodomi. Tali blocchi indicano un'emersione ed una diagenesi del substrato prima che questo venisse trasgredito dall'annegamento che ha portato all'accumulo della successione in esame. I sovrastanti depositi di shoreface sono costituiti da sabbie medio-grossolane di upper shoreface che passano verso l'alto a sabbie medio-fini di lower shoreface, dando origine ad un chiaro trend deposizionale di tipo fining-upward. Questi depositi sono osservabili principalmente nell'area di Crosia, in località Pietra della Monaca (Vd. carta geologica allegata), dove presentano uno spessore prossimo ai 10 m, ma sono

presenti anche a NE di Calopezzati dove risultano essere scarsamente esposti in un fondovalle nell'area di Carreria. Il contenuto fossilifero di tali sabbie è moderato e principalmente rappresentato da gusci di gasteropodi e bivalvi. In località Pietra della Monaca questi depositi immergono verso NNE di circa 5°.

Al di sopra dei depositi di shoreface sono presenti sedimenti di offshore transition, che sono stati riportati in carta geologica come una singola unità, (CC2). Tali sedimenti affiorano tra Crosia ed il T. Fiumarella, lungo l'alveo del quale si trova una delle migliori esposizioni (località Mulinetto; Fig. 17). Altre esposizioni sono presenti a Est e Nord-Est di Calopezzati in un fondovalle nell'area di Carreria. La superficie di base di tali depositi, a differenza di quella di tetto, non è chiaramente esposta ed i loro spessore è stimato intorno ai 15 metri. Il contenuto fossilifero di questi depositi è abbastanza scarso e consiste di frammenti vegetali e rari bivalvi e gasteropodi. I sedimenti di offshore transition immergono verso NNE con angoli variabili tra i 5° ed i 15°.

Al di sopra dei depositi di offshore transition sono presenti sedimenti di shoreface, che per la precisione sono costituiti dalla sovrapposizione di sedimenti upper shoreface su sedimenti di lower shoreface, (Fig. 15). Questi depositi, mappati in carta come unità CC3, formano gran parte dei rilievi che ospitano i Paesi di Calopezzati e Crosia e risultano particolarmente ben esposti in località Canale, Pietra della Monaca (Crosia), Mulinetto (alveo del T. Fiumarella), S. Antonio (Calopezzati). Questi sedimenti, il cui spessore si aggira intorno a 60-80 m, immergono costantemente verso NNE con un'inclinazione di circa 15°. Queste sabbie sono ricche di gusci di molluschi che talora formano shellbeds spessi fino ad 1 m. Questa successione di shoreface, mostra nel complesso un chiaro trend deposizionale di tipo coarsening-upward, (Fig. 17, 6, 8), ma è anche caratterizzata da variazioni granulometriche minori ed allo sviluppo di piccole tronature interne che portano, ad esempio, alla sovrapposizione di depositi ciottolosi di lag trasgressivo su sedimenti di upper shoreface (vd. metri 37-38 nel log riportato in Fig. 8). Il passaggio alle sovrastanti peliti di offshore transition (Fig. 18) è marcato dalla presenza di un deposito ricchissimo di gusci di

molluschi, echinidi e coralli (Fig. 12) che forma un livello ben riconoscibile a scala bacinale.

I depositi sovrastanti, mappati in carta come unità CC4, formano un'estesa successione pelitica costituita dalla sovrapposizione di depositi di offshore transition, offshore e offshore transition. Queste peliti affiorano ampiamente in gran parte dell'area studiata, con affioramenti molto estesi ubicati nelle aree di Valle del Purgatorio (a Nord di Crosia) e Giardino (a Nord di Calopezzati). Lo spessore e le caratteristiche sedimentologiche di questa unità variano significativamente spostandosi da Sud a Nord. Nei settori meridionali della zona studiata, in prossimità degli abitati di Crosia e Calopezzati, l'unità è costituita da soli depositi di offshore transition che presentano uno spessore massimo prossimo ai 10 m. Muovendosi verso Nord, lo spessore dei depositi pelitici aumenta notevolmente, fino a raggiungere almeno i 250 m nell'area della Valle del Purgatorio (a Nord di Crosia), come indicato da pozzi effettuati per la ricerca di acque per uso agricolo. Nell'area di Crosia, l'aumento di spessore di questa unità è accompagnato dalla comparsa di peliti di offshore intercalate tra i depositi di offshore transition. Le peliti di offshore fanno la loro comparsa nell'area di Canale ed incrementano notevolmente il loro spessore muovendosi di poche centinaia di metri verso Nord. In tutta l'area di Crosia, nella porzione basale della successione di offshore sono presenti livelli laminitici associati a cineriti (Segalla, 2006), che rappresentano eccellenti orizzonti di correlazione stratigrafica. In questa zona le peliti immergono verso NNE di circa 15°-20° gradi. Nella zona a Nord di Calopezzati, le peliti dell'unità CC4 sono caratterizzate dalla presenza di depositi di slump (facies M3) con intercalati livelli torbiditici sabbiosi ricchi di faune di mare basso (facies S7). Queste facies risedimentate presentano spessori di circa 30-40 metri.

I depositi pelitici passano verso l'alto a sedimenti sabbiosi di shoreface mappati come unità CC5. Questi depositi sono preservati solo in corrispondenza degli abitati di Calopezzati e Crosia, dove mostrano spessori massimi di circa 30-40 metri. Sebbene a causa della scarsa esposizione legata all'urbanizzazione la suddivisione in depositi di upper e lower shoreface non sia stata possibile, queste

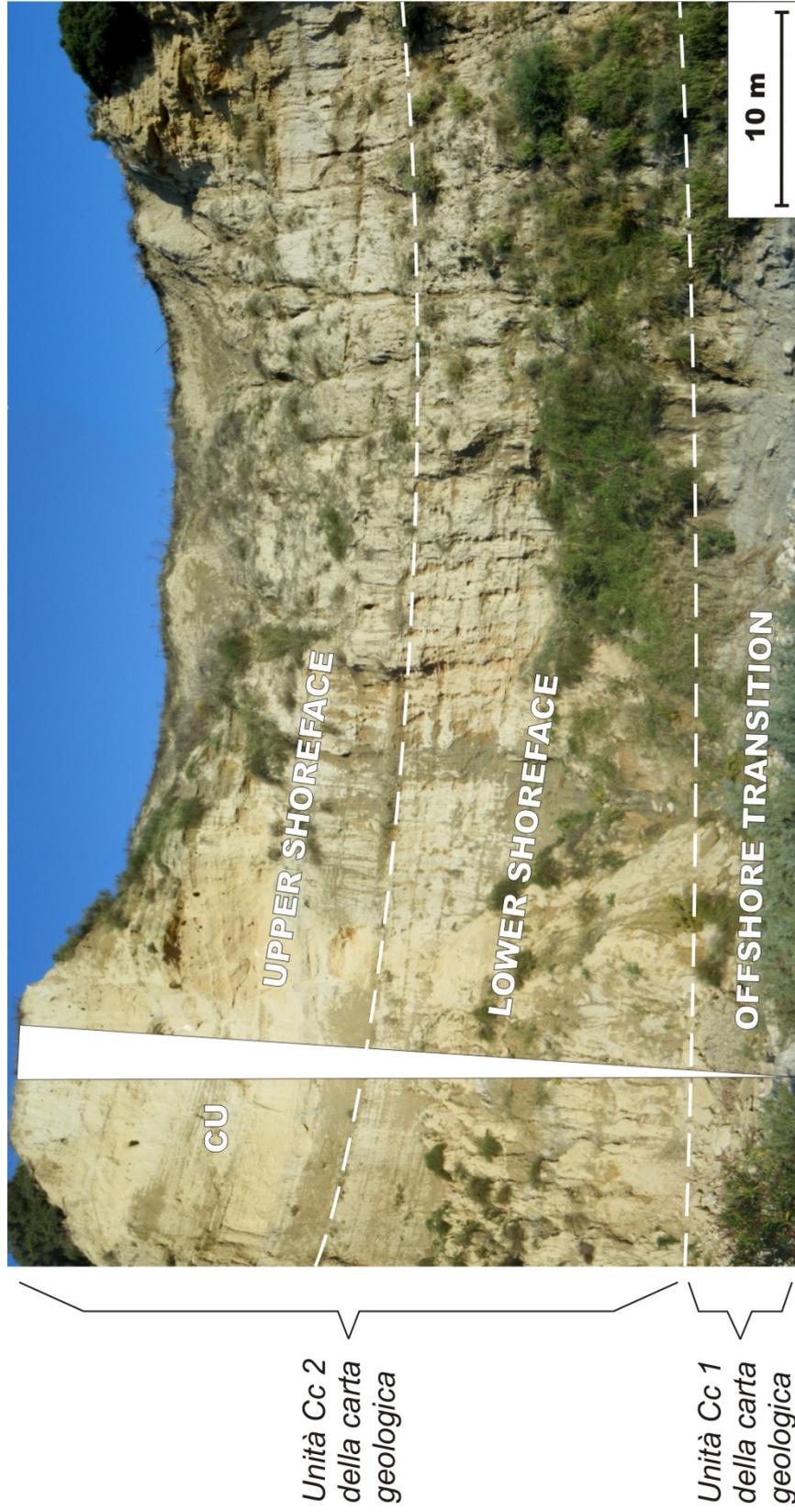


Fig. 17. Depositi di offshore transition e shoreface sovrapposti verticalmente a definire un trend deposizionale di tipo coarsening-upward (CU).



Fig. 18. Depositi di shoreface e offshore transition sovrapposti verticalmente a definire un trend deposizionale di tipo fining-upward (CU).

sabbie mostrano un chiaro trend deposizionale di tipo coarsening-upward. Il contenuto fossilifero di tali sabbie è moderato, e principalmente rappresentato da gusci di gasteropodi e bivalvi. Questi depositi immergono verso NNE di circa 15°.

3.3.2 Età

Lo schema tempo di riferimento per questo lavoro di tesi, che riguarda l'intervallo pliocenico superiore e pleistocenico, è riportato in Figura 19. Vi compaiono la Scala Cronostratigrafica standard, la Scala Cronometrica, la Scala delle Inversioni di Polarità del Campo Magnetico Terrestre (Geomagnetic Polarity Time Scale: GPTS), lo schema biostratigrafico standard per il Mediterraneo a nannofossili calcarei (Raffi et al., 2006).

I dati biostratigrafici raccolti in base allo studio dei nannofossili calcarei dimostrano che la successione sedimentaria si è deposta nel corso del Pleistocene inferiore e medio (Fornaciari, com. pers.). Va comunque puntualizzato che il segnale biostratigrafico è recuperabile solamente dagli intervalli pelitici, mentre esso è virtualmente assente (o frutto di rimaneggiamento e/o rimescolamento) nelle porzioni sabbiose e siltose più grossolane. In particolare, si è verificato che nell'area di interesse per questa tesi sono riconoscibili la Zona a *Discoaster productus*, nell'intervallo in cui sono inquadrabili le unità CC1 e CC2, le Zone a "large" e "small" *Gephyrocapsa* (al limite fra le unità CC3 e CC4), e la Zona a *Pseudoemiliana lacunosa*, entro cui si colloca l'unità CC5.

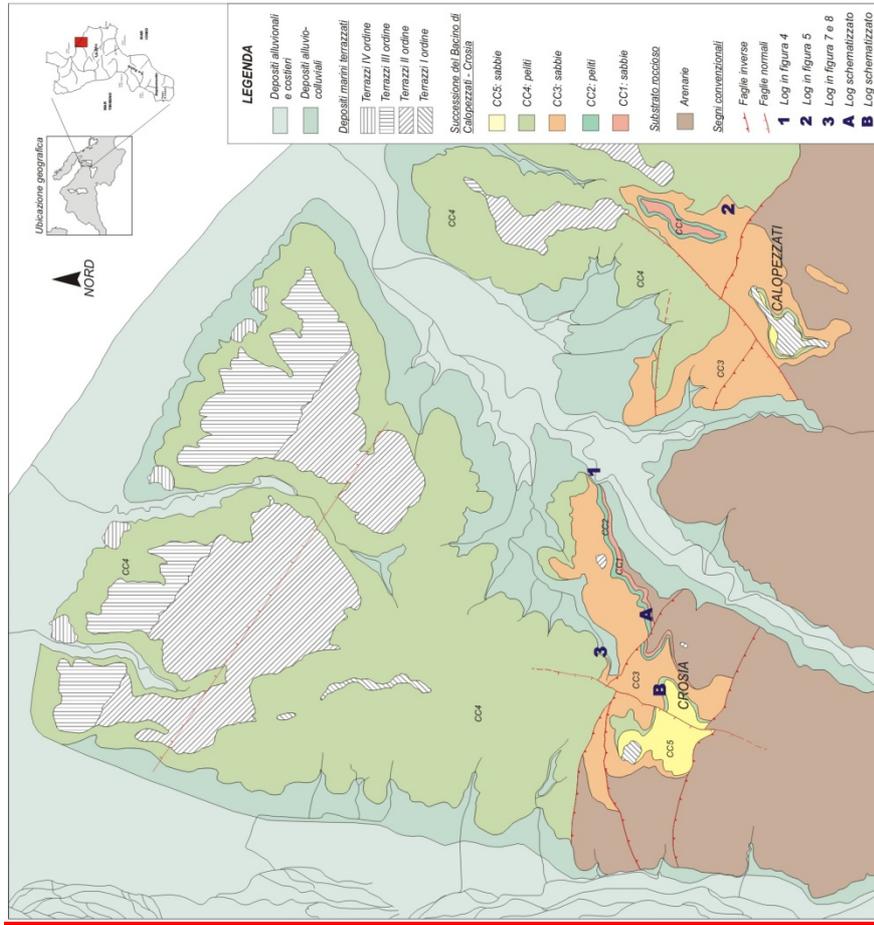
L'età delle sabbie di shoreface dell'unità CC1 è definibile grossolanamente e solo per inquadramento: l'unico vincolo cronologico disponibile è stato raccolto nelle sovrastanti argille di offshore transition dell'unità CC2, che appartengono alla Zona a *D. productus* (base Pleistocene, tra 1.75 e 1.8 Ma). Le sabbie di shoreface dell'unità CC3, non databili, coprono verosimilmente l'intervallo fra ca. 1.6 e 1.3 Ma: la flooding surface alla base delle peliti dell'unità CC4 immediatamente sovrastanti appartiene infatti alla porzione terminale della Zona a "large" *Gephyrocapsa* (ca. 1.25 Ma: Raffi et al., 2006), che rapidamente (in un intervallo

cha va da pochi decimetri a qualche metro) fa passaggio alla Zona a “small” Gephyrocapsa, (Fig. 19), cui appartiene quasi totalmente l’unità delle peliti dell’unità CC4.

E’ comunque interessante notare come, in prossimità dell’abitato di Crosia, le peliti immediatamente sovrastanti la flooding surface al tetto delle sabbie dell’unità CC3 appartengano già alla Zona a “small” Gephyrocapsa.

Solo nella loro porzione sommitale, in corrispondenza ad un orizzonte cineritico distintivo entro una laminite, si è riconosciuta la base della Zona a P. lacunosa, documentata dalla prima comparsa nel Mediterraneo della Gephyrocapsa sp.3 (ca. 0.95 Ma; Fig. 19). La prima comparsa delle facies regressive (unità CC5) avviene alla base della Zona a P. lacunosa nell’area più prossima all’abitato di Crosia, mentre spostandosi verso costa lo stesso intervallo cronostratigrafico è ancora caratterizzato da sedimentazione pelitica; presso il paese di Mirto si è infatti verificata la presenza di abbondante G. sp3 in argille azzurre correlabili al MIS 17 (ca. 0.7 Ma).

Rimane ancora sostanzialmente misteriosa l’età delle unità regressive al tetto della successione marina pre-terrazzi, in assenza di vincoli indipendenti di datazione. La datazione delle unità terrazzate su basi geocronologiche (es. termoluminescenza, tefrocronologia, etc.), potrebbe fornire un dato utile a definire un limite massimo di età alla sedimentazione prima del definitivo sollevamento ed emersione dell’area, tuttavia questo argomento esula dalle tematiche della tesi e non verrà perciò discusso in questa sede.



SCHEMA DEI RAPPORTI BIOSTRATIGRAFICI

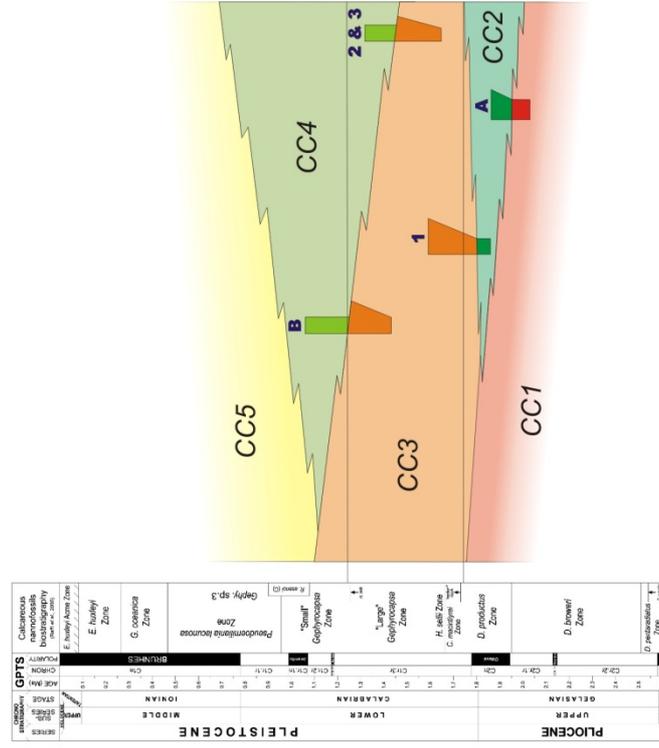


Fig. 19. Età dei depositi studiati. Lo schema geologico a sinistra mostra la collocazione dei log sedimentologici riportati nello schema stratigrafico di destra. Le unità denominate con le sigle CC1-5 sono quelle riportate nella carta geologica. Il punto 1 corrisponde al log sedimentologico di Fig.4; il punto 2 corrisponde ai log di Fig. 5; il punto 3 corrisponde ai logs sedimentologici delle Fig. 7 e 8. Con A e B sono riportati logs schematizzati.

3.4 Depositi terrazzati

Anche se lo studio dei terrazzi marini dell'area di Calopezzati-Corsia non rappresenta lo scopo fondamentale di questa tesi di laurea, la distribuzione spaziale di tali superfici è stata osservata e cartografata. Questi terrazzi sono stati oggetto di un dettagliato studio effettuato da Carobene (2003), ed è a questo lavoro che si farà riferimento per la loro descrizione. Nella zona in esame sono stati individuati quattro ordini di terrazzi marini (Fig. 20) che si riferiscono a fasi di erosione e di sedimentazione marina correlati a sollevamenti tettonici. I tassi di innalzamento ricavati forniscono una velocità media di sollevamento pari a 0.50 mm/anno circa (Carobene, 2003).

- Terrazzi del I° ordine. Quest'ordine è rappresentato da superfici di erosione di limitata estensione in località Calopezzati e lungo il crinale Crosia-Stazione di Mirto Crosia. Sempre in quest'ultima area sono presenti non solo superfici di erosione ma anche alcuni lembi relitti e fortemente degradati dei depositi marini che costituivano il terrazzo. Questo terrazzo occupa quote comprese in un intervallo abbastanza ampio, da 130 a 210 metri circa, e ciò è spiegabile con l'attività delle strutture tettoniche riconosciute nell'area (Carobene, 2003).

- Terrazzi del II° ordine. L'originario terrazzo si presenta oggi fortemente rimodellato dalla rete idrografica che ha assunto particolari andamenti in conseguenza al sollevamento dell'intera area. Di questo terrazzo si riconoscono due lembi principali in sinistra idrografica del Torrente Fiumarella ed altri due di dimensioni ancora più ridotte dei precedenti in destra idrografica dello stesso torrente. Infine, un ulteriore lembo relitto di terrazzo è stato trovato anche all'interno della valle del Torrente Fiumarella, a circa 3.4 km dalla linea di riva attuale.

- Terrazzi del III° ordine. I depositi che costituiscono questo terrazzo si estendono dall'area a Sud della Stazione Mirto di Crosia fino al Torrente Fiumarella. In destra idrografica del Torrente Fiumarella sono conservati solo piccoli relitti la cui ampiezza progressivamente si riduce fino a scomparire verso SE.



Fig. 20. Superfici terrazzate visibili dall'abitato di Crosia.

- Terrazzi del IV° ordine. Lungo tutta la fascia costiera è riconoscibile l'ordine di terrazzi più basso. La ridotta ampiezza ed il debole spessore dei depositi dei cinque lembi mappati, permettono di dedurre che la loro formazione sia da attribuire ad uno stazionamento marino di durata assai minore rispetto a quello dei più antichi.

CAPITOLO 4: ASSETTO TETTONICO STRUTTURALE

Il rilevamento effettuato ha permesso di individuare diversi lineamenti strutturali le cui direzioni principali sono NE-SO e ONO-ESE. Tali lineamenti tettonici sono stati definiti individuando i piani di faglia in campagna (Fig. 21), oppure dedotti durante la fase di rilevamento e compilazione della carta. In particolare la direzione ONO-ESE caratterizza sia lineazioni associate a faglie normali che inverse, mentre quella NE-SO è associata solo a faglie normali. L'integrazione tra lo studio svolto ed i dati riportati in letteratura (Carobene, 2003), suggerisce che la dinamica compressiva NNE-SSO rappresenti l'evento tettonico più antico e che sia rimasto attivo durante la deposizione di gran parte della successione esaminata. In particolare, la direzione ONO-ESE è ben documentata al confine calabro-lucano (Catalano et alii 1993; Cucci e Clinti, 1998; Marra, 1999; Carobene, 2003), e coincide anche con il limite che separa i terreni del Miocene e del Pliocene inferiore da quelli quaternari lungo il tratto di costa tra Crosia e Cariati. Le faglie normali ad andamento NE-SO influenzano significativamente la sedimentazione durante la deposizione dell'unità CC4 causando il collasso di depositi precedentemente accumulati nell'area a Nord di Calopezzati, ciò indica un'attività concomitante tra i thrusts ONO-ESE e le faglie normali parallele alla direzione di compressione.

In accordo con quanto riportato da Carobene (2003) le strutture estensionali orientate ONO-ESE interessano i depositi terrazzati del II° e III° ordine e risultano pertanto essere associate ad attività tettoniche distensive recenti, (Pleistocene medio-superiore), che vanno a sostituire le dinamiche compressive. I rigetti assumono entità minime e difficilmente mappabili in carta, con un valore massimo di 10 metri circa in direzione 123° sul II° ordine di terrazzi (vd. carta geologica).

Le giaciture rilevate in campagna appartengono tutte a faglie normali e sono state rappresentate tramite un grafico di tipo stereonet (proiezione equiareale di Schmidt; Fig. 21.A). Nel grafico è distinguibile un trend dominante nella direzione NE-SO, confermato dal rose diagram associato. I dati misurati non

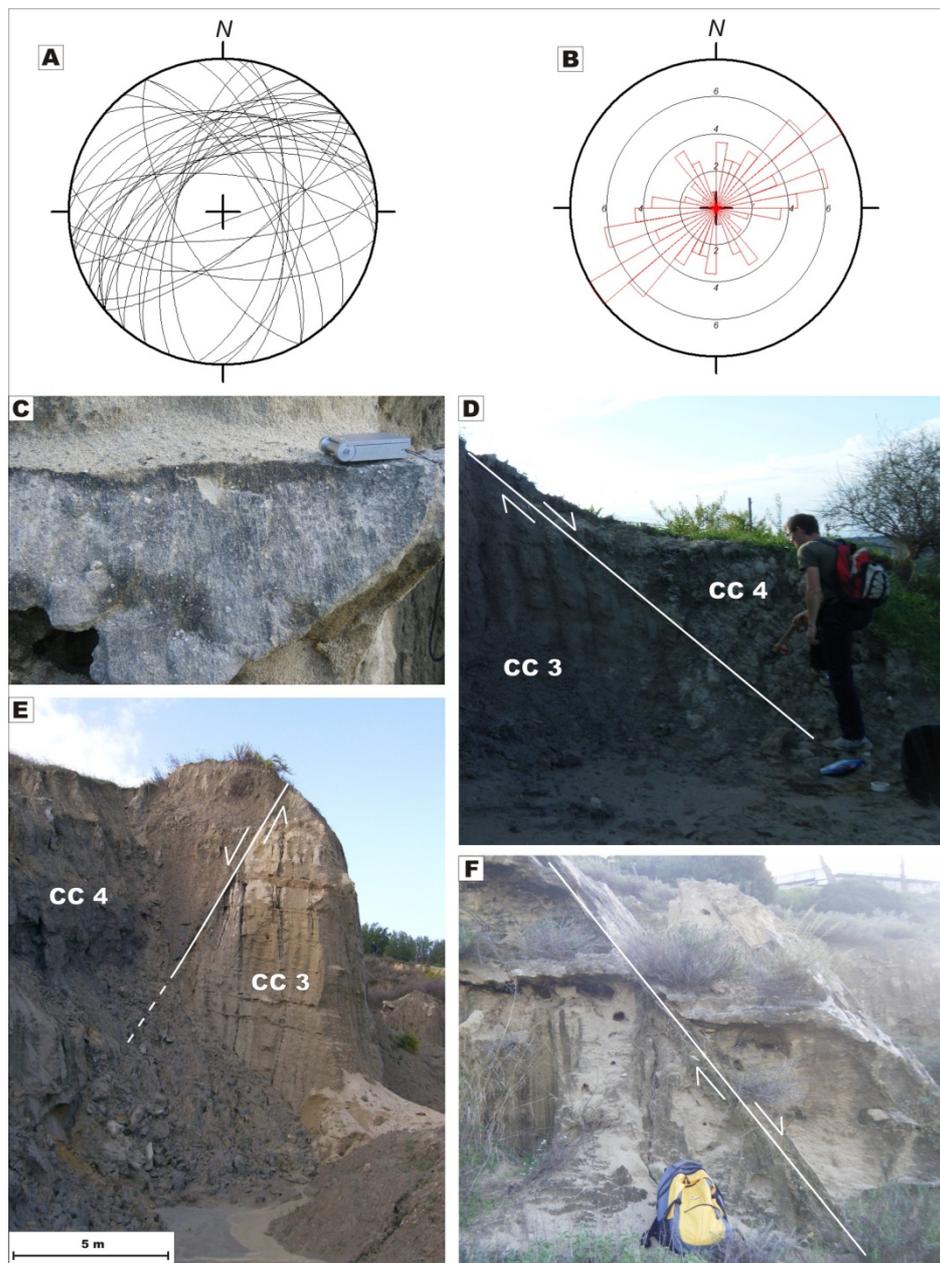


Fig. 21. Dati strutturali. A) Diagramma stereonet (proiezione equiareale di Schmidt); B) Rose diagram che evidenzia il trend NE-SO dominante; C) Strie di faglia in depositi cementati indicanti una cinematica distensiva ; D) Faglia normale orientata 330/50 ubicata appena a Nord di Calopezzati circa lungo la strada che porta al Paese; E) Faglia normale orientata 190/55 ubicata circa 1 km a Sud di Masseria Filipelli, in prossimità del torrente Fiumarella. La parte tratteggiata della linea indica la prosecuzione della faglia sotto la copertura detritica; F) Faglia normale orientata 320/60 nelle sabbie dell'unità CC3 in prossimità dell'abitato di Calopezzati.

possono essere considerati estremamente rappresentativi della zona, poiché rilevati in un numero limitato di siti, ubicati peraltro in un'area abbastanza ristretta. Un più accurato rilevamento dei lineamenti in campagna permetterebbe di individuare anche il trend in direzione ONO-ESE, deducibile dal lavoro di rilevamento e riportato in letteratura (Carobene, 2003).

CAPITOLO 5: EVOLUZIONE DEL BACINO ED INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICO-SEQUENZIALE

5.1 Evoluzione tettono-sedimentaria

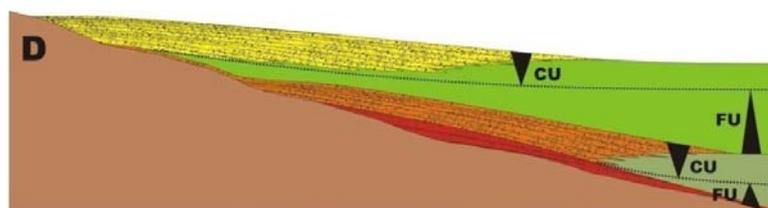
La storia deposizionale del Bacino di Calopezzati-Crosia inizia probabilmente al limite Plio-Pleistocene con un evento di natura trasgressiva che porta all'annegamento dei depositi del Miocene superiore. Durante tale evento trasgressivo la linea di costa si muove verso Sud e porta all'accumulo dei depositi della successione sabbiosa di shoreface che costituisce l'unità CC1 (Fig. 22.A). Al passaggio Pliocene-Pleistocene, il protrarsi dell'evento trasgressivo, indicato dal trend fining-upward dell'unità CC1, porta alla messa in posto di depositi di offshore transition (unità CC2) al di sopra delle sabbie di shoreface. L'accumulo dei depositi pelitici è interrotto dall'instaurarsi di una fase regressiva che porta alla messa in posto di sedimenti di acque più basse, (shoreface), che costituiscono l'unità CC3 (Fig. 22.B). Il trend coarsening-upward di tali depositi indica una progressiva diminuzione della profondità dell'acqua associata ad uno spostamento della linea di costa verso mare, avvenuta verosimilmente tra 1.6 e 1.3 Ma. Lo sviluppo del livello bioclastico a tetto dei depositi di shoreface indica l'improvviso instaurarsi di condizioni di marcata sottoalimentazione, associata ad un secondo evento trasgressivo che causa un rapido inspessimento della colonna d'acqua (Fig. 22.C). Esso porta all'instaurarsi di un ambiente di offshore transition-offshore in corrispondenza della porzione terminale della Zona a "large" Gephyrocapsa (ca. 1.25 Ma).

Nonostante il rapido approfondimento, evidenziato dalle marcate condizioni di sottoalimentazione, il carattere diacronico della trasgressione è evidenziato dal fatto che le peliti sovrastanti la flooding surface, al tetto delle sabbie dell'unità CC3, appartengano già alla Zona a "small" Gephyrocapsa, mentre nelle aree ubicate a Nord tale evento si verifica in corrispondenza della porzione terminale della Zona a "large" Gephyrocapsa. L'approfondimento legato all'evento

trasgressivo sopracitato permette la formazione di diversi livelli laminatici nell'area a Nord di Crosia, mentre la zona a Nord di Calopezzati è interessata da frequenti collassi gravitativi dei depositi sciolti precedentemente accumulati. La sedimentazione in contesto marino profondo perdura durante tutta la Zona a "small" Gephyrocapsa, e le prime evidenze dell'instaurarsi di condizioni regressive (accumulo dell'unità CC5), sono documentate alla base della Zona a P. Lacunosa (Fig. 22.D), documentata dalla prima comparsa nel Mediterraneo della Gephyrocapsa sp.3 (ca. 0.95 Ma). Tale regressione si protrae progressivamente nel tempo fino ad essere sostituita da una fase di regressione forzata attribuibile al Pleistocene medio. Tale fase di regressione forzata è ripetutamente interrotta da episodi di risalita del livello relativo del mare, i quali portano alla formazione dei diversi ordini di terrazzi.

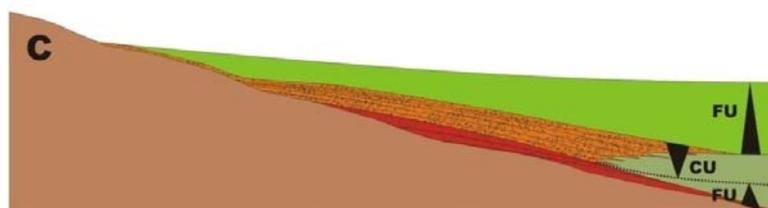
Sulla base delle significative entità delle variazioni del livello relativo del mare è possibile ipotizzare che la tettonica giochi un ruolo determinante nello sviluppo della successione esaminata. In particolare, integrando i dati strutturali raccolti col quelli noti in letteratura, è possibile ipotizzare che entrambi gli eventi trasgressivi, documentati rispettivamente dalle unità CC1, CC2 e CC4, siano da riferirsi a subsidenza tettonica indotta da un campo di stress compressivo orientato circa NE-SO. Tale campo di sforzi provoca il tilting del substrato miocenico verso mare con conseguenze subsidenza delle aree a Nord di Crosia e Calopezzati. Una diminuzione del tasso di subsidenza, possibilmente combinato con un incremento del tasso di apporto sedimentario, è responsabile dell'instaurarsi della fase progradante (trend coarsening-upward) che caratterizza l'unità CC3. In tale contesto, il marcato annegamento alla base dell'unità CC4 è probabilmente indotto da un significativo incremento dell'attività tettonica. Durante questa fase, la deformazione compressiva in direzione NE-SO è responsabile dell'instaurarsi di un regime distensivo orientato in direzione pressoché ortogonale. L'espressione più evidente di tale regime distensivo è rappresentata dall'attività sin-sedimentaria della faglia normale ubicata appena a Nord di Calopezzati circa lungo la strada che porta al Paese. Tale faglia è responsabile della rideposizione, (collassi gravitativi verso NO), dei

sedimenti sabbioso-pelitici appena depositi. Intorno al passaggio Pleistocene medio-Pleistocene superiore, l'attività tettonica compressiva è sostituita da tettonica distensiva con conseguente attivazione di faglie normali in direzione ONO-ESE.



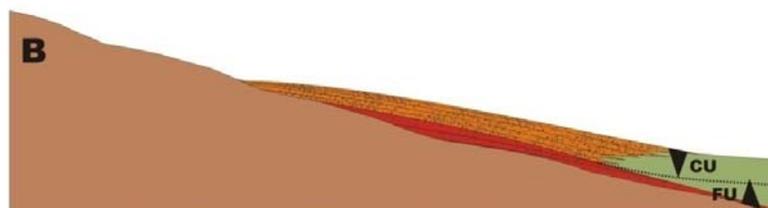
PLEISTOCENE INFERIORE (Zona a P. Lacunosa)

Gli apporti sedimentari bilanciano la risalita del livello di base: progradazione dei sistemi costieri ed accumulo di parte delle peliti dell'unità CC4 e delle sabbie di shoreface dell'unità CC5.



PLEISTOCENE INFERIORE (Zona a "large" Gephyrocapsa)

Marcato innalzamento del livello di base: nuova ingressione marina ed accumulo delle peliti di offshore transition e offshore dell'unità CC4.



PLEISTOCENE INFERIORE (Zona a D. productus)

Gli apporti sedimentari bilanciano la risalita del livello di base: progradazione dei sistemi costieri ed accumulo di parte delle peliti di offshore-transition dell'unità CC2 e delle sabbie di shoreface dell'unità CC3.



PLEISTOCENE INFERIORE (?)

Innalzamento del livello di base: ingressione marina ed accumulo delle sabbie di shoreface dell'unità CC1 e parte delle peliti di offshore transition dell'unità CC2.

Fig. 22. Schema riassuntivo delle principali fasi di sedimentazione nel Bacino di Calopezzati-Crosia durante il Pleistocene Inferiore e Medio.

5.2 Interpretazione sequenziale

5.2.1 Cenni di stratigrafia sequenziale

La stratigrafia sequenziale è una disciplina di recente sviluppo che ha trovato notevoli applicazioni soprattutto nell'ambito della ricerca petrolifera, principalmente in relazione alle potenzialità nel predire le variazioni di geometrie dei corpi sedimentari nello spazio e nel tempo. L'approccio stratigrafico sequenziale si basa sulla definizione dello shift della linea di costa in relazione all'interazione tra eustatismo, tettonica ed apporto sedimentario, che si traducono con ripetute oscillazioni del livello di base (superficie solo al di sotto della quale le particelle di sedimento possono accumularsi stabilmente), e pertanto dello spazio disponibile per la sedimentazione. Durante un ciclo elementare di caduta e risalita del livello di base si alternano fasi di erosione e sedimentazione, con associati spostamenti della linea di costa secondo precise traiettorie che indicano degradazione, aggradazione e progradazione dei sistemi deposizionali (Fig. 23). In particolare, durante la fase di abbassamento del livello di base, (e.g. livello relativo del mare), le aree costiere sono affette da erosione e la linea di costa è "forzata" a spostarsi verso mare. Durante questa fase di regressione forzata depositi erosi dalle zone prossimali vengono risedimentati in aree bacinali, dove formano un accumulo denominato Falling Stage System Tract (FSST). La successiva fase di risalita del livello di base e l'eccessivo apporto di sedimenti forniti dalle aree emerse, impedisce lo spostamento della linea di costa verso terra. In tali condizioni la linea di costa continua a spostarsi verso mare ma l'erosione non si riduce ed i sistemi deposizionali iniziano ad aggradare, formando un accumulo con trend deposizionale coarsening-upward denominato Lowstand System Tract (LST). Quando gli apporti sedimentari non riescono a tenere il passo del progressivo innalzamento del livello di base, la linea di costa inizia a muoversi verso terra causando l'inondazione di aree emerse. I sedimenti forniti al sistema durante questa fase formano un accumulo con trend deposizionale fining-upward denominato Trasgressive System Tract (TST).

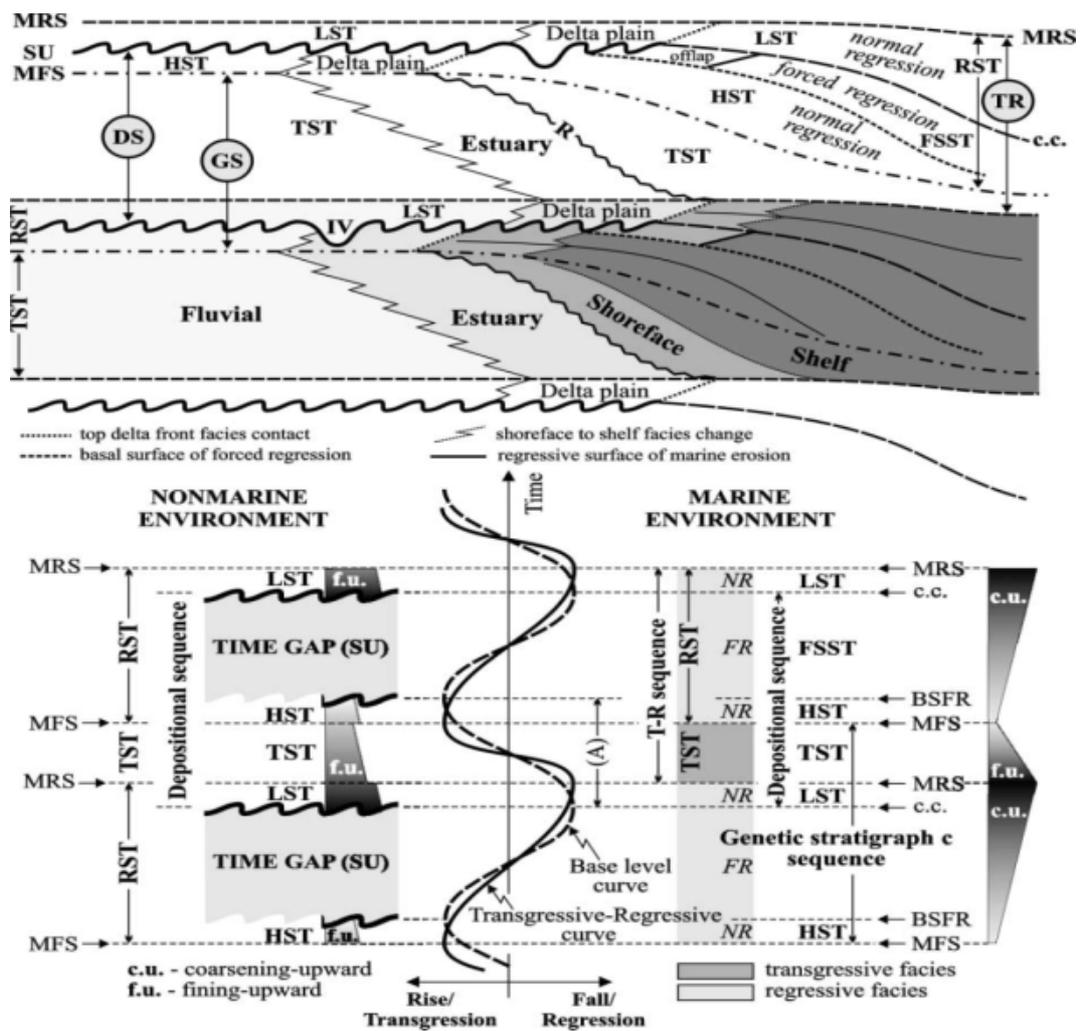


Fig. 23. Sequenze, systems tracts, superfici stratigrafiche definite in relazione al livello di base ed alle curve T-R. Abbreviazioni: SU - subaerial unconformity; c.c. - correlative conformity; BSFR - basal surface of forced regression; MRS - maximum regressive surface; MFS - maximum flooding surface; R - ravinement surface; IV - valli incise; (A) - accomodamento positivo, (salita del livello di base); NR - regressione normale; FR - regressione forzata; LST - lowstand systems tract; TST - transgressive systems tract; HST - highstand systems tract; FSST - falling stage systems tract; RST - regressive systems tract; DS - sequenza deposizionale; GS - sequenza stratigrafica genetica; TR - sequenza trasgressivo-regressiva; (da Catuneau, 2002).

Quando al momento del massimo annegamento (Maximum Flooding Surface-MFS) gli apporti sedimentari riescono a tenere il passo dell'innalzamento del livello di base, la linea di costa si sposta nuovamente verso mare ed i sistemi deposizionali iniziano ad aggradare, formando un accumulo con trend deposizionale coarsening-upward denominato Highstand System Tract (HST). Al tetto di questo system tract il livello di base comincia nuovamente a cadere originando una seconda sequenza.

5.2.2 Le sequenze della successione esaminata

Nel suo complesso, come evidenziato nel paragrafo 5.1, la successione studiata registra due principali condizioni di annegamento che culminano con la formazione di depositi laminitici durante la fase di massimo approfondimento, poi seguita da una progressiva riduzione della colonna d'acqua. Risulta pertanto evidente che la successione in esame registra un ciclo trasgressivo-regressivo che può essere interpretato in chiave sequenziale.

In particolare, a scala dell'intera successione, la porzione trasgressiva basale identificabile con un TST è rappresentata dalle unità CC1, CC2, CC3 e parte della CC4. Questo TST risulta essere composto da depositi diversi ed associati a variazioni di ordine superiore dell'apporto sedimentario o del livello di base. La collocazione esatta della MFS risulta non elementare, in quanto il momento di massimo annegamento non è rappresentato da una superficie ben definita in campagna. Tale superficie è comunque collocabile appena sopra la laminite più recente (base della Zona a P. lacunosa), alla comparsa dei primi depositi contenenti una frazione sabbiosa fine indice dell'inizio della regressione. La porzione sovrastante, costituita dai restanti depositi fini dell'unità CC4 e dalle sabbie dell'unità CC5, rappresenta la porzione regressiva di HST della sequenza (Fig. 24). I terrazzi poggianti in unconformity sulla successione in esame possono essere inquadrati come la porzione originatasi durante la successiva caduta del livello relativo del mare e pertanto considerati come parte di un FSST.

La particolare struttura del TST riconosciuto permette l'identificazione di un'architettura di tipo parasequenziale. In particolare, l'unità CC1 e parte dell'unità CC2 costituiscono l'intervallo trasgressivo di una parasequenza che vede la propria porzione regressiva nella parte superiore dell'unità CC2 e nelle sabbie dell'unità CC3. Come nel caso del ciclo di ordine superiore, l'identificazione della MFS risulta difficoltosa e può essere solo concettualmente collocata all'interno delle peliti dell'unità CC2, (Fig. 24).

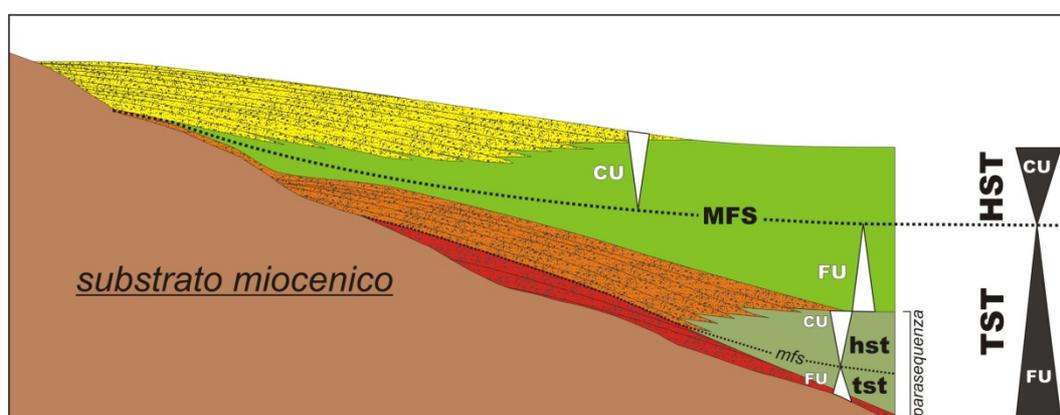


Fig. 24. Interpretazione sequenziale del Bacino di Calopezzati-Crosia

CONCLUSIONI

Le conclusioni derivanti dallo studio possono essere riassunte nei seguenti punti:

1) La successione sedimentaria del Bacino di Calopezzati-Crosia poggia su un substrato costituito da arenarie cementate di probabile età miocenica, ed è sormontata da depositi di terrazzi marini divisibili in quattro principali ordini ed attribuibili al Pleistocene medio.

2) La successione sedimentaria studiata è costituita da una serie di unità facilmente mappabili. Tali unità, (CC1-5), sono rappresentate da: 1 - depositi sabbiosi di shoreface con trend deposizionale fining-upward (CC1); 2 - depositi pelitici di offshore transition (CC2); 3 - depositi sabbiosi di shoreface con trend deposizionale coarsening upward (CC3); 4 - depositi pelitici di offshore transition e offshore (CC4); 5 - depositi sabbiosi di shoreface con trend deposizionale coarsening upward (CC5). Questa successione si è deposta nel corso del Pleistocene inferiore e medio, anche se l'inizio della sedimentazione potrebbe essersi verificato al tetto del Pliocene.

3) In termini sequenziali la successione è composta da un TST ed un HST, il quale risulta troncato da una superficie erosiva su cui poggiano depositi terrazzati originatisi durante la successiva caduta del livello di base. Il TST così identificato presenta un'architettura complessa, legata a variazioni di ordine superiore dell'apporto sedimentario o del livello di base. In particolare questo TST presenta un'architettura di tipo parasequenziale che registra un ciclo trasgressivo-regressivo di ordine inferiore.

4) Il principale fattore di controllo sulla sedimentazione risulta essere di natura tettonica. In particolare gli eventi trasgressivi documentati rispettivamente dalle unità CC1, CC2 e CC4 sono da riferirsi a subsidenza tettonica indotta da un

campo di stress compressivo orientato circa NE-SO. In particolare, il marcato annegamento alla base dell'unità CC4 è probabilmente indotto dal pulso tettonico principale, che crea progressivamente tutto lo spazio necessario per l'accumulo della coltre pelitica dell'unità CC4. Questa fase di deformazione compressiva in direzione NE-SO è responsabile dell'instaurarsi di un regime distensivo orientato in direzione pressoché ortogonale al quale si associano fenomeni di risedimentazione gravitativa di sedimenti inconsolidati. Intorno al passaggio Pleistocene medio-Pleistocene superiore, l'attività tettonica compressiva è sostituita da tettonica distensiva con conseguente attivazione di faglie normali in direzione ONO-ESE.

Bibliografia

Bridge J. S. and Demicco R. V. 2008: Earth Surface Processes, Landforms and Sediment Deposits. State University of New York, Binghamton, 830 pp.

Carobene, L., 2003. Genesi, età, sollevamento ed erosione dei terrazzi marini di Crosia-Calopezzati (costa ionica della Calabria-Italia). Italian Journal of Quaternary Sciences, Univ. Di Genova, 90 pp.

Catalano S., Monaco C. & Tortorici L. 1993. Pleistocene strike-slip tectonics in the Lucanian Appennine (Southern Italy). Tectonics, 12(3), 656-665.

Catuneau, O., 2002. Sequence stratigraphy of clastic systems: concept, merits, and pitfalls. Journal of African Earth sciences, Departement of Earth and Atmospheric Sciences, Univ. of Alberta, Canada, 43 pp.

Cucci L. & Cinti F. R., 1998. Studio dei terrazzi marini dell'alto Ionio cosentino: considerazioni su sollevamento regionale e deformazione tettonica locale. Il Quaternario, 10(2) 1997, 549-556.

Gasperi, G., 1995. Geologia Regionale. Pitagora Edizioni, Bologna, 464 pp.

Gibbard P. L., Head M. J., Walker M. J. C. & the Subcommission on quaternary stratigraphy, 2010. Formal ratification of the Quaternary System/Period and the Pleistocene Series/Epoch with a base at 2.58 Ma. J. Quaternary Sc., 25: 96-102.

Gradstein, F., Ogg, J. & Smith, A., 2004. A Geologic Time Scale 2004. xix + 589 pp. + chart in folder. Cambridge, New York, Melbourne: Cambridge University Press.

Komar, P. D. 1976: Beach processes and sedimentation. New Jersey: Prentice Hall. xvii+429 pp

Leithold, E.L., and Bourgeois, J., 1984, Characteristics of coarse-grained sequences deposited in nearshore, wave-dominated environments: examples from the Miocene of southwest Oregon: Sedimentology, v.31, p.749-775.

Massari F., Rio D., Sgavetti M., Prosser G., D'Alessandro A., Asioli A., Capraro L, Fornaciari E. and Tateo F., 2002. Interplay between tectonics and glacio-eustasy: Pleistocene succession of the Crotona basin, Calabria (southern Italy) Geological Society of America Bulletin, October, 2002, v. 114, p. 1183-1209.

Marra F., 1999. Evidenze di tettonica trascorrente alto pleistocenica al confine calabro-lucano: analisi morfostratigrafica e strutturale del Bacino del Mercure. Il Quaternario, 11(2) (1998), 201-215.

Nemec, W., 1996. Principles of Lithostratigraphic Logging and Facies Analysis. Short Course Lecture Notes, Univ. of Bergen, 35 pp.

Ogniben, L, 1962. Le argille scagliose ed i sedimenti messiniani a sinistra del Trionto (Rossano, Cosenza). Geologica Romana, volume I, 255-282.

Raffi, I., Backman, J., Fornaciari. E., Palike, H., Rio. D., Luorens, L. J. & Hilgen, F. J., 2006.. A review of calcareous nannofossils astrobiochronology encompassing the past 25 Million years. Quaternary Science Reviews, 25, 3113-3137.

Reading, H. G., 2006. Sedimentary environments: Process, Facies and stratigraphy. Edited by H. G. Reading.

Reghellin, D., 2010. Ricostruzione paleo climatica e paleo ambientale del Pleistocene inferiore del Bacino di Crosia-Calopezzati (Calabro ionica, Italia meridionale).

Segalla, M., 2006. *Caratterizzazione stratigrafica cronologica e paleoambientale della successione pleistocenica di Crosia-Calopezzati (Calabria ionica). Tesi di laurea magistrale, Univ. Di Padova, 61 pp.*

Sheepers, P.J.J., 1994. *Tectonics rotations in the Tyrrhenian Arc system during the Quaternary and Late Terziary. Geologica Ultraiectina, 112, 350 pp.*

Van Dijk, J.P., 1992. *Late Neogene fore-arc basin evolution in the Calabrian Arc (Central Mediterranean); tectonic sequence stratigraphy and dynamic geohistoty. With special reference to the geology of Central Calabrian. Geologica Ultraiectina, 92, 288 pp.*

Van Dijk, J.P. 1993. *Three-dimensional quantitative restoration of Central Mediterranean Neogene basin. In: Spencer A.M. (Editor), Generation, accumulation and production of Europe's hydrocarbons III. Special publication, European Association of Petroleum Geologists, 3, 267-280.*

Van Dijk and Scheepers(1995), Van Dijk J.P., Scheepers P.J.J., 1995. *Neotectonics rotations in the Calabrian Arc; implications for a Pliocene-Recent geodynamic scenario for the Central Mediterranean. Earth-Sci. Rev., 39, 207-246.*

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio l'Università degli Studi di Padova e L'Ateneo di Geoscienze per la formazione che mi hanno garantito in questi anni.

Ringrazio particolarmente il Dottor Massimiliano Ghinassi per avermi dato l'opportunità di questo lavoro di tesi e la disponibilità e impegno con cui mi ha seguito ed aiutato durante il suo svolgimento. Rendo merito anche agli altri docenti che hanno partecipato alla sua compilazione e completezza, in particolar modo al Dottor Luca Capraro e al Dottor Matteo Massironi.

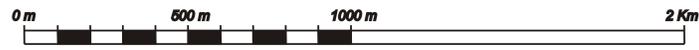
Un grazie alla mia famiglia che mi ha permesso di intraprendere questa strada permettendomi di raggiungere l'obiettivo della laurea.

Un saluto va ai miei colleghi geologi che mi hanno accompagnato durante tutti questi anni di Università, sia tra i compagni di banco che tra i docenti.

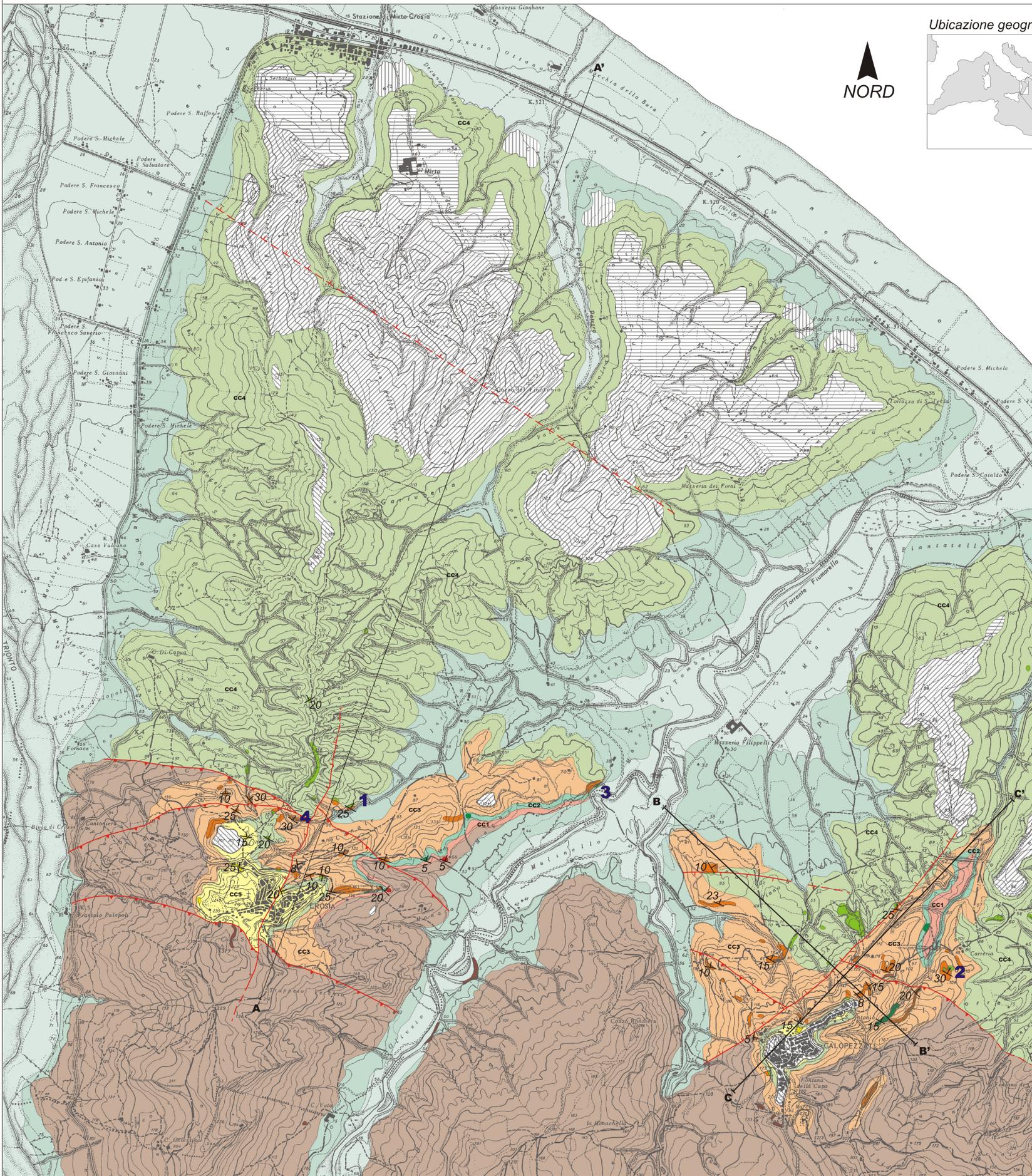
Voglio solo dire che se dovessi tornare indietro nel tempo non avrei alcun dubbio nell'iscrivermi nuovamente alla Facoltà di Geoscienze, poiché qui ho trovato la soddisfazione di conoscere ed imparare l'arte della geologia.

CARTA GEOLOGICA DI CROSLIA-CALOPEZZATI (COSENZA, CALABRIA)

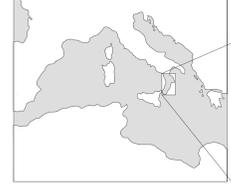
Scala 1 : 10.000



Luigi Gozzer



Ubicazione geografica



LEGENDA

- Depositi alluvionali e costieri (Olocene)
- Depositi alluvio-colluviali (Pleistocene Superiore-Olocene)

Depositi marini terrazzati

Ciottolami a matrice sabbiosa e sabbie in strati tabulari a marcata continuità laterale. Presenti ostree e balanidi, comunemente associati alle litologie più grossolane. Spessore massimo: 46 m.

- Terrazzi IV ordine
- Terrazzi III ordine
- Terrazzi II ordine
- Terrazzi I ordine

Successione del Bacino di Calopezzati - Crosia

- CC5: sabbie di shoreface da fini a grossolane in strati tabulari spessi da 5 a 50 cm. I singoli strati sono caratterizzati da stratificazione planare o incrociata. Trend deposizionale: coarsening upward. Età: Pleistocene Medio
- CC4: peliti di offshore contenenti laminita spesse fino a 2 m, frequentemente associate a tephra spessi fino a 4 cm. Età: Pleistocene Inferiore
- CC3: sabbie di shoreface da fini a grossolane in strati tabulari a marcata continuità laterale e spessi fino a 1 m. I singoli strati sono caratterizzati da stratificazione planare o incrociata. Trend deposizionale: coarsening upward. Età: Pleistocene Inferiore
- CC2: peliti di offshore e offshore transition contenenti livelli sabbiosi intensamente bioturbati e spessi fino a 30 cm. Età: Pleistocene Inferiore
- CC1: sabbie di shoreface da fini a medie in strati tabulari lateralmente continui e spessi fino a 1 m. I singoli strati sono caratterizzati da stratificazione planare o incrociata, spesso obliterata da bioturbazione. Trend deposizionale: fining upward. Età: Pliocene Superiore

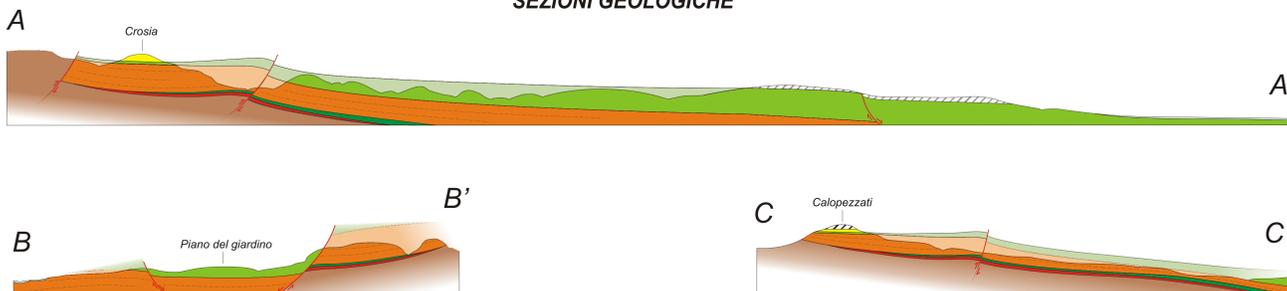
Substrato roccioso

- Arenarie ben cementate di ambiente marino costiero differenzialmente cementate. Presenti livelli di ciottolami ben arrotondati. Età: Miocene Superiore

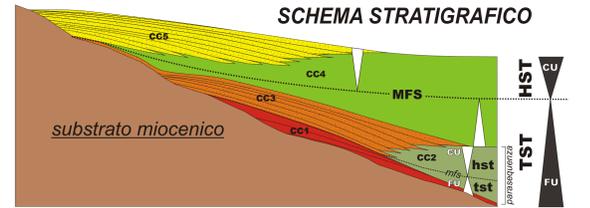
Segni convenzionali

- Faglie inverse
- Faglie normali certe e presunte
- Giaciture degli strati con indicazione dell'inclinazione
- Traccia di sezione
- 1** Ubicazione del log sedimentologico mostrato in figura 4
- 2** Ubicazione del log sedimentologico mostrato in figura 5
- 3** Ubicazione del log sedimentologico mostrato in figura 6
- 4** Ubicazione del log sedimentologico mostrato nelle figure 7 e 8

SEZIONI GEOLOGICHE



SCHEMA STRATIGRAFICO



- Unità litostratigrafiche**
- CC5
- CC4
- CC3
- CC2
- CC1
- Substrato miocenico
- TST:** transgressive system tract (ciclo deposizionale di ordine inferiore)
- HST:** highstand system tract (ciclo deposizionale di ordine inferiore)
- MFS:** maximum flooding surface (ciclo deposizionale di ordine inferiore)
- hst:** highstand system tract (parasequenza da ciclo deposizionale di ordine superiore)
- mfs:** maximum flooding surface (parasequenza da ciclo deposizionale di ordine superiore)
- tst:** transgressive system tract (parasequenza da ciclo deposizionale di ordine superiore)
- : trend coarsening upward
- : trend fining upward