Progetto Co-finanziato da:

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA Tuscia
Dafne Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali

PIETRE SANTAFIORA

Tesi di Dottorato

in "Ecosistemi e Sistemi Produttivi"

curriculum "Ingegneria dei Biosistemi"

Geo/02

XXXI Ciclo

Le Arenarie di Manciano: Valorizzazione delle Attività estrattive attraverso indagini stratigrafico-sedimentologiche

Coordinatore: Prof. Silvio Franco

Relatori:

Prof. Danilo Monarca

Prof. Sergio Madonna

Correlatore:

Prof. Salvatore Milli

Candidato:

Dott. Francesco Giuseppe Rossi

Alla mia Pamela, per avermi fortemente voluto e tenacemente supportato

A mio fratello Vincenzo, la mia Roccia

Ai miei genitori, per avermi cresciuto ed aver sempre creduto in me

A Nonna Maria, per avermi insegnato cos'è l'affetto

Allo Zio Vincenzo, per i consigli "giusti"

Alla Zia Luciana, per il provvidenziale supporto… sempre!

Al Prof. Sergio Madonna (più che un Tutor, un amico)

Alla società Santafiora per avermi dato una possibilità

Al Dipartimento DAFNE dell'Università della Tuscia per avermi fatto sentire a casa

A me stesso, per non avere mai mollato

Si ringraziano per il prezioso aiuto:

la prof.ssa Francesca Castorina per le analisi di geochimica isotopica

la prof.ssa Sveva Corrado per le analisi sulla materia organica

il prof. Johannes Pignatti per lo studio sulle associazioni fossilifere

il prof. Salvatore Milli per la sua pazienza e professionalità in campo stratigrafico-sedimentologico

il dott. Daniel Tentori per le analisi petrografiche e sedimentologiche

la dott.ssa Claudia Caruso, PhD, per le informazioni icnologiche

il dott. Francesco Gentili per l'aiuto nel rilievo strutturale e l'acquisizione delle immagini

il dott. Fabrizio Rossini per l'aiuto all'elaborazione delle immagini acquisite in cava

il dott. Alessandro Coppi di Confindustria (Area Toscana Sud) per la documentazione fornita

il dott. Geol. Alessandro Pizzetti per le molte informazioni riguardanti la cava

il capo operaio Stefano Cappelli per la professionalità e per gli impagabili consigli forniti

La tesi è approvata e sottoscritta dal Coordinatore, dai Tutor e dal candidato.

L'ente co-finanziatore esterno della tesi di dottorato è la società Pietre Santafiora S.r.l.

Sommario

1 Introduzione 7

2 I Materiali lapidei 10

2.1 Classificazione dei materiali lapidei 10

2.1.1 Classificazione tecnica- Norma Uni 8458/1983 Prodotti Lapidei: 10

2.2 Proprietà dei materiali lapidei 11

2.3 Caratteristiche meccaniche dei materiali lapidei 13

2.4 L'importanza delle discontinuità nei materiali lapidei 14

2.4.1 Principali fattori di rischio nella valutazione geomeccanica dell'ammasso roccioso .. 14

2.4.2 Test di Markland 17

2.5 L'importanza delle strutture sedimentarie, biogene e da processi di alterazione nei materiali lapidei 18

2.5.1 Le strutture sedimentarie 18

2.5.2 Strutture prodotte da processi di alterazione: gli anelli di Liesegang 21

2.6 I processi di alterazione dei materiali lapidei 22

2.6.1 Cause del degrado dei materiali lapidei 26

3 Le attività estrattive 29

3.1 Introduzione 29

3.2 Tecniche di Estrazione 29

3.2.1 Tipologie di coltivazione 30

3.3 Tipi di Cave 33

3.4 Aspetti normativi 34

3.5 Progetto di risistemazione del sito estrattivo 36

3.6 Recupero funzionale delle aree estrattive nell'ambito dei geositi e del geoturismo 38

3.6.1 Geositi 38

3.6.2 Geoparchi e Geoturismo 39

3.6.3 Esempi di recupero funzionale di cave nel mondo 41

4 Le Arenarie di Manciano 45

4.1 Rilevanza commerciale delle Arenarie di Manciano e delle altre attività estrattive 45
4.1.1 Le arenarie di Manciano e le altre varietà di arenarie in Toscana 46
4.2 Esempi di utilizzo del prodotto 48
4.3 Caratteristiche tecniche dell'Arenaria di Manciano 52
4.4 La formazione delle arenarie di Manciano 53
4.4.1 Introduzione 53
4.4.2 Distribuzione degli affioramenti 53
4.4.3 Studi precedenti 55
4.5 Contesto strutturale – Unità tettoniche e domini paleogeografici 62
4.5.1 Introduzione 62
4.5.2 I principali domini paleogeografici 64
5 I siti estrattivi investigati 85
5.1 Introduzione 85
5.2 Ubicazione e descrizione dei siti 86
5.2.1 Gamberaio o Pietra Dorata (PD) 88
5.2.2 Scarceta (Scar) 89
5.2.3 Poggio La vecchia (PLV) 90
6 Metodi di studio 91
6.1 Introduzione 91
6.2 Telerilevamento e rilievi da drone 92
6.3 Rilevamento geologico 94
6.4 Rilevi fotografici di dettaglio e strumenti ausiliari 97
6.5 Misura di logs stratigrafici 98
6.6 Progetto GIS 101
7 Rilievo dei siti estrattivi investigati 106
7.1 Cava Gamberaio (PD) 109
7.2 Cava Scarceta (SCAR) 112
7.3 Cava Poggio la Vecchia (PLV) 114

7.4 Rilevamento geologico-tecnico 115
7.5 Strutture di Liesegang 121
8 Rilievi sui principali affioramenti di Arenaria di Manciano 124
9 Analisi ed elaborazione dei dati acquisiti 134
9.1 Descrizione delle principali facies individuate 134
9.2 Composizione petrografica e contenuto paleontologico 150
9.3 Analisi della materia organica 155
9.4 Analisi geochimiche isotopiche 157
9.5 Assetto deposizionale, paleogeografia ed età delle Arenarie di Manciano 161
9.5.1 Contesto geologico e possibile età delle Arenarie di Manciano 161
9.5.2 Contesto deposizionale 166
9.5.3 Evoluzione stratigrafica 168
10 Varietà Commerciali e strategie di recupero 170
10.1 Identificazione e caratteristiche delle varietà commerciali (ATLANTE) 170
10.2 Possibili interventi volti alla valorizzazione delle varietà commerciali 183
10.3 Ottimizzazione attività estrattiva 185
10.3.1 Distribuzione delle Varietà commerciali e loro aggiornamento 186
10.3.2 Possibili suggerimenti per aumentare l'efficienza della produzione 191
10.3.3 Implementazione della tracciabilità 193
10.4 Geosito "Arenarie di Manciano" 194
10.4.1 Proposta di recupero funzionale della cava di Poggio la Vecchia a Geoparco attivo 196
11 Conclusioni 197
12 Bibliografia 199
13 ALLEGATI 213

1 Introduzione

Le attività estrattive ed in particolare quelle che prevedono l'apertura di cave per la coltivazione di materiali lapidei, comportano un notevole impatto ambientale, tuttavia sono anche fonte di benessere ed occupazione e rappresentano una importante risorsa per l'economia del nostro paese. La tendenza attuale è quindi quella di cercare di limitare al massimo il loro effetto "negativo" sul territorio, sviluppando razionali tecniche di estrazione e soprattutto di recupero ambientale dei siti, una volta cessata l'attività. Questi obiettivi possono essere raggiunti puntando più sugli aspetti qualitativi e quindi sull'"eccellenza" del materiale estratto, piuttosto che sulla sua quantità. Di conseguenza utilizzare delle metodiche che potessero migliorare i criteri di sfruttamento dei materiali cavati potrebbe costituire un elemento aggiuntivo da utilizzare, sia per meglio pianificare le operazioni condotte in cava, sia per valorizzare intere porzioni di materiali lapidei che altrimenti non verrebbero utilizzate, ma soprattutto scartate, con tutti i problemi connessi.

A tale scopo, si è tentato di seguire un approccio innovativo e interdisciplinare a servizio delle attività estrattive, generalmente confinate entro l'ambito scientifico disciplinare della geologia applicata e ambientale, basato sull'acquisizione ed interpretazione di dati stratigrafici e sedimentologici, petrografici, paleontologici, geochimici, dei materiali lapidei che vengono cavati. Questo approccio è stato reso possibile, in termini attuativi, grazie ad una proficua collaborazione con la Società Pietre Santafiora S.r.l., azienda che per dimensioni del fatturato, diversificazione del tipo di attività e "radicamento" sul territorio, si è dimostrata interessata allo sviluppo di metodologie innovative per la valorizzazione dei propri prodotti commerciali, cofinanziando questo dottorato e permettendo l'accesso ai suoi siti estrattivi.

Lo studio proposto si è quindi incentrato su un litotipo che costituisce uno dei materiali lapidei oggetto di estrazione da parte della Società Pietre Santafiora S.r.l.: l'"Arenaria di Manciano". Le pietre provenienti da tale escavazione, una volta lavorate vengono utilizzate fondamentalmente, sia per pavimentazione e rivestimento delle strutture, sia per uso abitativo interno ed esterno (vedi par. 4.2).

Esse vengono estratte in tre cave situate nei pressi dell'omonimo abitato ed affiorante in altri siti tra la Toscana Meridionale e l'alto Lazio. La metodologia applicata è quella che viene utilizzata nello studio delle successioni sedimentarie, con un approccio basato sull'analisi stratigrafico-fisica e di facies che, se da un lato consente di definire processi e ambienti deposizionali oltre alla architettura stratigrafica delle unità studiate dall'altra può permettere di definire le tipologie e la distribuzione delle sue varietà, potenzialmente sfruttabili per finalità commerciali.

Il mercato in questa branca del settore edilizio, soprattutto per costruzioni di pregio, si sta rivolgendo sempre più a materiali privi di qualsiasi effetto di rilascio di sostanze nocive nell'ambiente, né nel breve né nel lungo periodo, e le pietre naturali come l'Arenaria di Manciano, sottoposte solo a trattamenti meccanici durante la lavorazione, interpretano molto bene questo tipo di richiesta in crescente sviluppo. Per questi materiali inoltre anche la fase di lavorazione non comporta particolari impatti negativi sull'ambiente, sebbene durante la fase di estrazione gli scarti sono molto alti ed il "rifiuto di estrazione" deve essere destinato a "discarica", intesa come luogo di deposito in attesa di recupero. Appare di fondamentale importanza, quindi, sviluppare dei metodi per limitare al massimo gli scarti durante l'attività estrattiva, in quanto questi ultimi comportano un notevole danno economico sia per l'azienda, sia per l'ambiente. Per comprendere l'entità del problema si riporta di seguito il grafico riassuntivo (Figura 1.1), tratto dal PIANO REGIONALE CAVE della Regione Toscana (riportato integralmente nell'Allegato 1), in cui si riassume il rapporto ornamentale/scarto delle cave nelle province toscane, rapporto che mostra una grande variabilità in generale ed anche, di anno in anno, per le stesse cave. Tale rapporto può essere influenzato dalle varie normative introdotte negli anni circa i rifiuti in generale e dei sottoprodotti nello specifico, delle terre e rocce da scavo e dal D.lgs 117/08 sui rifiuti di estrazione. Le Province che nel grafico risultano più virtuose sono quelle di Siena e Pistoia, che nel tempo hanno saputo mettere in campo strumenti di valorizzazione dei materiali estratti nei propri territori. Al netto degli eventuali ulteriori usi "non ornamentali", gli scarti si traducono in costi ulteriori per l'ambiente quali: consumo del suolo, inquinamento di aria e acqua e, in generale, più impatto ambientale e paesaggistico.

Va nella direzione del recupero degli scarti ed è sicuramente degno di nota il fatto che, nella Regione Toscana, è stata recentemente approvata e adottata una nuova legge per l'attività estrattiva (vedi par. 3.4), la Legge Regionale 35 del 2015 in cui vengono ridefiniti i prodotti della coltivazione delle cave, introducendo anche usi diversi per gli scarti di ornamentale.

Prima di affrontare lo studio di dettaglio dei siti estrattivi investigati, abbiamo ritenuto opportuno presentare la classificazione tecnica dei materiali lapidei (Norma Uni 8458/1983) e di descriverne sinteticamente le principali proprietà, evidenziando l'importanza delle strutture fisiche, chimiche e biologiche presenti nelle rocce sedimentarie, nonché quelle prodotte dai processi di alterazione (ad esempio gli anelli di Liesegang), ai fini della caratterizzazione delle varietà commerciali (Cap. 2).

Analogamente, è stata fatta una rassegna dei principali tipi di attività estrattive, delle tecniche di coltivazione e di recupero funzionale dei siti dismessi, con particolare riferimento alla loro trasformazione in Geositi (Cap. 3).

Conclusa la parte introduttiva si è trattato quindi della Formazione delle Arenarie di Manciano (Cap.4), litotipo scelto quale caso di studio. Si è fornito un dettagliato excursus circa lo stato dell'arte della ricerca su queste arenarie e sul contesto strutturale e paleoambientale che ne ha portato alla genesi, descrivendo l'evoluzione a scala regionale dell'area dove affiorano e del rapporto con altre formazioni simili.



Figura 1.1 Grafico che mostra il rapporto produzioni materiali ornamentali e derivati per la Regione Toscana.. Fonte Regione Toscana

Si è poi proceduto con la descrizione e con l'ubicazione dei siti estrattivi investigati (Cap.5), dei metodi di studio utilizzati ed in particolare del progetto GIS che è stato creato per gestire il notevole volume di informazioni (circa 1TB) che si è reso necessario elaborare (Cap.6), per passare alla

descrizione dei dati acquisiti attraverso i rilievi di campagna delle tre cave studiate ed in particolare dei 70 log stratigrafici di dettaglio misurati (Cap.7). Al fine di inquadrare nel contesto regionale i siti investigati, ma anche per valutare eventuali ulteriori giacimenti da poter sfruttare ove ne sussistessero le condizioni, sono stati analizzati anche gli affioramenti di Arenarie di Manciano presenti tra la Toscana Meridionale ed il Lazio Settentrionale (Cap.8). Si è proceduto quindi alla fase di analisi, elaborazione e presentazione dei dati acquisiti (Cap. 9), ed in modo particolare: icnofossili, strutture di Liesegang, principali facies individuate, composizione petrografica e contenuto paleontologico, analisi sulla materia organica, analisi geochimiche. Le informazioni raccolte hanno portato ad una discussione sul controverso problema relativo all'età e alla collocazione geologica e paleogeografica delle Arenarie di Manciano. Infine, si è proceduto alla sintesi dei dati "più applicativi" dei risultati conseguiti (Cap.10); in particolare si è svolta una descrizione delle varietà commerciali che sono state riconosciute in cava (compilando un piccolo atlante), formulando possibili interventi volti alla loro valorizzazione, nonché alcuni suggerimenti che potrebbero risultare utili alla ottimizzazione delle attività estrattiva ed alla limitazione del volume degli scarti. In questo contesto è stata anche presentata una proposta di recupero funzionale della cava di Poggio La Vecchia quale "Geoparco attivo" (sarebbe il primo in Italia), nell'ambito di un Geosito già esistente, allo scopo di salvaguardare le importantissime informazioni geologiche rese disponibili dall'avanzare delle coltivazioni in cava.

Tutti i dati acquisiti, i log stratigrafici e le cartografie prodotte, sono georeferenziate ed inserite in un progetto GIS realizzato attraverso il software Open Source QGIS e rappresentano una solida base di partenza per futuri sviluppi della ricerca, sia in ambito applicativo, sia in un contesto più propriamente scientifico di tipo: stratigrafico e sedimentologico.

2 I Materiali lapidei

2.1 Classificazione dei materiali lapidei

I materiali lapidei hanno diverse classificazioni. Nel campo dell'edilizia la più importante è sicuramente quella "tecnica" ovvero quella "pratica" per chi utilizza tale materiale. A gli occhi di un geologo questa classificazione si discosta a volte in maniera significativa da quella canonica scientifica.

2.1.1 Classificazione tecnica- Norma Uni 8458/1983 Prodotti Lapidei:

La classificazione tecnica segue delle norme standardizzate a livello internazionale le norme Uni. Tale omogeneizzazione è stata introdotta nel 1983 per regolamentare la, sempre più in espansione,

economia globale. La capacità di scambio di merci in tutto il mondo stava cominciando a creare delle difficoltà nella scelta dei corretti materiali da utilizzare.

Tale norma classifica le pietre naturali impiegate in edilizia in 4 grandi gruppi in base alle loro caratteristiche quali: l'origine del materiale, la composizione, la durezza dei minerali presenti e la loro lucidabilità in superficie.

- Il primo gruppo è quello dei Marmi:

Tali materiali sono "cristallini, compatti, lucidabili" con minerali quali calcite, dolomite, serpentino con durezza da 3 a 4 nella scala di Mohs.

- Al secondo gruppo afferiscono i Graniti:

Rocce fanero-cristalline compatte e lucidabili con minerali aventi durezza da 6 a 7 della scala di Mohs. Fanno parte di questo gruppo, sia le rocce granitiche propriamente dette, sia le rocce ignee intrusive, sia i loro corrispondenti rocce ignee effusive a struttura porfirica e alcune rocce metamorfiche quali gneiss o serizzi.

- Il terzo gruppo, I travertini:

Sono costituite essenzialmente dal Travertino, ovvero una roccia di deposito chimico con struttura vacuolare. Alcune di queste rocce sono lucidabili.

- Quarto ed ultimo macrogruppo: Le Pietre.

Tutte le altre rocce non lucidabili. Si divide in due sottogruppi:

- rocce tenere e/o poco compatte quali alcune rocce sedimentarie (calcareniti, arenarie a cemento calcareo ecc) ed altre piroclastiche (tufi ecc).

- rocce dure e/o compatte come le pietre a spacco naturale (quarzite, ardesie ecc) ed alcune vulcaniti (basalti, trachiti, leuciti ecc).

2.2 Proprietà dei materiali lapidei

Esistono una serie di parametri che si impiegano per l'identificazione e la descrizione qualitativa delle rocce e che permettono di stabilire una prima classificazione (De La Vergne e Mcintosh, 2000). Queste proprietà, schematizzate nella immagine successiva (Figura 2.1), determinano in prima

istanza, insieme alla composizione mineralogica e alla struttura, il comportamento meccanico della roccia (González de Vallejo et al., 2005).

Proprietà della matrice rocciosa e metodi di determinazione

	Proprietà	Metodi di determinazione
Proprietà di identificazione e classificazione	Composizione mineralogica. Struttura e tessitura. Granulometria. Colore.	Descrizione visiva. Microscopia ottica ed elettronica. Diffrazione ai raggi X.
	Porosità (n).	Tecniche di laboratorio.
	Peso di volume (γ).	
	Contenuto d'acqua.	
	Permeabilità (coefficiente di permeabilità, k).	Prova di permeabilità.
	Durevolezza. (indice di durevolezza).	Slake durability test.

Figura 2.1 Principali proprietà per l'identificazione e la classificazione delle rocce da (González de Vallejo et al., 2005)

- **Composizione mineralogica struttura e tessitura della roccia -** controllano l'orientazione preferenziale dei minerali, la sua durezza e possono determinare la reazione o risposta meccanica della roccia.

- **Porosità (n) -** genericamente definita come il rapporto tra il volume dei vuoti (pori), Vp ed il volume totale Vm del materiale considerato. La **porosità efficace** è il rapporto tra il volume dei pori interconnessi e il volume del campione. Si può ottenere a partire dai pesi secco e saturo del campione. **L'indice dei pori** si definisce come il rapporto tra il volume occupato dai vuoti, Vp e il volume occupato dalle particelle solide Vs.

- **Permeabilità** La capacità che hanno le terre e le rocce di farsi attraversare da un fluido. La permeabilità di una roccia si misura attraverso il coefficiente di permeabilità o di conducibilità idraulica, k. che si esprime in m/s, cm/s o m/giorno. Nelle rocce lapidee si distingue una **permeabilità primaria** per porosità ed una **permeabilità secondaria** per fessurazione.

- **Peso specifico** è definito come il peso di un campione di materiale diviso per il suo volume. Nel Sistema internazionale l'unità di misura è il N/m^3

- **Peso di volume - Densità** - è il rapporto tra la a massa del campione e la sua unità di volume.

- **Coefficiente di imbibizione** - rapporto tra peso dell'acqua assorbita sino a saturazione e peso specifico.

- **Coefficiente di dilatazione termica -.** È in genere modesto poiché i materiali lapidei sono tutti più o meno rigidi

- **Gelività -** tendenza a fratturarsi per azione del gelo, aumenta in genere con l'aumento della porosità

- **La durevolezza** è la resistenza che la roccia presenta di fronte ai processi di alterazione e disintegrazione, proprietà alla quale ci si riferisce anche come alterabilità, definendosi in questo caso la tendenza alla rottura dei componenti o delle strutture della roccia. La durevolezza della roccia aumenta con la densità e si riduce con il contenuto di acqua. La durevolezza si valuta mediante una prova specifica, lo **slake durability test** (SDT), che consiste nel sottoporre in laboratorio, il materiale (precedentemente frammentato), a cicli standard di essiccamento-idratazione-sgretolamento della durata di 10 minuti

2.3 Caratteristiche meccaniche dei materiali lapidei

Per avere informazioni il più possibile standardizzate, si sono stabilite delle regole valide a livello internazionale sulle tecniche per effettuare le misurazioni di determinate proprietà nei materiali lapidei.

Tra le principali proprietà richieste dal mercato, troviamo:

- **Esame Petrografico (Norma Uni EN 12407/2007)**
- **Massa volumica apparente (Norma Uni EN 1936/2007)**
- **L'assorbimento di acqua e la porosità aperta (Norma Uni EN 13755/2008)**
- **Resistenza alla flessione sotto carico concentrato (Norma Uni EN 12372/2007)**
- **Resistenza alla flessione sotto carico concentrato dopo cicli di gelo/disgelo (Norma Uni EN 12371/2010)**
- **Resistenza a compressione (Norma Uni EN 1926/2007)**
- **Resistenza all'invecchiamento (accelerato da shock termico) (Norma Uni EN 14066/2004)**
- **Resistenza allo scivolamento (Norma Uni EN 14231/2004)**
- **Resistenza all'Abrasione (Norma Uni EN 14157/2017)**
- **Coefficiente di assorbimento per capillarità (Norma Uni EN 1925/1999)**
- **Energia di rottura (Norma Uni EN 14158/2005)**

Tali caratteristiche, oltre che influenzare l'uso in ambito edilizio e la durabilità della pietra, influenzano anche in maniera inversamente proporzionale, la sua lavorabilità.

2.4 L'importanza delle discontinuità nei materiali lapidei

A parità di qualità geotecniche (durezza, peso di volume, resistenza alla rottura) delle rocce, gli ammassi rocciosi possono essere più o meno fratturati e quindi più o meno semplici da coltivare (Cahn, 1979). Queste caratteristiche sono molto importanti per la coltivazione delle cave (Hudson et al., 2002).

Un ammasso roccioso è tanto migliore quanto minore è la frequenza in esso di discontinuità. Con il termine "discontinuità" ci si riferisce genericamente a ogni elemento che determini una soluzione di continuità dell'ammasso roccioso, di qualunque natura e dimensione (giunti di stratificazione, faglie, diaclasi, clivaggio ecc.).

Per fini geotecnici, le discontinuità vengono descritte in base ai seguenti parametri (Scesi et al., 2001):

- Orientazione;
- Spaziatura;
- Persistenza;
- dimensioni dei blocchi;
- scabrezza,
- resistenza della roccia in prossimità delle pareti,
- apertura,
- permeabilità e caratteristiche del materiale di riempimento.

È comodo porre le discontinuità in grafici che rappresentano i poli inferiori di una sfera, gli stereogrammi (Goodman, 1989) per apprezzarne rapidamente l'andamento.

2.4.1 Principali fattori di rischio nella valutazione geomeccanica dell'ammasso roccioso

I principali fattori di rischio di fenomeni gravitativi che possono occorrere su pareti sub-verticali scoperte sono quattro (da Scesi et al., 2001):

- 1) Rottura circolare;
- 2) Rottura piana;
- 3) Ribaltamento;
- 4) Rottura a cuneo.

La rottura circolare si manifesta di solito in terreni di riporto, detriti o rocce molto fratturate

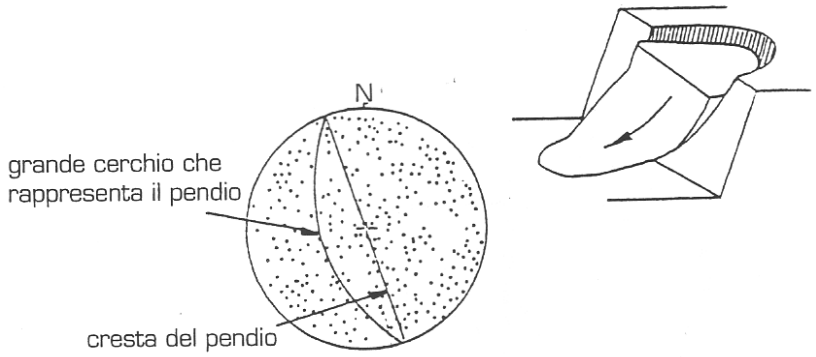


Figura 2.2 Rottura Circolare(da Scesi et al., 2001)

Tale eventualità è propria dei terreni incoerenti e non si riscontra in materiale litoide

La rottura piana riguarda rocce che posseggono famiglie di discontinuità con immersione circa parallela al fronte scoperto (scostamento <10°) e con una inclinazione maggiore rispetto a quella del fronte stesso.

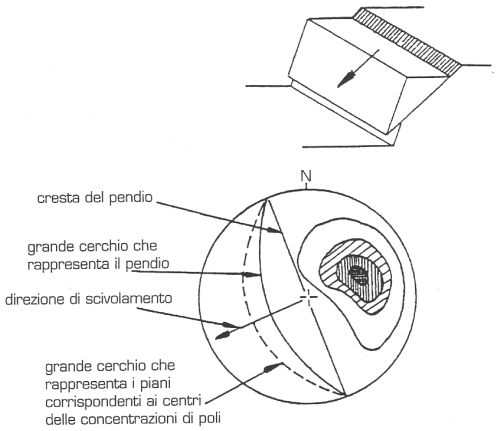


Figura 2.3 Rottura Piana (da Scesi et al., 2001)

Il ribaltamento è un fenomeno gravitativo che può manifestarsi in ammassi rocciosi che posseggono piani di fratturazione con immersione circa parallela alla parete (scostamento <10°) e con inclinazione molto prossima alla verticale.

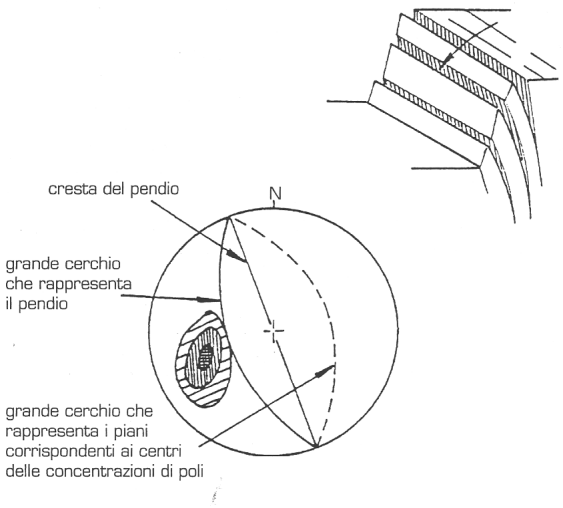


Figura 2.4 Ribaltamento (da Scesi et al., 2001)

L'ultimo fenomeno di rischio è rappresentato dalla rottura a cuneo. Essa non è altro che uno scorrimento di un blocco di roccia lungo due superfici di discontinuità che si incrociano.

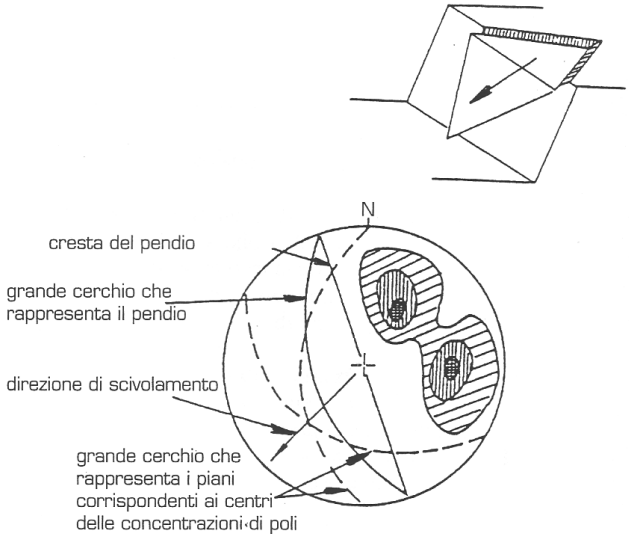


Figura 2.5 Rottura a Cuneo (da Scesi et al., 2001)

Per valutare la presenza di tale rischio si effettua generalmente un test, chiamato Test di Markland, che si ottiene proiettando le intersezioni fra i grandi cerchi delle famiglie di discontinuità più frequenti; di seguito un piccolo approfondimento su tale Test.

2.4.2 Test di Markland

Lo scopo del test di Markland è quello di quantificare la possibilità della rottura di un cuneo di roccia nel quale lo scorrimento avviene lungo la linea di intersezione di due discontinuità planari (Markland, 1972).

Il fattore di sicurezza del pendio dipende dalla inclinazione della linea di intersezione, dalla resistenza a taglio della superficie della discontinuità e dalla geometria del cuneo. Il caso limite si verifica quando il cuneo degenera in un piano, cioè i due piani hanno inclinazione ed immersione coincidenti e quando la resistenza a taglio di questo piano è dovuta solo all'attrito. Lo scorrimento, in queste condizioni, si verifica quando l'inclinazione del piano è maggiore dell'angolo di attrito e si può eseguire una verifica di stabilità preliminare confrontando l'inclinazione della linea di intersezione dei due piani e l'angolo di attrito della superficie rocciosa: il pendio è potenzialmente instabile quando il punto, in un diagramma equiareale, che definisce la linea di intersezione dei due piani, cade all'interno dell'area delimitata dal grande cerchio che rappresenta il pendio ed il cerchio che rappresenta l'angolo di attrito.

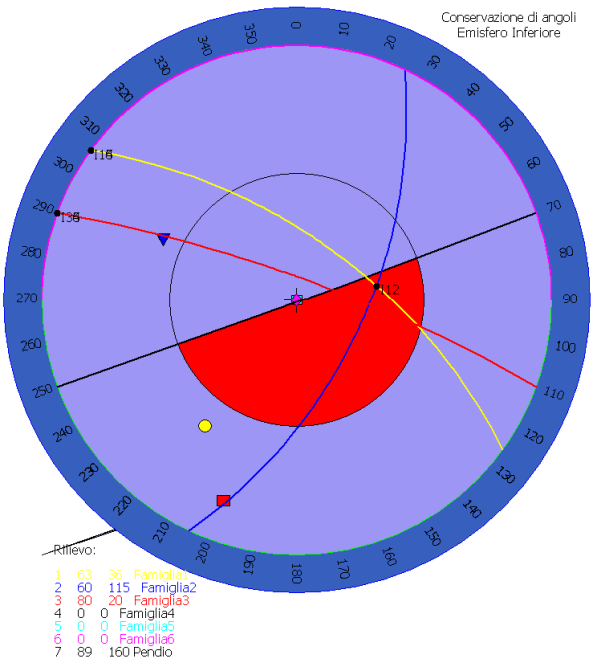


Figura 2.6 Esempio di Test di Markland. La rottura avviene nella semiluna rossa, quindi è probabile

2.5 L'importanza delle strutture sedimentarie, biogene e da processi di alterazione nei materiali lapidei

Tutti i materiali lapidei costituiti da rocce sedimentarie terrigene, come ad esempio le Arenarie di Manciano, presentano le diverse tipologie di strutture sedimentarie primarie fisiche chimiche e biogeniche tipiche di queste rocce e che si formano all'atto della deposizione o immediatamente dopo. La preservazione o meno di queste strutture dipende da molti fattori. Quelle fisiche sono spesso parzialmente o completamente cancellate dalla attività biologica sin- e post-deposizionale, così come accade che tale processo di modificazione può avvenire durante la successiva fase diagenetica che trasforma il sedimento in roccia compatta.

Dal punto di vista commerciale, sia le varietà rese omogenee dai processi diagenetici o dalla bioturbazione, sia quelle caratterizzate da peculiari strutture sedimentarie o di alterazione (cfr Par. 2.5.2), trovano la loro collocazione sul mercato. La tendenza infatti, è quella di ricercare materiali che risultino relativamente omogenei, tuttavia, anche i materiali che presentano peculiari strutture legate a questi processi, possono avere la loro valenza. In questo caso, comunque, comprendere e far comprendere attraverso opportuni strumenti divulgativi come queste strutture si formano ed il significato paleoambientale che assumono, potrebbe costituire un elemento utile anche per la valorizzazione. Far comprendere il significato e la bellezza di queste strutture nella loro unicità, potrebbe portare a nuove prospettive per il loro utilizzo.

2.5.1 Le strutture sedimentarie

Come già precedentemente evidenziato le strutture sedimentarie sono generate in materiali di diversa composizione e sono i prodotti osservabili dei processi fisici, chimici e biologici che agiscono negli ambienti deposizionali. Sebbene certi processi sono comuni a quelli che avvengono negli ambienti attuali, la loro combinazione e l'intensità con cui sono avvenuti nel passato può essere stata differente, di conseguenza i caratteri che mostrano all'interno delle rocce risultano peculiari di alcuni aspetti che diventano tipici di un determinato ambiente, come tale il loro rinvenimento costituisce una base per l'interpretazione ambientale.

Senza entrare nel merito della classificazione e della descrizione di tutte le strutture sedimentarie , si rimanda il lettore alla specifica letteratura (vedi Collinson et al., 2006), quello che possiamo dire è che nelle Arenarie di Manciano sono prevalentemente preservate sia le strutture prodotte da processi fisici come correnti e onde, sia quelle legate all'attività degli organismi che vivevano negli ambienti deposizionali riconosciuti in questi depositi.

Le prime, che danno luogo alla genesi delle cosiddette forme di fondo, riflettono la varietà dei processi di trasporto e sono i più chiari indicatori del tipo di flusso (unidirezionale, oscillatorio o combinato) e della potenza dello stesso che muove, rielabora e deposita il sedimento sciolto. Le forme di fondo costituiscono delle ondulazioni sulla superficie attuale di ambienti fluviali, lacustri e marini e sono preservate nei sedimenti antichi potendone osservare, in questo caso, anche la struttura interna. Esse hanno dimensioni variabili con altezze da pochi centimetri a diversi metri e lunghezze d'onda comprese tra le decine di centimetri e il centinaio di metri. Le più conosciute sono i *ripples* e le *dune*, prodotte da flussi unidirezionali e oscillatori e quelle prodotte da flussi oscillatori e combinati come le *hummocky (*Figura 2.7 Esempi di forme di fondo e del tipo di laminazione/stratificazione prodotta a seguito della loro migrazione sotto l'azione di onde e correnti. A e B) rispettivamente ripples e dune prodotte dalla migrazione di correnti unidirezionali riprese; C) ripples da onda prodotti da flussi oscillatori; D) hummocky cross-lamination/stratification prodotta da flussi oscillatori e/o combinati.Figura 2.7*).* La migrazione nello spazio e nel tempo di queste forme di fondo produce uno degli aspetti più caratteristici delle rocce sedimentarie: la stratificazione. La geometria degli strati e delle superfici di stratificazione e la loro organizzazione interna costituisce, infatti, un carattere peculiare dei processi che agiscono nei diversi ambienti deposizionali, di conseguenza, il loro riconoscimento diventa un elemento fondamentale per l'interpretazione delle successioni sedimentarie. Le strutture legate all'attività degli organismi rientrano nel termine generico di *bioturbazione* e danno luogo ad una serie di tracce che diventano fossili nei sedimenti antichi. Queste tracce sono strutture bio-sedimentarie (Bromely, 2007) che sono prodotte in risposta alla natura fisica e chimica del substrato, per mantenere le funzioni fisiologiche degli organismi (definiti *trace-makers*). Ogni traccia ha un suo specifico significato etologico, ecologico e sedimentologico. Inoltre, le tracce si rinvengono quasi sempre *in situ*, pertanto, esse rappresentano il prodotto dell'interazione tra sedimento e attività biologica e definiscono il comportamento (*behaviour*) degli organismi in risposta all'ambiente di sedimentazione e ai fattori edafici, cioè ai parametri ambientali, quali: tipo di substrato, salinità, tenore di ossigeno, quantità di nutrienti, energia idrodinamica, temperatura, pressione, profondità). Per tracce fossili s'intendono, quindi, le impronte, orme, piste, tane di invertebrati e vertebrati, nonché le perforazioni, i fori e morsi di predazione, i coproliti, le pallottole fecali, gli uroliti, i gastroliti, e ancora i nidi, le ragnatele e i bozzoli (Pemberton e Frey, 2014). La produzione delle tracce fossili può avvenire in qualsiasi ambiente sedimentario (marino, continentale e di transizione), e in diversi tipi di sedimenti, quindi in depositi marini, lagunari, palustri, lacustri, fluviali e persino in aree ad ambientazione vulcanica. La preservazione delle tracce biologiche può avvenire se, immediatamente dopo la loro formazione, vengono velocemente ricoperte da altri

sedimenti o se il sedimento inglobante è soggetto a cementazione precoce, o se vengono rivestite da batteri e alghe.

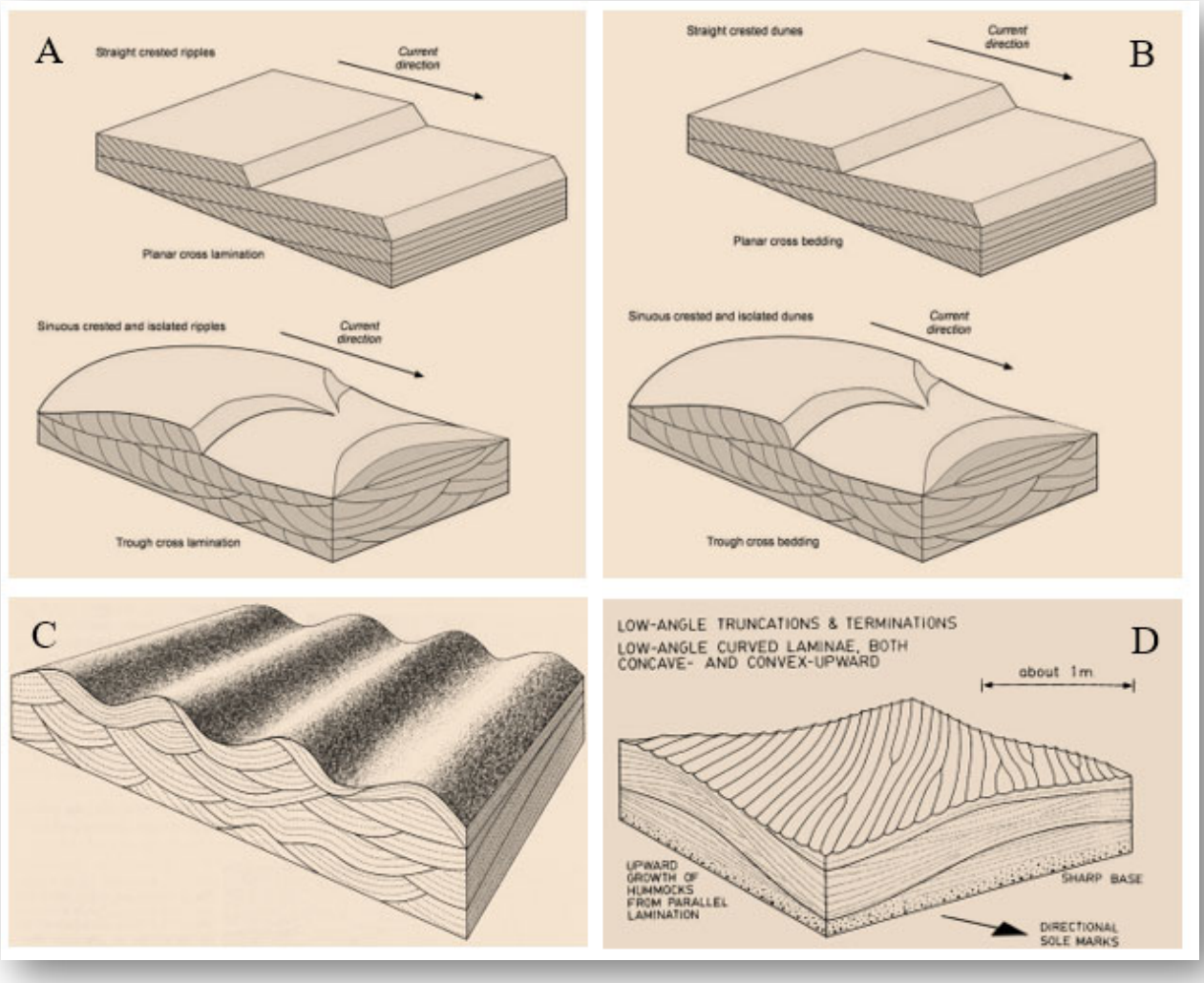


Figura 2.7 Esempi di forme di fondo e del tipo di laminazione/stratificazione prodotta a seguito della loro migrazione sotto l'azione di onde e correnti. A e B) rispettivamente ripples e dune prodotte dalla migrazione di correnti unidirezionali riprese; C) ripples da onda prodotti da flussi oscillatori; D) hummocky cross-lamination/stratification prodotta da flussi oscillatori e/o combinati.

Risulta evidente che la classificazione di queste tracce è piuttosto complessa e spesso non è possibile risalire, se non raramente, all'organismo che le ha prodotte (Kristensen et al., 2012). Organismi appartenenti a diversi *Phyla*, ma che presentano convergenza morfologica e svolgono le stesse attività biologico-comportamentali, possono originare tracce analoghe; inoltre, lo stesso organismo, sia esso

vertebrato o invertebrato, può produrre tracce molto diverse a seconda dell'attività specifica svolta: locomozione, predazione, riposo, ecc. In sostanza, in base alle geometrie e alla costituzione delle tracce fossili si attribuisce a una morfologia un tipo di icnofossile e lo si identifica secondo le tre principali classificazioni: 1. paratassonomica (rispettando le regole della classificazione binomiale); 2. etologica (secondo le categorie comportamentali dei *trace-makers*), 3. toponomica (in base alla posizione degli icnofossili rispetto a uno strato di riferimento (Martinsson, 1970; Monaco e Carucuel, 2007; Seilacher, 1964).

Il differente grado di bioturbazione rappresenta un importante criterio utile per definire i caratteri ambientali e soprattutto l'energia dell'ambiente deposizionale; in effetti una protratta attività degli organismi può portare alla completa omogeneizzazione un deposito, obliterando in parte o totalmente cancellando l'originaria tessitura e le strutture sedimentarie che erano presenti; in questo caso l'uso di ,diagrammi che mostrano differenti pattern di bioturbazione può risultare molto utile per definire il cosiddetto "indice di ichnofabric" (Droser e Bottjer, 1986); così come risulta utile la definizione dell'icnodiversità (cioè la presenza di diversi icnogeneri) e l'icnodensità (ovvero l'abbondanza delle tracce fossili presenti) (McIlroy, 2004; Miller e Smail, 1997).

2.5.2 Strutture prodotte da processi di alterazione: gli anelli di Liesegang

Tra le strutture di alterazione presenti nella Arenarie di Manciano bene rappresentati sono gli anelli di Liesegang (Bradford, 1932). Conosciuti anche con il nome di "bande", questi anelli non sono altro che fasce di cemento colorato presente in alcune rocce sedimentarie, che devono la loro colorazione alla presenza di forme ossidate di alcuni metalli, soprattutto del ferro. La colorazione differenziata a bande è dovuta alla circolazione dei fluidi nella roccia (Steefel, 2008) che porta alla supersaturazione di alcuni metalli, con conseguente formazione di cristalli in certe bande ed alla contestuale sottrazione di minerali nelle zone adiacenti. Grazie a questa interazione fra acqua e roccia, strettamente dipendente dalla permeabilità per porosità e per fessurazione dell'ammasso roccioso, si possono avere varie geometrie di tali strutture (Figura 2.8). Nelle arenarie questo fenomeno risulta ben visibile, in quanto la sabbia e i pori presenti tra i granuli fungono da mezzo poroso aumentando quindi la circolazione dei fluidi. Il passaggio di acqua è favorito dalla presenza di fratture in quanto aumenta interfaccia acqua-roccia dalla quale, per porosità, si potrà avere una ulteriore e molto più lenta diffusione di acqua, con conseguente generazione di anelli in presenza di minerali ferrosi.



Figura 2.8 Esempio di Anelli di Liesegang. Piano 9 cava Gamberaio

2.6 I processi di alterazione dei materiali lapidei

I materiali lapidei sono utilizzati da migliaia di anni in edilizia ed è quindi di particolare importanza, specialmente nell'ambito della conservazione dei beni culturali, comprendere i motivi della loro alterazione e trovare delle possibili soluzioni (Figura 2.9).



Figura 2.9 Coppia di foto prese a circa 60 anni di distanza che mostra il processo di alterazione di una scultura su una arenaria calcarea (Castello di Herten – Westfalia, Germania).

Attualmente tutti i fenomeni di degrado conosciuti sono categorizzati e descritti all'interno delle Raccomandazione NorMaL 1/88 su iniziativa del Consiglio Nazionale delle Ricerche e dell'Istituto Centrale per il Restauro (Tabella 2-1).

Alterazione cromatica	*Distacco*	*Mancanza*
Alveolizzazione	*Efflorescenza*	*Patina*
Concrezione	*Erosione*	*Patina biologica*
Crosta	*Esfoliazione*	*Pellicola*
Deformazione	*Fratturazione o fessurazione*	*Pitting*
Degradazione differenziale	*Incrostazione*	*Polverizzazione*
Deposito superficiale	*Lacuna*	*Presenza di vegetazione*
Disgregazione	*Macchia*	*Rigonfiamento*
Scagliatura		

Tabella 2-1 Elenco dei fenomeni di degrado come da Raccomandazione NorMal 1/88

Si riportano di seguito le definizioni di ognuno di essi:

ALTERAZIONE CROMATICA: Alterazione che si manifesta attraverso la variazione di uno o più parametri che definiscono il colore: tinta (*hue*), chiarezza (*value*), saturazione (*chroma*). Può

manifestarsi con morfologie diverse a seconda delle condizioni e può riferirsi a zone ampie o localizzate.

ALVEOLIZZAZIONE: Degradazione che si manifesta con la formazione di cavità di forma e dimensione variabili. Gli alveoli sono spesso interconnessi ed hanno distribuzione non uniforme. Nel caso particolare in cui il fenomeno si sviluppa essenzialmente in profondità con andamento a diverticoli si può usare il termine *alveolizzazione a cariatura.*

CONCREZIONE: Deposito compatto generalmente formato da elementi di estensione limitata, sviluppato preferenzialmente in una sola direzione non coincidente con la superficie lapidea. Talora può assumere forma stalattitica o stalagmitica.

CROSTA: Strato superficiale di alterazione del materiale lapideo o dei prodotti utilizzati per eventuali trattamenti. Di spessore variabile, è dura, fragile, distinguibile dalle parti sottostanti per le caratteristiche morfologiche e, spesso, per il colore. Può distaccarsi anche spontaneamente dal substrato che, in genere, si presenta degradato e/o polverulento.

DEFORMAZIONE: Variazione della sagoma che interessa l'intero spessore del materiale e che si manifesta soprattutto in elementi lastriformi.

DEGRADAZIONE DIFFERENZIALE: Degradazione da porre in rapporto ad eterogeneità di composizione o di struttura del materiale, tale quindi da evidenziarne spesso gli originali motivi tessiturali o strutturali.

DEPOSITO SUPERFICIALE: Accumulo di materiali estranei di varia natura, quali, ad esempio, polvere, terriccio, guano ecc. Ha spessore variabile e, generalmente, scarsa coerenza ed aderenza al materiale sottostante.

DISGREGAZIONE: Decoesione caratterizzata da distacco di granuli o cristalli sotto minime sollecitazioni meccaniche.

DISTACCO: Soluzione di continuità tra strati superficiali del materiale, sia tra loro che rispetto al substrato: prelude in genere alla caduta degli strati stessi. Il termine si usa in particolare per gli intonaci e i mosaici. Nel caso di materiali lapidei naturali le parti distaccate assumono spesso forme specifiche in funzione delle caratteristiche strutturali e tessiturali, e si preferiscono allora voci quali *crosta* (v.), *scagliatura* (v.), *esfoliazione* (v.).

EFFLORESCENZA: Formazione di sostanze, in genere di colore biancastro e di aspetto cristallino, polverulento o filamentoso, sulla superficie del manufatto.

Nel caso di efflorescenze saline, la cristallizzazione può talvolta avvenire all'interno del materiale provocando, spesso, il distacco delle parti più superficiali: il fenomeno, in questi casi, prende il nome di *criptoefflorescenza* o di *subefflorescenza*.

EROSIONE: Asportazione di materiale dalla superficie dovuta a processi di natura diversa. Quando sono note le cause di degrado, possono essere utilizzati anche termini come: *erosione per abrasione*, *erosione per corrasione* (cause meccaniche), *erosione per corrosione* (cause chimiche e biologiche), *erosione per usura* (cause antropiche).

ESFOLIAZIONE: Degradazione che si manifesta con distacco, spesso seguito da caduta, di uno o più strati superficiali subparalieli fra loro (*sfoglie*).

FRATTURAZIONE O FESSURAZIONE: Degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità nel materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti.

INCROSTAZIONE: Deposito stratiforme, compatto e generalmente aderente al substrato, composto da sostanze inorganiche o da strutture di natura biologica.

LACUNA: Caduta e perdita di parti di un dipinto murale, con messa in luce degli strati di intonaco più interni o del supporto (v. anche *mancanza*).

MACCHIA: Alterazione che si manifesta con pigmentazione accidentale e localizzata della superficie; è correlata alla presenza di materiale estraneo al substrato (per esempio: ruggine, sali di rame, sostanze organiche, vernici),

MANCANZA: Caduta o perdita di parti. Il termine, generico, si usa quando tale forma di degradazione non è descrivibile con altre voci del lessico. Nel caso particolare degli intonaci dipinti si adopera di preferenza *lacuna* (v.).

PATINA: Alterazione strettamente limitata a quelle modificazioni naturali della superficie dei materiali non collegabili a manifesti fenomeni di degradazione e percepibili come una variazione del colore originario del materiale. Nel caso di alterazioni indotte artificialmente si usa di preferenza il termine *patina artificiale*.

PATINA BIOLOGICA: Strato sottile, morbido ed omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere, terriccio, ecc.

PELLICOLA: Strato superficiale di sostanze coerenti fra loro ed estranee al materiale lapideo. Ha spessore molto ridotto e può distaccarsi dal substrato, che in genere si presenta integro.

PITTING: Degradazione puntiforme che si manifesta attraverso la formazione di fori ciechi, numerosi e ravvicinati. I fori hanno forma tendenzialmente cilindrica con diametro massimo di pochi millimetri.

POLVERIZZAZIONE: Decoesione che si manifesta con la caduta spontanea del materiale sotto forma di polvere o granuli.

PRESENZA DI VEGETAZIONE: Locuzione impiegata quando sono presenti licheni, muschi e piante.

RIGONFIAMENTO: Sollevamento superficiale e localizzata del materiale, che assume forma e consistenza variabili.

SCAGLIATURA: Degradazione che si manifesta col distacco totale o parziale di parti (*scaglie*) spesso in corrispondenza di soluzioni di continuità del materiale originario. Le scaglie, costituite generalmente da materiale in apparenza inalterato, hanno forma irregolare e spessore consistente e disomogeneo. Al di sotto possono essere presenti *efflorescenze* (v.) o *patine biologiche* (v.).

2.6.1 Cause del degrado dei materiali lapidei

Le cause principali che portano al degrado dei materiali lapidei in ambito architettonico/edile sono (da Fiorani, 1996):

1. Cause Intrinseche:
    a) Il sito;
    b) I difetti di progettazione;
    c) Il cantiere di costruzione;
    d) I materiali e le tecnologie costruttive

2. Cause Estrinseche
    a) Cause Naturali
        i. Ad azione prolungata nel tempo
        ii. Ad azione improvvisa
    b) Cause Antropiche
        i. Ad azione diretta
        ii. Ad azione indiretta

Tralasciando le cause intrinseche, più propriamente derivanti dall'opera stessa, si approfondirà di seguito gli aspetti legati all'azione delle cause estrinseche. In special modo ci si soffermerà su quelle naturali ad azione prolungata nel tempo, poiché agenti non solo sulle costruzioni, ma anche durante l'attività estrattiva, dal momento stesso in cui i materiali vengono portati alla luce dopo che i fronti cava vengono tagliati.

Tali cause sono intimamente legate con il fenomeno del "Rock Weathering" (Price, 1995) e possono essere riassunte come segue (Mameli, 2011; Winkler, 1997):

Fattori Fisici:

Uno dei principali fattori fisici di degrado è sostanzialmente imputabile ai cambiamenti termici, in cui ad una fase di dilatazione termica segue il raffreddamento con perdita di volume contestuale. Tale fenomeno è legato sia al coefficiente di dilatazione termica proprio di ogni roccia, sia alla conducibilità termica sia, soprattutto, al colore. Le rocce di colore più scuro hanno infatti la capacità di ricevere tutto lo spettro luminoso, quindi maggiore energia per area specifica, quindi si scaldano più facilmente.

Un altro fenomeno di degrado fisico è legato agli stress interni da carico, propri delle rocce che si formano in profondità. Il rilascio dell'energia di deformazione, una volta eliminato il carico, provoca

piccole fratture, usualmente lungo le superfici di strato nelle rocce sedimentarie o le discontinuità nelle rocce ignee.

Uno dei più importanti fenomeni fisici è legato all'acqua, intesa sia come acqua battente, quindi pioggia, che meccanicamente esercita una azione meccanica sulla superficie della roccia, sia come umidità, che entra all'interno della superficie del materiale lapideo in funzione della conducibilità idraulica dello stesso.

A quest'ultimo fenomeno, per motivi climatici, si deve il fenomeno di degrado per gelività, ovvero per la formazione di piccoli cristalli di ghiaccio all'interno dei pori della roccia che provocano micro lesioni fino a grandi fratture, a causa della dilatazione termica del ghiaccio.

Anche la cristallizzazione dei sali riveste un ruolo importante nella degradazione fisica. I movimenti di acqua all'interno del mezzo poroso possono portare al deposito di Sali da parte di soluzioni saline o all'idratazione di Sali presenti. La dilatazione che ne deriva superando il punto di rottura, genera micro fratture ed è direttamente dipendente da presenza e dalla igroscopicità dei sali nella roccia.

Un ulteriore fenomeno fisico è dovuto all'alternanza di imbibizione ed essiccamento, tale fenomeno dipende dalla capacità di espansione dei minerali contenuti nelle rocce ed è di solito molto importante per i minerali argillosi.

Tutti questi fenomeni sono poi direttamente collegati alle caratteristiche climatiche fra cui ricordiamo: le ore di esposizione solare e l'azione del vento, importante sia per l'erosione diretta dovuta al trasporto di particelle solide, sia perché favorisce la diffusione di acqua.

Fattori Biologici

Tali fattori possono avere più azioni sulla roccia: la crescita delle radici delle piante ha una azione diretta di tipo biomeccanico; l'avifauna o organismi come funghi, muschi e licheni producendo acidi hanno un'azione indiretta o biochimica di cui risentono molto spesso le rocce a cemento calcareo. Maggiore degradazione delle superfici delle rocce, rende la superficie della roccia un miglior substrato biologico.

Fattori Chimici

I fattori chimici sono strettamente legati ai movimenti di acqua nella roccia e sono correlati alla conducibilità idraulica del mezzo per porosità o fessurazione. Più un mezzo è permeabile e più velocemente avvengono i processi di degradazione chimica.

I fattori fisici precedentemente descritti, fungono da apripista per i processi di degradazione chimica.

Il processo più importante è quello di dissoluzione chimica; esso dipende dalla quantità di acqua passante sulla superficie del mezzo, dalla solubilità del mezzo e dal pH dell'acqua. Un ordine della solubilità dei maggiori elementi chimica è la seguente: Ca > Na > Mg > K > Si > Al > Fe, sebbene tale ordine sia variabile in funzione del pH.

Il pH in special modo, è di per sé acido nella pioggia a causa della formazione di acido carbonico durante il passaggio della gocciolina di acqua in atmosfera (dove reagisce con l'anidride carbonica), ma viene ulteriormente acidificato a causa della presenza in atmosfera di ossidi di Zolfo e Azoto presenti in atmosfera soprattutto per motivi antropogenici.

La decalcificazione nelle rocce a cemento calcareo, è sicuramente un fenomeno molto conosciuto e consiste nella dissoluzione del carbonato di calcio ad opera di soluzioni acquose acide.

Altri processi chimici quali: idratazione, idrolisi, ossidazione, riduzione e chelazione possono portare alla formazione di minerali secondari che a loro volta possono portare a variazioni volumetriche che quindi creano aumenti interni di pressione con conseguente frammentazione del materiale.

3 Le attività estrattive

3.1 Introduzione

In tale capitolo verranno descritti i dati relativi alle attività estrattive in generale, al fine di acquisire le nozioni di base riguardanti i concetti di "coltivazione" e "tipo di cava". Durante la trattazione dei capitoli seguenti, infatti, saranno descritte diverse aree destinate ad attività estrattiva da cui sono state raccolte ed elaborate informazioni necessarie ai fini del presente lavoro.

3.2 Tecniche di Estrazione

Le tecniche di estrazione definiscono il metodo di coltivazione di una cava. Il metodo di coltivazione può essere definito come la sequenza logico-temporale attraverso la quale le varie porzioni del giacimento vengono interessate dall'attività di estrazione del materiale. Esistono coltivazioni sotterranee e a cielo aperto. Per lo scopo del presente studio ci soffermeremo sulla coltivazioni di cave a cielo aperto.

Le tecniche di escavazione sono diverse e variano soprattutto in base a:

1. Litotipo estratto
2. Geometria delle fratture
3. Mercato

1) Per quanto riguarda il litotipo estratto, ovviamente una attività che estrae sabbie e ghiaie, marne o calcari, ovvero in generale materiali per uso industriale, avrà come scopo quello di produrre grandi volumi in poco tempo. Per tale ragione in molti casi vengono usate cariche esplosive per la coltivazione di tali giacimenti (De La Vergne e Mcintosh, 2000). Il tout venant prodotto verrà poi sottoposto a processi secondari quali la vagliatura ed eventualmente la macinatura.

Le attività che invece producono ornamentali, hanno come scopo quello di scavare sicuramente minori volumi di roccia, cercando di non danneggiarli durante la coltivazione. Per fare ciò, ultimamente i processi produttivi hanno ridotto notevolmente fino ad eliminare del tutto l'uso di esplosivi, privilegiando le segatrici a catena ed i diamanfili. Per migliorare ulteriormente l'efficienza negli scavi è importante anche conoscere l'orientazione delle famiglie di fratture principali presenti.

2) La geometria delle fratture e soprattutto la loro frequenza è un fattore dirimente per la scelta del metodo di coltivazione nei materiali litoidi. Infatti, sebbene una coltivazione con segatrici a catena da banco sia sempre auspicabile, all'aumentare della frequenza delle discontinuità è preferibile una coltivazione con mezzi meccanici quali escavatore e martellone per il disgaggio dei blocchi informi.

3) In alcuni casi, il materiale è coltivato con lo scopo di essere messo sul mercato in blocchetti di piccole dimensioni. Per questa ragione vengono utilizzate tecniche di coltivazione speciali come quella dei blocchi di tufo direttamente sul fronte cava. Talvolta invece, per tali materiali si tende a utilizzare tecniche meno costose (esplosivi, martellone ecc) lasciando poi alle lavorazioni secondarie il compito della risagomatura e dei tagli da effettuare sul materiale ottenuto.

3.2.1 Tipologie di coltivazione

Di seguito l'elenco delle tipologie di coltivazione con la relativa terminologia (da Pinzari, 2007).

Gradone unico

È il tipo di coltivazione più semplice e consiste nello sbancamento di un singolo gradone con mezzi meccanici o esplosivi. Tale tecnica è attuabile in giacimenti non molto potenti e morfologicamente pseudo-pianeggianti. Ad esempio, cave di pozzolana con spessore di qualche metro.

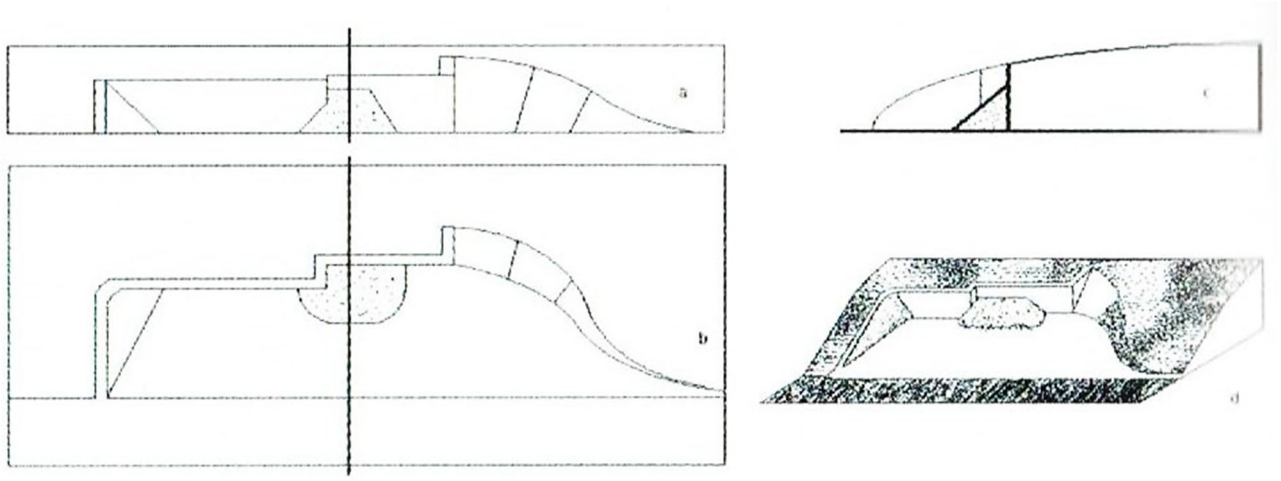


Figura 3.1 Coltivazione per gradone unico: a) prospetto; b) pianta; c) sezione; d) assonometria (da Pinzari, 2007)

Gradoni multipli

È una variante del metodo precedente, consiste nell'uso soprattutto di esplosivi che producono una "volata" di materiale (tout-venant) che scivola su fronti inclinati fino al fondo cava, ciò che non arriva al piano di cava è spinto con mezzi meccanici. Questa tecnica è comoda per giacimenti verticali ed era molto usata per le cave di calcare. I forti impatti paesaggistici e di sicurezza, dovuta soprattutto alla fase di movimentazione meccanica del materiale sui gradoni, ne limitano oggi l'utilizzo.



Figura 3.2 Sequenza di coltivazione dei volumi elementari nel metodo per gradoni multipli (da Pinzari, 2007)

Splateamento su gradone unico

Anche questa tecnica rappresenta un miglioramento della coltivazione a gradone unico poiché si mima la coltivazione di un singolo piano (o platea) per poi scendere al piano inferiore. Sia cave di mezzacosta o pedemontane, sia cave di fossa possono utilizzare questo metodo di coltivazione.

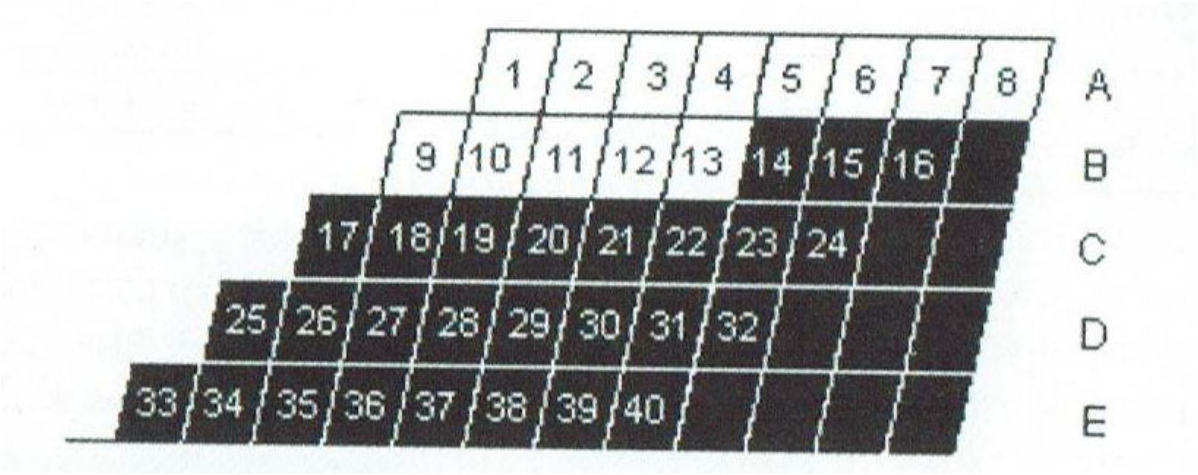


Figura 3.3 Sequenza di coltivazione dei volumi elementari nel metodo per splateamento su gradone unico (da Pinzari, 2007)

Splateamento su più gradoni

Questo metodo di coltivazione è l'evoluzione del precedente e vien utilizzato soprattutto per cave di pianura o mezzacosta che intendono coltivare più qualità merceologiche di materiale alla volta. I piani infatti risultano "quasi" indipendenti fra loro. È sicuramente una tecnica con impatto medio alto paesaggisticamente poichè talvolta è impossibile recuperare il sito durante la coltivazione, seppure in casi specifici ove la morfologia lo consente è possibile iniziarlo contestualmente alla chiusura di alcuni gradoni. Viene usata per la coltivazione sia di materiali poco coerenti tipo pozzolane, sabbie e ghiaie, sia per materiali litoidi, fra essi anche le pietre ornamentali.

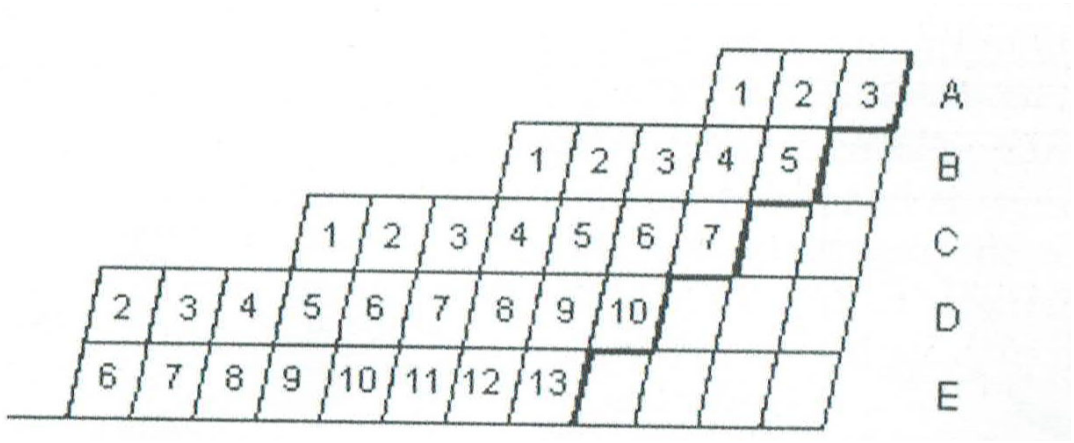


Figura 3.4 Sequenza di coltivazione dei volumi elementari nel metodo per splateamento su più (3) gradoni (da Pinzari, 2007)

Fette verticali con trance discendenti

Tale metodo di coltivazione è utilizzato in alcune cave di monte, ha il pregio di eliminare il passaggio dei mezzi su gradoni poichè il materiale coltivato verrà fatto volare, come per la tecnica a gradoni multipli, sul fondo cava. L'uso del suolo è basso in funzione del minimo ingombro dell'area cava. L'impatto paesaggistico sarà decisamente alto e per ragioni di sicurezza tale metodo è limitato a quegli ammassi rocciosi litoidi capaci di notevole stabilità, poco fratturati. La tecnica non si addice ai materiali ornamentali a causa dell'elevata frantumazione del tout venant.

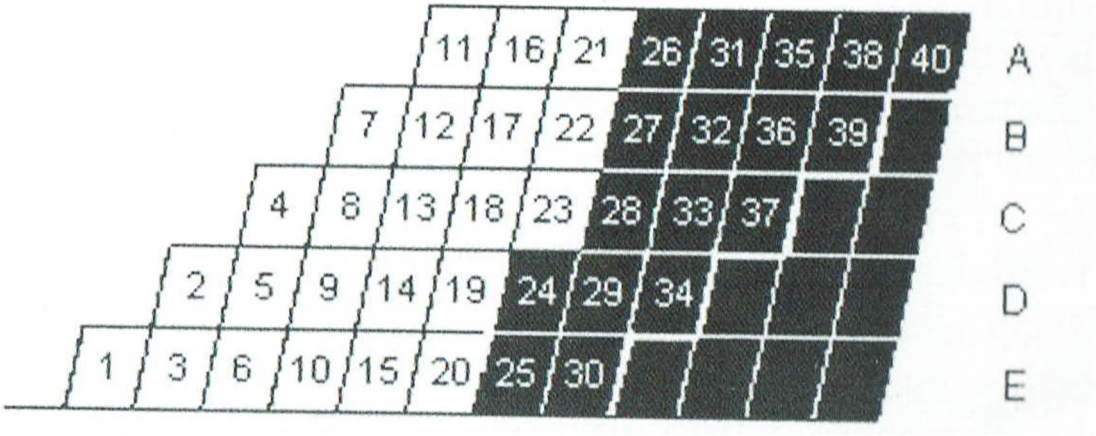


Figura 3.5 Sequenza di coltivazione delle trance nel metodo per fette verticali con trance discendenti (da Pinzari, 2007)

Coltivazione per blocchetti

Per materiali litoidi il cui fine è la produzione di blocchetti, questa particolare tecnica rimane molto utilizzata. Consiste in due fasi, la "tracciatura" iniziale della platea mediante tagli superficiali seguita

dalla staccatura mediante tagli orizzontali e verticali. Tale metodo di coltivazione ha comunque un elevato impatto paesaggistico e può essere utilizzato solo in poche cave.

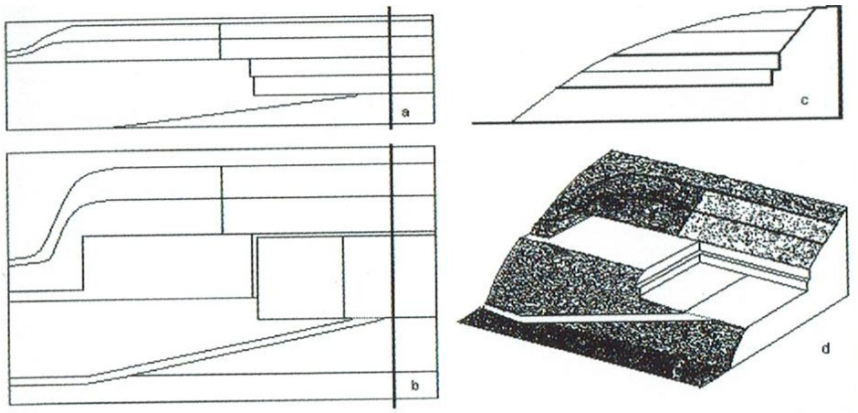


Figura 3.6 Coltivazione dei blocchetti: a) prospetto; b) pianta; c) sezione; d) assonometria (da Pinzari, 2007)

3.3 Tipi di Cave

Come è possibile vedere dalla figura seguente, esistono vari tipi di cave a seconda della morfologia del giacimento da sfruttare.

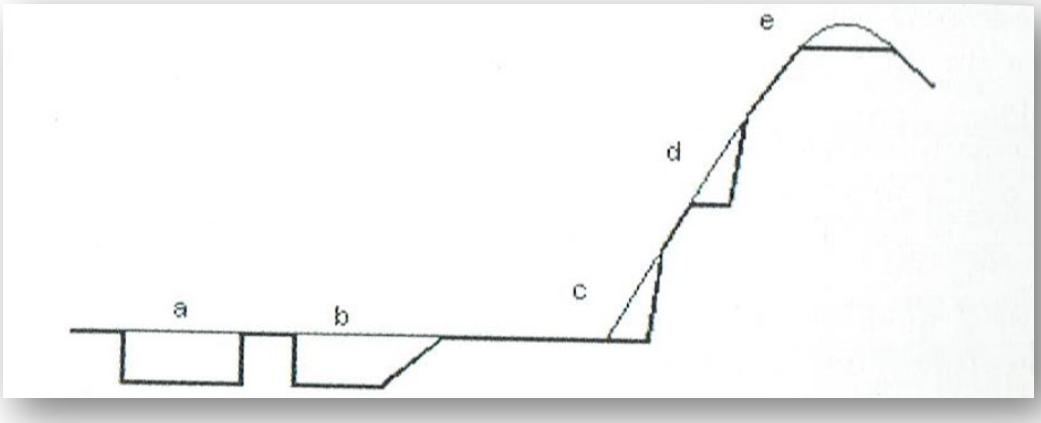


Figura 3.7 Tipologia delle cave: cave di pianura: a) a pozzo, b) a fossa; cave di monte: c) pedemontane, d) a mezza costa, c) culminali (da Pinzari, 2007)

Di seguito si riportano le caratteristiche di ognuno dei diversi tipi (da Pinzari, 2007):

- **Cave di pianura**

Sono cave che si sviluppano in zone pianeggianti e che iniziano la coltivazione da incisioni o avvallamenti. Hanno un basso impatto paesaggistico nella maggior parte dei casi ed eventuali impatti

sono facilmente mitigabili. Possono avere impatti sul comparto idrogeologico in virtù della presenza di falde a bassa profondità.

- **Cave a pozzo**

Sono cave scavate in profondità e che hanno pareti subverticali Gli uomini accedono attraverso scale ed i materiali sono estratti attraverso mezzi di sollevamento verticali. Si possono avere interferenze con la falda acquifera e talvolta problemi di sicurezza.

- **Cave di fossa**

Sono cave scavate in una pianura. le piste scendono nella "fossa" ove vengono coltivati i materiali da estrarre. Possono avere interferenza se intercettano la falda.

- **Cave pedemontane**

Sono cave ubicate sulla base del rilievo. I fronti si sviluppano verso monte. L'impatto paesaggistico può essere mitigato nel caso di cave piccole ma si eleva esponenzialmente al crescere delle dimensioni dell'area coltivata.

- **Cave di mezzacosta**

Sono cave coltivate sul fianco del pendio. Per convenzione di definiscono a mezzacosta quelle aperte in posizione mediana del rilievo. Le piste di accesso e le discariche debbono essere ben progettati al fine di non incidere sui costi operativi. L'impatto ambientale di queste ultime e della cava stessa, seppur mitigabile, rimane comunque alto.

- **Cave culminali**

Questo tipo di cave è poco frequente. Si tratta di coltivazione della parte più in quota di un rilievo. Causano grandi impatti paesaggistici soprattutto perché alterano lo skyline del territorio. Di solito le piste di escavazione e le discariche sono il punto nevralgico di questi siti.

3.4 Aspetti normativi

La legge che per prima ed in maniera più snella ha posto le basi per una legislazione inerente alle attività estrattive è stata il Regio Decreto n° 1443 del 29 Luglio 1927 "Norme di carattere legislativo per disciplinare la ricerca e la coltivazione delle miniere nel Regno". Oltre a legiferare sulla ricerca e lo sfruttamento delle risorse minerarie, sancisce la differenza fra Miniere e Cave (art. 2). Tale

differenza è molto importante anche a livello civile perché le Miniere rimangono beni statali e fanno parte del diritto pubblico mentre le cave possono essere sfruttate da chi detiene la disponibilità del fondo e quindi appartengono al diritto privato. Per tale ragione anche l'articolo 826 del codice civile stabilisce che, fra le altre cose, fanno parte del patrimonio indisponibile dello stato le miniere e le cave e le torbiere quando la disponibilità ne è sottratta al proprietario del fondo.

Le autorizzazioni di ricerca e/o di coltivazione di una cava sono valutate in un iter regionale e rilasciate dai Comuni.

Per la Regione Toscana la legge che regola ricerca, coltivazione e gestione delle attività estrattive è la LR 35/2015 "Disposizioni in materia di cave". Tale legge è munita anche di un regolamento attuativo ovvero il D.P.G.R. 72/R del 2015.

Per una attività estrattiva la cui coltivazione viene richiesta secondo la legge 35/15 attraverso il regolamento 72/R, oltre agli inquadramenti generali, dovranno essere trattati i seguenti argomenti, che provengono da altre discipline ma che compongono una visione integrata dell'attività stessa:

- Studio vegetazionale (facoltativo, in presenza di vegetazione)
- Studio sull'impatto paesaggistico (facoltativo, in presenza di vincolo paesaggistico) D.lgs 42/04 art. 146
- Studio sull'impatto idrogeologico (facoltativo, in presenza di vincolo idrogeologico) R.D. 3267 del 1923
- Piano di Gestione delle acque meteoriche e dilavanti L.R 20/06 e D.P.G.R. 46/R/2008
- Valutazione sull'impatto acustico Legge 447/95 art. 8
- Studio sull'impatto delle emissioni in atmosfera art 269 c.2 del D.lgs 152/06
- Documento di gestione rifiuti di estrazione D.lgs 117/08
- Documento di salute e sicurezza D.lgs 624/06 art 6
- Programma economico finanziario
- Progetto di coltivazione
- Progetto di risistemazione del sito estrattivo

Ovviamente, prima di presentare un progetto di coltivazione e recupero, la committenza deve passare la Valutazione di impatto ambientale o, per cave meno estese di 20ha e per produzioni minori di 500.000mc/annui, l'esclusione dalla Valutazione di impatto ambientale attraverso la verifica di assoggettabilità alla Valutazione di impatto ambientale come da D.lgs 152/06.

3.5 Progetto di risistemazione del sito estrattivo

Risistemazione del sito estrattivo, per molti anni tale definizione è coincisa con "recupero ambientale", ovvero il ripristino della destinazione d'uso precedente all'attività estrattiva. Un vero ripristino però, in effetti, è impossibile nella maggior parte dei casi. Infatti, concettualmente il vuoto di cava non potrà mai essere riempito con lo stesso quantitativo di materiale escavato. Per tale motivo il riporto di materiale a fine coltivazione, previa rimozione delle infrastrutture antropiche, consisterà in una "sistemazione morfologica". Tale sistemazione ha lo scopo di camuffare o comunque mitigare l'impatto che un aspro taglio nel terreno può generare, non solo visivamente, ma anche al contesto geologico, idrologico e naturalistico.

Dopo questo processo, segue usualmente una fase di rivegetazione, ovvero di messa in posto di piante e/o arbusti che con la loro presenza completano il "recupero ambientale" dell'area. L'azione della vegetazione non si limita solamente all'inverdimento dell'area ma ricuce una cicatrice nel continuum ecologico, protegge i suoli, fornisce un microclima ideale al mesocosmo delle cenosi presenti, attenua l'impatto paesaggistico ecc.

Di seguito si riporta uno schema delle operazioni riportate nel progetto di recupero ambientale approvato per la cava "Scarceta":

1. rimozione basamenti delle infrastrutture (Derrick, fabbricati, cisterne, cabine enel, impianti di taglio ecc);
2. Ripristino morfologico e messa in sicurezza dei versanti: questa parte prevede il riempimento dei gradoni e/o la risagomatura del materiale in loco fino all'ottenimento di un profilo continuo, in pendenza, spezzato da piani; in tale fase di prevede riprofilatura del versante mediante movimento terra, ricolmamento con inerti e creazione di scarpate interrotte da piani e delle scoline al piede della scarpata o la riprofilatura versante mediante scavo su roccia dura come da Figura 3.9;
3. Il rinverdimento del sito: questa fase riguarda il ripristino vegetazionale sia su scarpate con pendenza maggiore di 30° (mediante idrosemina a spessore, inerbimento) sia su scarpate con pendenza minore o pari a 30° (mediante riporto terreno vegetale per uno spessore di cm 30, fertilizzazione di fondo, apertura manuale di buche con colpo di vanga in ragione di 1 buca ogni 2,5 metri lineari di piazzola, messa a dimora di postime a radice nuda di specie arbustive ed arboree sui gradoni su fila unica e con interfila di metri 2, messa a dimora di tutori, semina manuale a spaglio di specie erbacee sui piani in ragione di 1 kg ogni 50 mq, irrigazioni di

soccorso e rimpiazzo fallanze). Realizzazione di canali drenanti per favorire un più naturale allontanamento delle acque dilavanti.

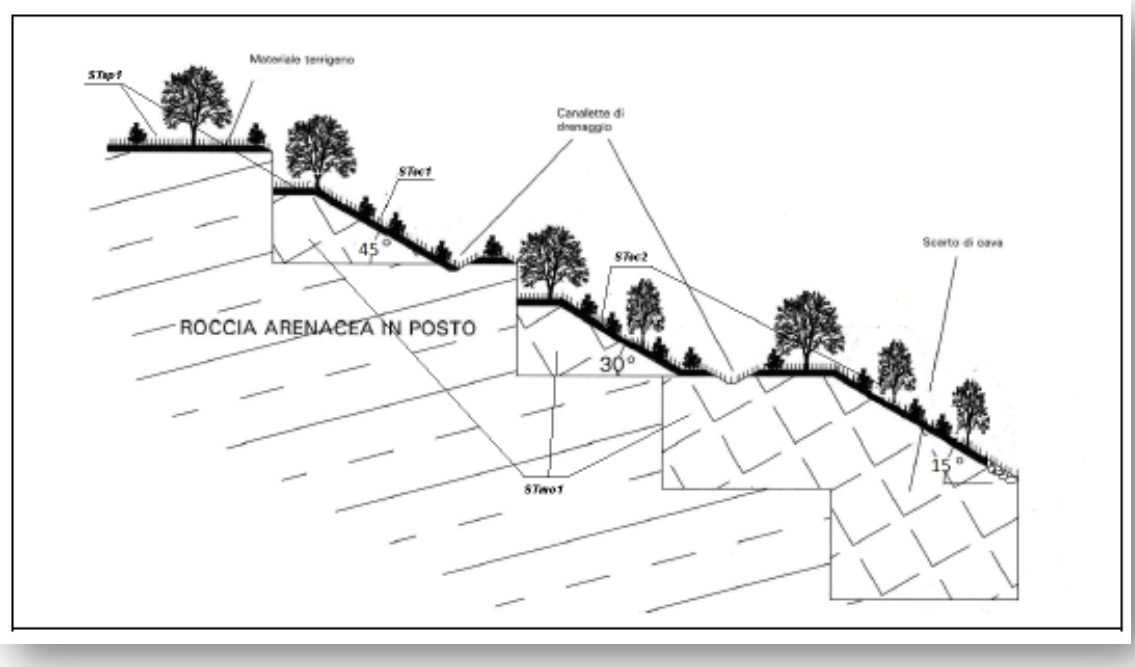


Figura 3.8 Schema di risagomatura di un versante dopo sistemazione morfologica

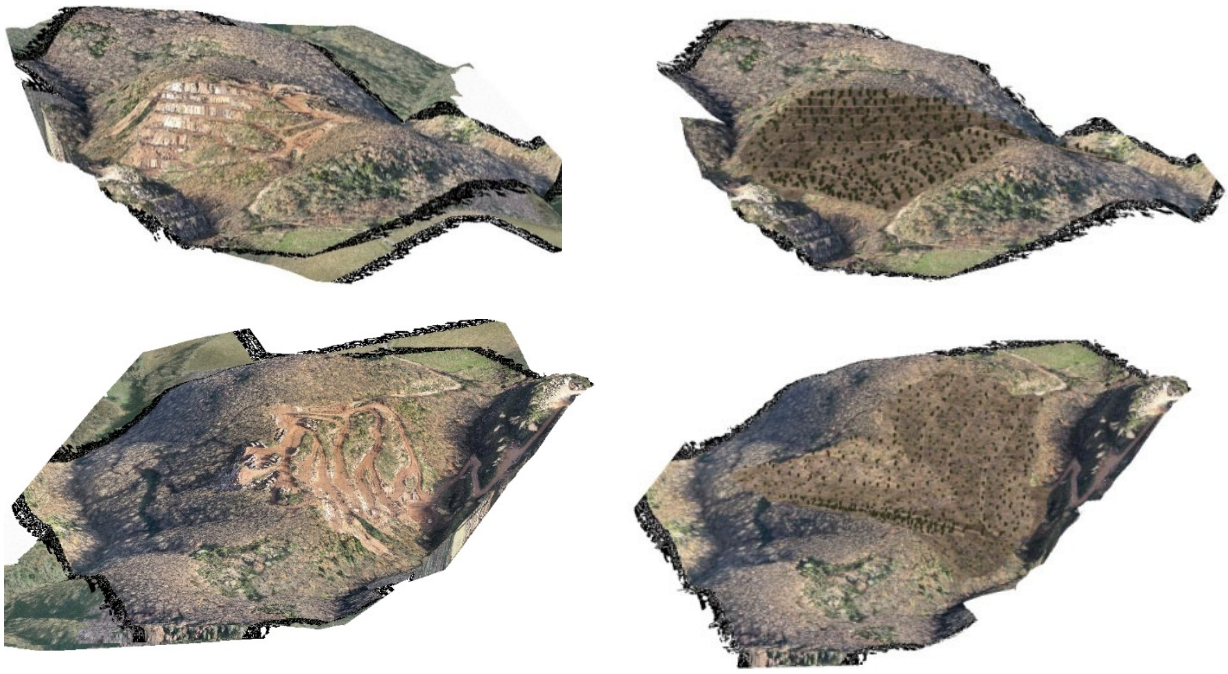


Figura 3.9 Modello di rivegetazione della cava "Scarceta", a sinistra la cava allo stato attuale, a destra lo schema di recupero a fine coltivazione

3.6 Recupero funzionale delle aree estrattive nell'ambito dei geositi e del geoturismo

3.6.1 Geositi

Sul sito della Provincia di Grosseto (http://www.provincia.grosseto.it/index.php?id=1531) si definiscono Geositi "*i beni di un territorio intesi quali elementi di pregio scientifico e ambientale del patrimonio naturale e paesaggistico*"

Sempre allo stesso indirizzo web si attesta che "*L'interesse per la conservazione dei beni di carattere geologico è da inquadrare nell'ambito della necessaria valorizzazione dei beni culturali e ambientali, anche nella prospettiva di tramandare gli elementi più significativi del nostro paesaggio alle generazioni future. Il patrimonio geologico va quindi interpretato non solo come ricca eredità di scienza e di cultura, ma anche come fonte di interesse didattico, educativo, turistico, con ricadute occupazionali ed economiche, quali il geoturismo*"

Sul sito Web della Regione Toscana (http://www.regione.toscana.it/-/conoscere-i-geositi) inoltre si esprime lo stesso concetto enfatizzando gli obiettivi che la formazione di geositi vuole perseguire, ovvero:

- conservazione e valorizzazione del patrimonio geologico,
- valorizzazione di parte del territorio provinciale;
- integrazione dei dati territoriali nei PTC (Piani territoriali di coordinamento);
- potenziamento dell'attrattiva esercitata dal territorio e quindi dell'offerta turistica;
- incremento dell'occupazione con la creazione di guide ambientali (opportunamente formate) e di personale addetto ai servizi collegati con tale attività turistico - didattica;
- potenziamento dell'offerta didattica.

La Regione Toscana è da sempre all'avanguardia per la tutela dei geositi, infatti, già con la Legge regionale 56 del 2000 (norme per la conservazione e la tutela degli habitat naturali e seminaturali) all'art. 11 (Geotopi di importanza regionale) dispone: "*Al fine di tutelare la diversità di particolari forme naturali del territorio, secondo quanto previsto dall'art.1, comma 1, lettera c), il Consiglio regionale, su proposta della Giunta, individua i Geotopi di Importanza Regionale entro due anni dall'entrata in vigore della presente legge*". La forma e le modalità attraverso cui tutelare tali risorse dovevano essere deliberate dalla Regione come da art. 12 della stessa legge, sentite le Province. La Provincia di Grosseto ha individuato più di 100 geositi che ha sottoposto alla Regione Toscana ed alcuni di essi sono stati approvati quali GIR con la deliberazione di consiglio regionale numero 26 del 26 marzo 2014.

Al momento in tutta la Regione Toscana sono stati individuati n° 117 Geositi: di cui 55 Geositi di Interesse Regionale (GIR) (34 dei quali pedositi individuati dall'ISSDS di Firenze) e 62 Geositi di Interesse Locale (GIL).

Di seguito la tabella con le schede descrittive di tutti i Geositi di Interesse Regionale individuati in Provincia di Grosseto, divisi per Comune:

Arcidosso 1, Arcidosso 2	Isola del Giglio	Roccalbegna
Capalbio	Magliano in Toscana	Roccastrada
CasteldelPiano	Manciano 1, Manciano 2	Santa Fiora
Castellazzara 1, Castellazzara 2	Massa Marittima	Scansano
Castiglione della Pescaia	Monte Argentario	Scarlino
Civitella Paganico	Monterotondo	Seggiano
Follonica	Montieri	Semproniano
Gavorrano	Orbetello	Sorano 1, Sorano 2
Grosseto	Pitigliano	

Tabella 3-1 Geositi di Interesse Regionale, in Provincia di Grosseto, divisi per Comune

La cartografia nella Figura 10.12 mostra la loro posizione nel territorio provinciale, si rimanda comunque al sito della Provincia per eventuali approfondimenti.

I geositi concorrono alla formazione del quadro conoscitivo degli atti di competenza in materia di pianificazione territoriale (Piano Territoriale di Coordinamento di cui alla Legge Regione Toscana n.1/2005 e s.m.i.).

3.6.2 Geoparchi e Geoturismo

I Geoparchi, a livello mondiale, stanno diventando importantissimi punti di attrazione turistica e luoghi di conservazione e divulgazione scientifica.

Già nel 2001 l'UNESCO iniziò a lavorare per la formazione di una rete di geoparchi in tutto il mondo. Dal 2004 si formò a Parigi il primo GGN (Global Geopark Nework) attraverso l'unione di 17 geoparchi europei e 8 geoparchi cinesi.

Fu solo nel 2015 però, che i 195 Stati membro dell'UNESCO ratificarono la creazione dell'UNESCO Global Geoparks (per approfondimenti: http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/earth-sciences/unesco-global-geoparks/).

In tale data, "*nell'ambito del "Programma Internazionale delle Geoscienze e dei Geoparchi" sono stati riconosciuti i Geoparchi Mondiali UNESCO, singole aree geografiche i cui siti e paesaggi di valore geologico internazionale vengono gestiti secondo un concetto olistico di protezione, educazione, sviluppo sostenibile. Nei Geoparchi, il cui obiettivo primario è la protezione della geodiversità, la conservazione viene combinata con lo sviluppo sostenibile e coinvolge le comunità locali. I Geoparchi mondiali UNESCO operano per aumentare la conoscenza e la consapevolezza del ruolo e del valore della geodiversità e per promuovere le migliori pratiche di conservazione, educazione, divulgazione e fruizione turistica del patrimonio geologico. Insieme ai siti del Patrimonio Mondiale dell'Umanità (WHL) ed alle Riserve della Biosfera (MAB), i Geoparchi mondiali UNESCO formano una gamma completa di strumenti finalizzati a promuovere lo sviluppo sostenibile, agendo sia a livello globale, sia a livello locale*", come riportato sul sito dell'Unesco http://www.unesco.it/it/ItaliaNellUnesco/Detail/187

Attualmente ci sono 140 Geoparchi Mondiali UNESCO, distribuiti in 38 Paesi del mondo, di cui 73 in Europa. L'Italia partecipa al programma con 10 Geoparchi Mondiali che si riportano di seguito:



- Rocca di Cerere
- Madonie
- Beigua
- Parco Geominerario della Sardegna
- Adamello Brenta
- Cilento,Vallo di Diano e Alburni
- Parco minerario toscano
- Alpi Apuane
- Sesia-Val Grande
- Pollino

Figura 3.10 Punti rossi: Geoparchi riconosciuti dall'UNESCO; Stelle blu: siti naturali riconosciuti da UNESCO world Heritage

Ben 2 di questi geoparchi a livello mondiale, sono ubicati in Toscana. Il parco delle Alpi Apuane e quello minerario Toscano, ovvero Tuscan Mining Geopark, patrimonio geologico del Parco Nazionale delle Colline Metallifere Grossetane. Quest'ultimo si trova fra le Province di Livorno e Grosseto e contiene diversi geositi di importanza Regionale all'interno ed i Comuni interessati sono: Follonica, Scarlino, Gavorrano, Massa Marittima, Montieri, Monterotondo Marittimo, Roccastrada.

Se prendiamo come esempio Gavorrano, all'interno di questo Comune troviamo il teatro delle rocce (per informazioni si rimanda a http://www.teatrodellerocce.it/teatro/).

Il teatro delle Rocce, che può contenere fino a 1.400 persone, è stato ricavato dalla vecchia cava a cielo aperto di S.Rocco in cui si estraevano calcari. L'area estrattiva aveva una forma ad "anfiteatro greco" e ben si è sposata con il progetto di recupero "funzionale" con destinazione a teatro all'aperto.



Figura 3.11 Immagini tratte da Teatrodellerocce.it

Questo di Gavorrano quindi, rappresenta il più tangibile e vicino esempio di come una attività estrattiva, invece che un classico ripristino morfologico ambientale tradizionale, possa avere un recupero funzionale alla fine della sua coltivazione. Nel prossimo paragrafo si vedranno alcuni esempi di recupero funzionale di cave depletate.

3.6.3 Esempi di recupero funzionale di cave nel mondo

Le attività estrattive hanno sempre rappresentato, insieme alle discariche a cielo aperto, ciò che è sbagliato e profondamente disturbante nell'immaginario collettivo. In effetti, tali attività hanno sicuramente un impatto molto importante sia paesaggisticamente che in vari comparti ambientali (suolo, acque, atmosfera, flora, fauna ecc). È anche vero però, che sono attività indispensabili per ottenere materie prime e quindi sono necessarie ed esistono vari metodi per mitigare o compensare gli impatti prodotti durante la coltivazione. Alla fine della coltivazione invece, purtroppo per diverso tempo, si sono lasciati siti estrattivi depletati in abbandono. Negli ultimi anni invece, le normative impongono progetti di recupero ambientale presentati contestualmente ai progetti di coltivazione, imponendo che tali opere di ripristino debbano essere coperte da garanzie fideiussorie. In alcuni casi, i siti dismessi sono stati recuperati in maniera funzionale (Dal Sasso et al., 2012; Greco et al., 2006), ovvero dando una differente destinazione d'uso a tali aree, riconvertendo enormi buche o tagli del

monte, in centri culturali, opere artistiche, spazi funzionali e addirittura luoghi di culto (Jae et al., 2010).

Nelle immagini di seguito (tratti dal sito Umbrella.it: http://www.umbrella.it/it/press-architettura/architettura-di-cava-2010_3_148.htm) si riportano esempi relativi a recuperi funzionali di siti estrattivi in Europa:



Figura 3.12 EDEN PROJECT, CORNOVAGLIA, UK. da Grimshaw e Partners. Foto Chris Gascoigne

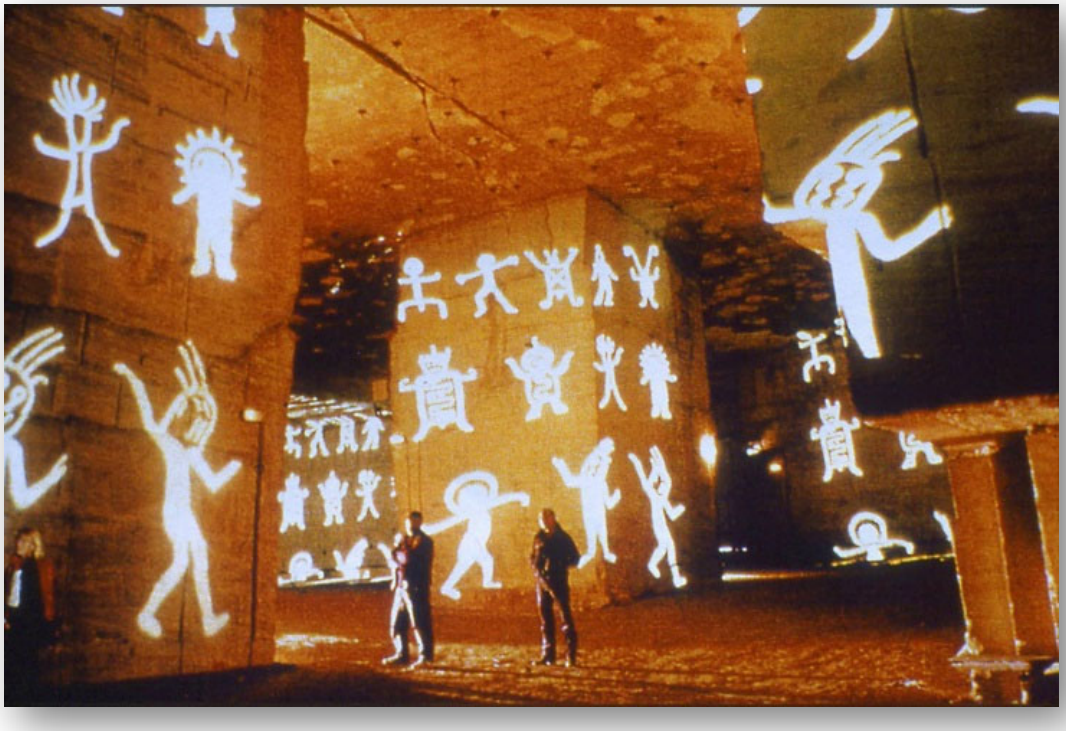


Figura 3.13 CATHEDRALE D'IMAGES - LES BAUX DE PROVENCE, FRANCIA, 1977. da Albert e Anne Plecy



Figura 3.14 BOTANY 2000 – GREAT GLASS HOUSE. da Colvin e Moggridge N. Foster e Partners



Figura 3.15 ANTICHE CAVE DI DIONYSSOS, da Nella Penteli e Aspasia Kouzoupis



Figura 3.16 DALHALLA, CENTRO PER LA MUSICA. da Margareta Dellefors e Erik Ahnborg. Foto Martin Litens

4 Le Arenarie di Manciano

4.1 Rilevanza commerciale delle Arenarie di Manciano e delle altre attività estrattive

Le attività estrattive hanno generalmente grandi ricavi ma anche grandi costi gestionali/produttivi. I ricavi sono generati dall'uso del materiale estratto ma soprattutto dalla valorizzazione che l'azienda ha saputo assegnare ai propri prodotti a parità di qualità "geotecniche" o "merceologiche". Oltre al valore intrinseco del bene, si entra infatti nel mondo delle tendenze e della "moda" per le cui definizioni sono necessari strumenti analitici di mercato molto approfonditi e dinamici nel tempo. Tali strumenti sono sicuramente interessanti ma non rappresentano lo scopo di questa tesi di dottorato che invece vuole fornire spunti tecnici per enfatizzare le qualità e la produzione delle pietre estratte. Le Arenarie di Manciano rappresentano per il mercato lapideo, un ottimo prodotto di fascia medio-alta, in funzione proprio dell'interesse che ha suscitato negli ultimi decenni, negli ambienti del mondo della moda e nei prodotti di tendenza.

Il valore approssimativo delle arenarie in generale, fra cui spiccano le Arenarie di Manciano, è compreso fra 100 e 400€/ton (fonte dati Pietre Santafiora S.r.l.). Tale valore è sicuramente notevole seppure ben lontano da quello dei blocchi di marmo di Carrara statuario di ottima qualità, che rappresenta il top del mercato lapideo italiano e per il quale ogni blocco estratto in cava può raggiungere circa 4.725€/ton di valore (dati Comune di Carrara, delibera di Giunta, Allegato 2).I costi di produzione dipendono molto dalle tecniche di coltivazione utilizzate (cfr Par.3.2), dai volumi estratti e dall'efficienza di produzione, ovvero dalla percentuale di materiale "vendibile" commercialmente e quello estratto da destinare nel migliore dei casi al mercato degli inerti o addirittura da conferire temporaneamente in discarica per il ripristino finale del sito estrattivo.

Per le tecniche di coltivazione utilizzate si è già trattato in precedenza (cfr Par. 3.2). In generale, le spese aumentano con la quantità di materiale estratto in maniera discontinua, infatti i costi fissi di gestione del sito (costi tecnico/progettuali, fideiussioni ambientali, canoni per il prelievo di acqua ecc) rimangono gli stessi. In più, alcuni strumenti presenti (mezzi meccanici, strumenti di taglio ecc) risultano sicuramente sottosfruttati per bassi regimi di produzione.

L'efficienza di produzione infine, per ammassi rocciosi ererogenei come quelli delle Arenarie di Manciano, dipende essenzialmente da due aspetti:

- il primo è la capacità, nel corso della coltivazione della cava, di ottenere meno "rifiuti di estrazione" durante l'abbattimento dei fronti di scavo. E questo è essenzialmente in capo alla conduzione dell'attività di produzione, ma è influenzata dal progetto di coltivazione, dalle

discontinuità dell'ammasso roccioso e dagli imprevisti del mercato. Talvolta infatti, per logiche commerciali è necessario coltivare in zone meno convenienti ma in cui è più disponibile una varietà commerciale specifica. Va quindi prevista tale possibilità in anticipo, cercando di minimizzare eventuali interferenze negative che potrebbero manifestarsi nel corso della coltivazione e concertare per quanto possibile, il lavoro commerciale con quello di produzione.

- Il secondo è l'aspetto della valorizzazione delle varietà commerciali, per cui l'efficienza di produzione aumenta all'aumentare del "vendibile" ovvero delle tipologie di materiale da offrire sul mercato. Sembra un concetto scontato, ma a volte (nella realtà) non sono presenti volumi tali per una tipologia seppur definita di materiale, da sopportare un proprio lancio sul mercato. Tale problematica si risolve solamente accumulando nel corso della coltivazione, tipologie commerciali simili (eventualità molto scomoda logisticamente e quasi sempre impossibile da realizzare a causa degli spazi ridotti nei siti estrattivi) oppure fornendo ad esse delle qualità apprezzabili dall'utente finale che possano conferire un prezzo sufficientemente alto da consentirne il posizionamento sul mercato anche in piccole quantità.

4.1.1 Le arenarie di Manciano e le altre varietà di arenarie in Toscana

Nell'ambito del progetto finanziato dal CIPE (Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica) per la realizzazione di strumenti per la conoscenza e la prevenzioni dei rischi ambientali, il centro C.G.T. (Centro di Geotecnologie) dell'Università di Siena in collaborazione con il Consorzio LaMMA ed altri soggetti (Università di Pisa, INFN, LAC e Matraia srl) hanno elaborato la Carta Geologica Unitaria della Toscana a scala 1:10.000 realizzando anche alcune carte geotematiche sperimentali fra le quali la "carta delle Pietre Ornamentali" (PIOR). Tale carta è stata molto utile specialmente per il censimento delle Risorse (e quindi dei Giacimenti ovvero delle zone senza vincoli ostativi) all'interno del Piano Regionale Attività Estrattive della Toscana. Ulteriori informazioni sono disponibili su http://www.lamma.rete.toscana.it/bd-pietre-ornamentali-bdpior ed i file vettoriali delle Risorse censite si possono scaricare da: http://www.regione.toscana.it/-/risorse.

Nella relazione che accompagna la carta delle Pietre Ornamentali del progetto descritto, vengono elencate le maggiori varietà commerciali, appartenenti a diversi litotipi, in tutto il territorio della Regione Toscana. Si riporta integralmente il capitolo 2 di tale relazione, per la trattazione specifica delle Arenarie:

"Le arenarie affiorano diffusamente nel territorio della Regione Toscana prevalentemente in corrispondenza del crinale appenninico. Sono numero se le formazioni geologiche esclusivamente o prevalentemente caratterizzate da questo litotipo, o come ad esempio il Macigno, le Arenarie di Monte Modino, le Arenarie del Gottero, le Arenarie del Cervarola, la Pietraforte. Tali materiali vengono utilizzati come pietre ornamentali nell'edilizia e nei manufatti quando lo spessore delle bancate arenacee, le caratteristiche chimico– fisiche ed estetiche sono tali da consentirne vantaggiose attività commerciali. Fra le arenarie utilizzate come pietre ornamentali nella Regione Toscana la Pietra Serena è certamente il materiale più noto. Numerose cave furono aperte nel territorio limitrofo alla città di Firenze fin dal periodo etrusco-romano, con un grande sviluppo nel Rinascimento, per innumerevoli realizzazioni di architettura ed edilizia del capoluogo granducale, tra cui si possono ricordare il Porticato degli Uffizi, le chiese di S. Lorenzo e di S. Spirito e molti altri. Le cave originarie, oggi tutte dimesse, si ritrovano nelle due principali località di Monte Ceceri, nei pressi di Fiesole e nelle cave della località della Gonfolina, nei pressi di Montelupo Fiorentino, ed inoltre nei pressi di Settignano aperte a partire dal XV secolo, furono poi riservate ai richiedenti da parte del granduca di Toscana con lo sviluppo di una importante tradizione di scalpellini. Altre zone di minore interesse in cui è stata estratta la Pietra Serena si trovano in provincia di Grosseto (Scarlino), a Carmignano presso Prato, a Larciano e Vellano presso Pistoia, Cortona e Battifolle presso Arezzo. Le cave nella zona della Gonfolina sono ubicate nella porzione superiore della formazione del Macigno appartenente all'unità tettonica della Falda Toscana, mentre per l'area delle cave di Fiesole è stato riconosciuto un passaggio stratigrafico verso le Arenarie di Monte Modino, caratterizzato da strati arenacei di spessore variabile tra 1 e 5 metri, separati da livelli argillitici submetrici. Nella provincia di Lucca la formazione del Macigno è coltivata e commercializzata come Pietra di Matraia località situata nel versante del M.te Gromigno.

Il comparto estrattivo della Pietra Serena di Firenzuola è ubicato nella provincia di Firenze e costituisce uno dei settori estrattivi più importanti della Toscana dopo le Alpi Apuane, situate nel comune omonimo. Dal punto di vista geologico le cave ricadono tutte nella formazione Marnoso Arenacea appartenente all'unità tettonica Umbro-Marchigiana e caratterizzata da alternanze di marne siltose e arenarie a cemento calcareo. Innumerevoli sono le realizzazioni effettuate con questo materiale tra cui si possono citare le pavimentazioni e arredi dell'Università Bocconi di Milano e dell'Apple Retail Store di New York, del Palazzo Samsung a Seul (Corea) e delle pavimentazioni delle principali piazze di Trieste e Genova.

*La formazione delle **Arenarie di Manciano** è estratta in alcune cave (attualmente attive) nel territorio del comune di Manciano in provincia di Grosseto con produzione annuale di circa 8.000-9.000 tonnellate. Dal punto di vista geologico la formazione è costituita da un'arenaria calcarea-feldspatico-quarzosa, con alto tenore in carbonato di calcio, con colore variabile dal grigio (Grigio Perla) al bruno-giallastro con zonature (Pietra Dorata) fino a marrone. Il materiale presenta buone caratteristiche fisico-meccaniche che ne rendono adatto l'uso architettonico anche per esterni. Numerose realizzazioni anche internazionali hanno reso l'impiego della pietra di Santafiora, anche nella nuova edilizia e architettura fiorentina e di altre città (Università di Firenze, Palazzo di Giustizia e Teatro della Compagnia, Sede centrale Gucci, Casinò di Campione d'Italia, Palazzo De Cecco di Pescara).*

Altra tipologia di arenarie utilizzate come pietre ornamentali è la Pietraforte costituita da arenarie con relativamente alto tenore in carbonati, a grana fine, con frequenti vene di calcite, laminazioni convolute e tipica colorazione ocra superficiale. Nell'edilizia del capoluogo toscano sono presenti importanti realizzazioni tra le quali si segnalano: Palazzo Pitti, Palazzo Strozzi, Palazzo Vecchio, Orsanmichele, Biblioteca Nazionale, Ponte alla Carraia, Palazzo Bargello, Stazione di S.Maria Novella. Numerose cave storiche oggi dimesse si ritrovano nell'area fiorentina (es. in località Boboli e Monteripaldi) mentre le attuali cave si trovano nel territorio di Pontassieve e Rignano sull'Arno,

Reggello e Greve in Chianti. Affioramenti sfruttati per cave di Pietraforte si ritrovano anche nella provincia di Grosseto (Santa Fiora, Arcidosso) e nelle aree di Poppi (Casentino).

In provincia di Massa Carrara sono commercializzate le Arenarie della Lunigiana o Pietra della Lunigiana: Arenarie di Fivizzano e di Pontremoli. La diffusa presenza di affioramenti di arenaria in Lunigiana ha fatto sì che dell'impiego di questa pietra nel corso dei secoli si trovino molteplici attestazioni, sia nell'edilizia che in manufatti. La forte emigrazione e le trasformazioni economiche del Novecento, con il conseguente abbandono dell'attività agricola, hanno profondamente modificato il paesaggio nel quale la vegetazione spontanea ha invaso ogni ambito, cancellando i segni della presenza dell'uomo e tra gli altri anche quelli dell'estrazione della pietra.

Degne di nota sono le arenarie metamorfiche della formazione dello Pseudomacigno, coltivate nella zona meridionale delle Alpi Apuane, costituito a una alternanza di livelli di metarenarie e di metasiltiti. La porzione arenacea, denominata Pietra del Cardoso, viene estratta in banchi compatti di colore grigio chiaro fino a grigio scuro. Le metasiltiti sono caratterizzate da colore nero-grigio scuro e sono conosciute con il nome di Ardesia Apuana. Le cave sono tutte comprese nel territorio del comune di Stazzema e sono attualmente con una forza lavoro di circa 25-30 addetti e una produzione complessiva di circa 15.000-20.000 tonnellate annue.

La "Pietra del Cardoso" costituisce un materiale ornamentale di buon pregio con caratteristiche fisicomeccaniche superiori a quelle delle corrispondenti arenarie toscane non metamorfiche della tipologia della "Pietra Serena". Le ardesie delle Alpi Apuane, attualmente non coltivate, costituiscono l'equivalente metamorfico della "Lavagna" estratta da molti secoli dalla località omonima della Liguria orientale.

La Pietra di Guamo viene estratta dalle Quarziti bianco-rosa affioranti nei Monti Pisani, nei Comuni di San Giuliano, di Lucca, di Calci, di Buti e di Capannori. Molti edifici medioevali e di epoca successiva, in Pisa e Lucca, hanno la struttura portante e molti elementi architettonici realizzati con quarziti. Le cave di quarziti sono situate sul versante Nord dei Monti Pisani, tra Guamo e Pieve di Compito, da dove proviene la maggior parte della pietra utilizzata nell'area di Lucca. Si tratta della Pietra di Guamo o Pietra Bigia, quarzite di colore uniforme generalmente grigio, talvolta con tonalità rossastre."

Le arenarie di Manciano, in tale progetto, risultano censite nella Tavola 43.

4.2 Esempi di utilizzo del prodotto

Per le sue caratteristiche geotecniche, il materiale ottenuto dal taglio del litotipo "Arenarie di Manciano" si presenta adatto soprattutto ad usi ornamentali ma non solo. Viene utilizzato storicamente quale materiale da costruzione e per opere da esterni; nelle ultime decadi si è largamente diffuso il suo uso quale materiale per rivestimenti sia da esterni (Figura 4.1) che da interni. L'apprezzamento del mercato a tali pietre è dovuto alle proprietà quali le tonalità di colore e le geometrie, dovute, come si vedrà nei prossimi capitoli, alle caratteristiche geologiche del giacimento.



Figura 4.1 Esempio di utilizzo per facciate esterne: Tribunale di Firenze

I classici impieghi per pavimentazione utilizzano spessori più sottili (di solito 1,5-2cm) per gli interni (Figura 4.3) e più spessi (dai 3cm in su) per gli esterni (Figura 4.2).

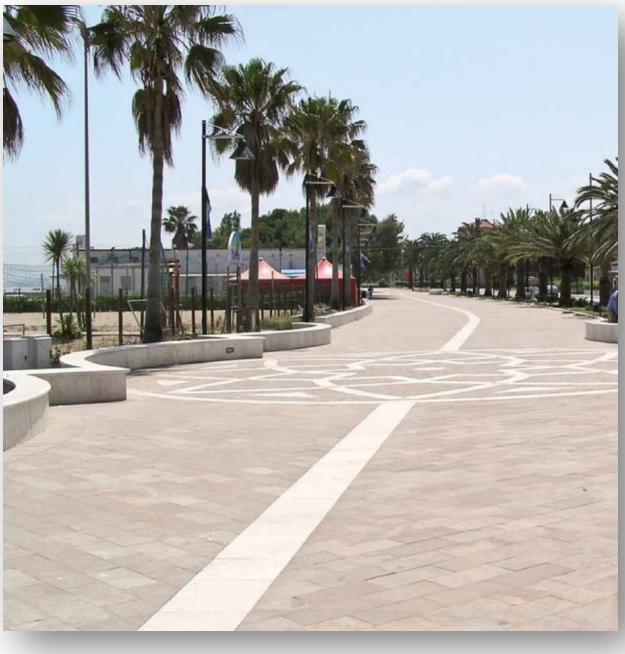


Figura 4.2 Esempio di utilizzo per pavimentazioni esterne: Lungomare di Vasto (CH)

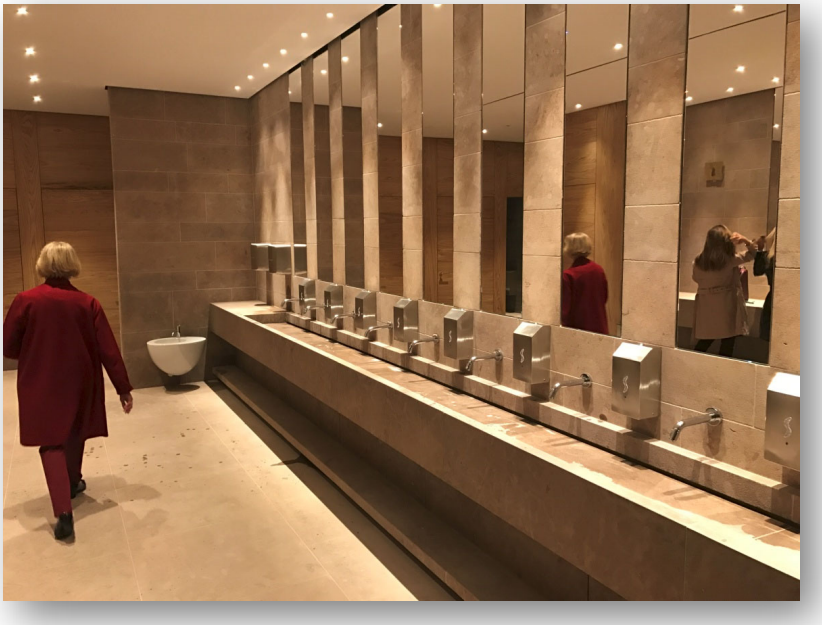


Figura 4.3 Esempio di utilizzo per interni; Centro commerciale a Settimo Torinese (TO)

Per gli interni, le pietre vengono usate sia come rivestimento verticale, sia per oggetti d'arredo (piani di cucine, lampade ecc), sia per decori (battiscopa, soglie, mensole, intarsi ecc), sia come pavimentazioni (Figura 4.4).



Figura 4.4 Esempio di utilizzo per pavimentazioni interne e decorazioni: Hotel Cristallo a Cortina d'Ampezzo (BL)

Per gli esterni, si possono realizzare pavimentazioni classiche, bollettonati, piani carrabili (con spessori di solito più importanti) oppure rivestimenti verticali. Nell'ultimo decennio oltre al classico incollaggio su parete, si realizzano facciate ventilate, tecnica per la quale il rivestimento non è attaccato alla struttura da rivestire ma è "appeso" ad una struttura metallica esterna, consentendo di raggiungere altezze più elevate e diminuendo il rischio degli "scollamenti" dovuto agli eventi atmosferici ed agli sbalzi di temperatura (Figura 4.5 e Figura 4.6). Tale tecnica inoltre consente l'efficientamento termico della struttura su cui viene applicata.

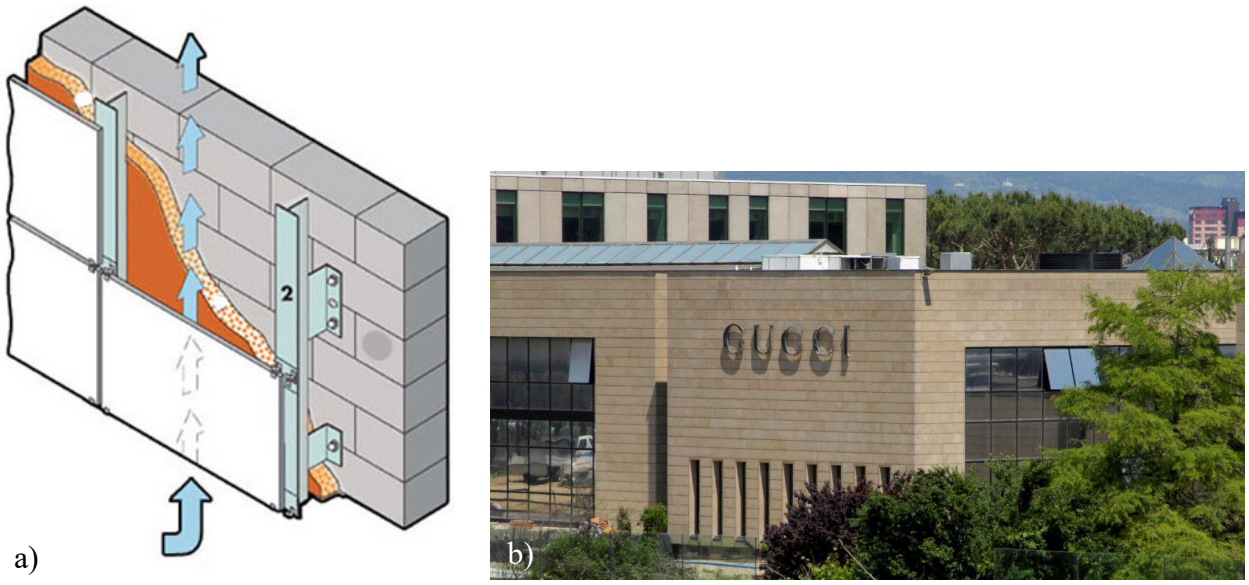


Figura 4.5 a) Schema di facciata ventilata ripreso da edilportale.it b) realizzazione per edificio Gucci - Firenze



Figura 4.6 Schema di posa in opera di Pietra Dorata® - Casinò Campione di Italia (Canova, 2001)

4.3 Caratteristiche tecniche dell'Arenaria di Manciano

Come descritto nel par. 2.3, alcuni parametri, ottenibili da analisi standardizzate, influenzano il valore commerciale delle pietre vendute. Ai soli fini di fornire un parametro di riferimento per il litotipo "Arenaria di Manciano" si forniscono i dati relativi alle analisi svolte per i materiali provenienti dalla cava di Poggio la Vecchia, ripresi dai certificati ufficiali gentilmente forniti dall'azienda.

- **Esame Petrografico (Norma Uni EN 12407/2007)**
  I risultati di tale esame si riportano al par. 9.2 per un raffronto comparativo con i risultati ottenuti dal presente studio.
- **Massa volumica apparente (Norma Uni EN 1936/2007)**
  Per la pietra Santafiora, mediamente il valore è: 2539 Kg/m^3
- **L'assorbimento di acqua e la porosità aperta (Norma Uni EN 13755/2008)**
  Per la pietra Santafiora, mediamente il valore è: 1,6%
- **Resistenza alla flessione sotto carico concentrato (Norma Uni EN 12372/2007)**
  Per la pietra Santafiora, mediamente il valore è: 15.9 MPa
- **Resistenza alla flessione sotto carico concentrato dopo cicli di gelo/disgelo (Norma Uni EN 12371/2010)**
  Per la pietra Santafiora, mediamente il valore è: 15 MPa
- **Resistenza a compressione (Norma Uni EN 1926/2007)**
  Per la pietra Santafiora, mediamente il valore è: 79 MPa
- **Resistenza all'invecchiamento (accelerato da shock termico) (Norma Uni EN 14066/2004)**
  Per la pietra Santafiora, mediamente il valore è: -0,11%
- **Resistenza allo scivolamento (Norma Uni EN 14231/2004)**
  Per la pietra Santafiora, mediamente il valore è: per il piano levigato 63 (51 bagnato) e per il piano spazzolato 69 (59 bagnato)
- **Resistenza all'Abrasione (Norma Uni EN 14157/2017)**
  Per la pietra Santafiora, mediamente il valore è: 17,7mm
- **Coefficiente di assorbimento per capillarità (Norma Uni EN 1925/1999)**
  Per la pietra Santafiora, mediamente il valore è: 0,32 C ($g/m^2 * s^{0,5}$)
- **Energia di rottura (Norma Uni EN 14158/2005)**
  Per la pietra Santafiora, mediamente il valore è: 10,9 Joule

4.4 La formazione delle arenarie di Manciano

4.4.1 Introduzione

Le "Arenarie di Manciano" sono presenti nel Catalogo delle Formazioni Geologiche Italiane dell'ISPRA- Servizio Geologico d'Italia (http://193.206.192.231/suolo/Accordo-carg/default.htm) ed è stata proposta una loro formalizzazione come "formazione", che tuttavia è ancora in fase di revisione. Ricordiamo che la Guida italiana alla classificazione e alla terminologia stratigrafica (COMMISSIONE ITALIANA DI STRATIGRAFIA, 2003), seguendo anche le indicazioni dell'International Stratigraphic Guide (Salvador, 1994), prevede che le unità litostratigrafiche formali (strato, colata, membro, formazione, gruppo) seguano precise norme per la formalizzazione. In base a quanto previsto dalla Guida italiana alla classificazione e alla terminologia stratigrafica, la formazione è descritta in modo completo da: "nome (ed eventuali sinonimie e priorità), riferimenti bibliografici della sua istituzione, area tipo, stratotipo (più eventuali sezioni di riferimento e affioramenti tipici), estensione degli affioramenti, caratteri litologici (di terreno e di laboratorio), spessore (nello stratotipo, oltre ad eventuali variazioni nell'area tipo), rapporti stratigrafici (formazione/i sottostante/i, formazione/i sovrastante/i, formazione/i eteropica/che, formazione incassante), contenuto fossilifero, attribuzione cronologica, ambiente deposizionale, dominio paleogeografico ed unità strutturale di appartenenza della formazione".

Per quanto riguarda le Arenarie di Manciano, il processo di revisione come formazione geologica è ancora in corso e molti di questi aspetti, come si può evincere dalla relativa scheda descrittiva presente nel catalogo (Allegato 3), sono ancora poco chiari o soggetti a controverse interpretazioni.

In conseguenza l'unità arenacea affiorante nell'area di Manciano viene indicata in questo studio con la terminologia informale descrittiva usata nel catalogo dell'ISPRA (Allegato 3) di: "Arenarie di Manciano" o "formazione delle Arenarie di Manciano".

Ci auguriamo che la dettagliata descrizione effettuata nel presente lavoro, delle Arenarie di Manciano, in affioramento e specialmente nei siti estrattivi investigati, possa portare un contributo consistente anche al processo di revisione e di formalizzazione di questa unità geologica.

4.4.2 Distribuzione degli affioramenti

La formazione delle Arenarie di Manciano è stata denominata come tale da Pellegrini (1967a,b), ma questa unità è nota in letteratura anche con altri nomi: "Arenaria a Scutella" (Alberti et al., 1970; Dessau, 1951; Dessau et al., 1972; Fazzini et al., 1972; Fontana, 1980a,b; Giannini, 1957; Malesani e Manetti, 1967; Martini et al., 1995; Pellegrini, 1967a,b); "Arenaria a Ostrea crassissima" (Alberti

et al., 1970; Malesani e Manetti, 1967; Signorini, 1967); "calcareniti e calcari più o meno sabbiosi" (Alberti et al., 1970).

Le Arenarie di Manciano ed i depositi in precedenza citati ad esse riferibili, poggiano in posizione trasgressiva ed in discordanza angolare su vari litotipi delle unità liguri s.l. in diverse zone dell'Appennino centro-settentrionale (Lazio settentrionale e Toscana meridionale), in numerose e discontinue aree, che ricadono nei fogli geologici in scala 1:100.000: 134 "Bracciano"; "142 "Civitavecchia"; 136 "Tuscania"; 135 "Orbetello".

Tutte queste aree complessivamente non superano i 10kmq (Figura 4.7). Gli affioramenti più estesi sono quelli ubicati a SW di Manciano, nella tavoletta IGM in scala 1:25.000 136IV SO "La Campigliola", nei rilievi che vanno da Podere Cavallino ai Ruderi del Castellaccio del Pelagone, ove sono ubicati i tre siti estrattivi investigati. Altri affioramenti tipici sono quelli di Capalbio (Tav. IGM 135IINE), Pescia Fiorentina (Tav. IGM 136IIINO), Lago Acquato-C. Lascone (Tav. IGM 136IVSO).

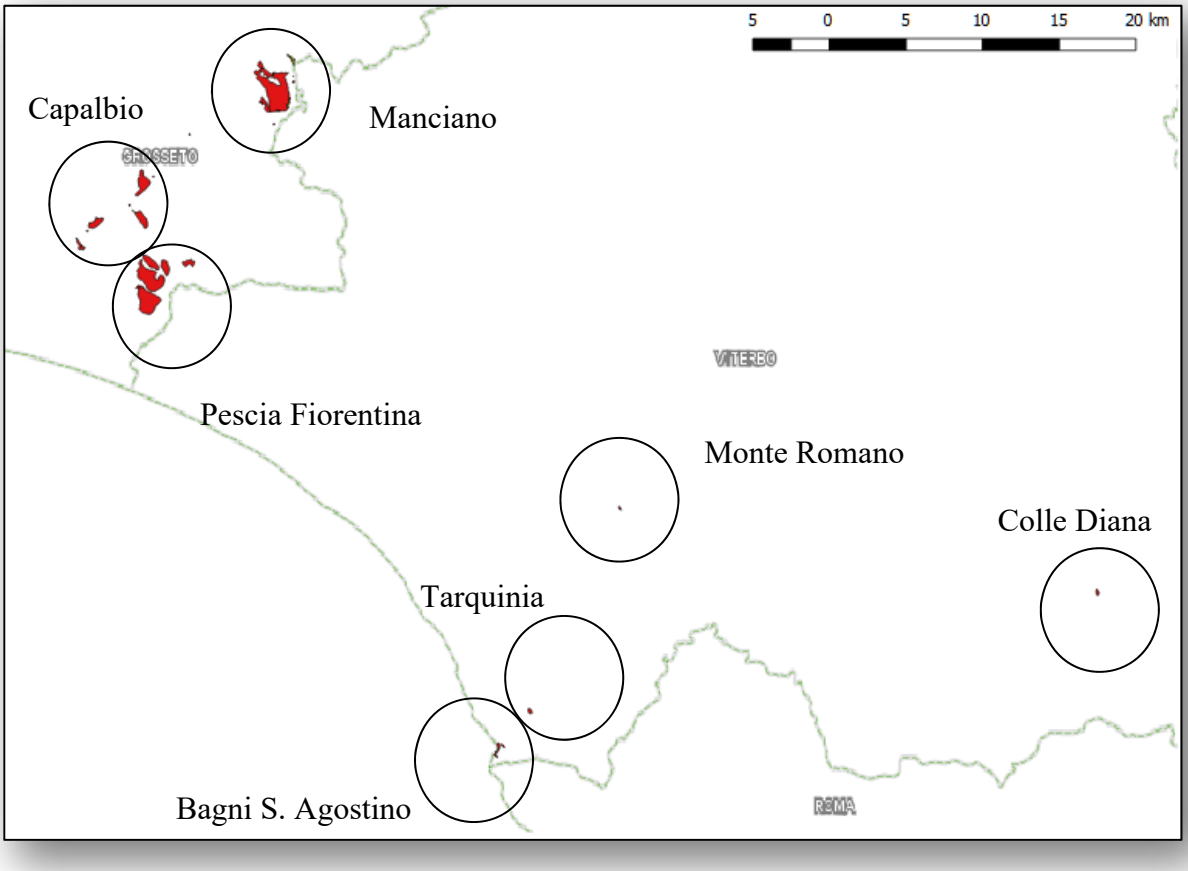


Figura 4.7 Inquadramento in scala 1:350.000 degli affioramenti di Arenaria di Manciano (in rosso). Affioramenti di: Colle Diana – Ronciglione (CD), Monte Romano (MR), Bagni S.Agostino (BSA), Tarquinia (TA), Pescia Fiorentina (PF), Capalbio (CP) e Manciano (MA)

Altri piccoli affioramenti sono stati identificati nel Lazio nella zona fra Tarquinia e Civitavecchia, in località Bagni S. Agostino (Tav. IGM 142IINO) e Colle Olivastro (Tav. IGM 142ISO); lungo il corso del Fiume Marta in località Piano di S. Croce (Tav. IGM 142INE) e presso Sutri in località Colle Diana (Tav. IGM 143 INO) che rappresenta anche l'affioramento più orientale delle Arenarie di Manciano. Alcuni autori (Barbieri et al., 2003; Chiocchini, 1998; Cornamusini e Pascucci, 2000; Fontana, 1980a,b), hanno evidenziato, anche sulla base di studi petrografici, che le arenarie affioranti nelle suddette aree mostrano una composizione abbastanza omogenea, pertanto possono essere tutti riferiti alla formazione delle Arenarie di Manciano.

4.4.3 Studi precedenti

Dessau et al., (1950), descrivono per la prima volta queste arenarie presenti a SW di Manciano rinvenendo parte dell'affioramento ad oggi conosciuto come principale. Segnalano la sua peculiarità e la abbondante presenza di Scutelle. Due esemplari, estratti e conservati presso le collezioni dell'Istituto Geologico di Firenze, vennero identificate come *Scutella striatula* M. de Serres e su questa base, questa formazione venne attribuita al Langhiano.

Questi Autori inoltre segnalano la presenza di un conglomerato basale con clasti provenienti in gran parte dalle unità liguri, grosse Ostree e frammenti di *Clypeaster*. Sulla base delle evidenze di terreno ed in particolare del passaggio al margine sud di questo affioramento sulle sottostanti liguridi suggeriscono che questa formazione possa essere una sorta di "zatterone parautoctono" poggiante sulle liguridi, parzialmente dislocato e traslato durante la sua traslazione con esse.

Dessau, (1951) torna ad occuparsi della zona di Manciano nell'ambito di uno studio sui depositi minerari a cui allega una carta geologica in scala 1:25.000 che tuttavia lambisce solo marginalmente la parte meridionale dell'affioramento delle Arenarie di Manciano nella zona del Castellaccio del Pelagone, evidenziando la presenza di un contatto tettonico fortemente immergente verso Sud (75°), di dubbia interpretazione, che pone a contatto le "Arenarie a Scutella" con le adiacenti unità Mio-Plioceniche (Figura 4.8).

Signorini, (1954) descrive nelle vicinanze di Capalbio un affioramento di "Arenarie ad Ostrea Crassissima" riferibile al Miocene medio-superiore, che secondo tale autore presenta alcune analogie con le Arenarie di Manciano del Pelagone, nonostante la diversa età.

Giannini, (1957) studia i macrofossili presenti nell'Arenaria di Manciano raccolti nell'affioramento lungo il taglio stradale, allora fresco, che da Manciano conduce verso Ponte S. Pietro subito a Nord del Castellaccio del Pelagone e lungo il Torrente del Pelagone. Questi esemplari sono costituiti da numerose scutelle, qualche *Amphiope* e qualche *Ostrea* del gruppo *gingensis – crassissima*.

Sempre Giannini, (1957) sulla base delle analisi di otto generi di macrofossili, di cui solo cinque classificati con sicurezza, conferma l'attribuzione delle Arenarie di Manciano al Langhiano superiore (Burdigaliano).

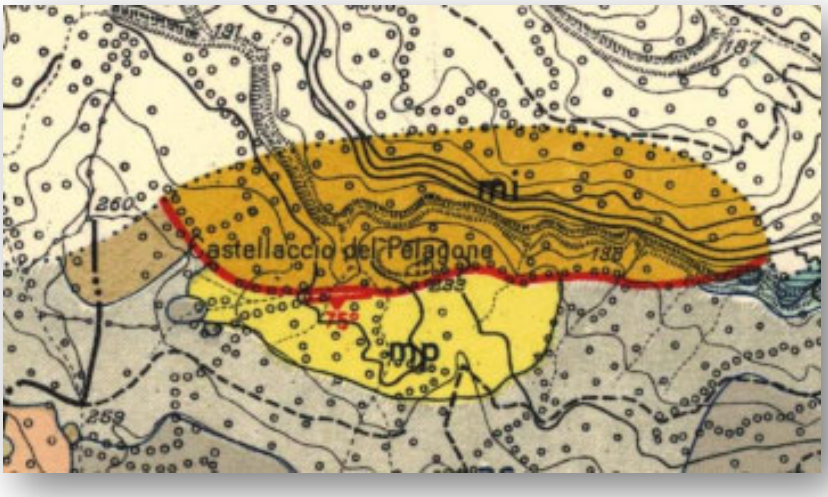


Figura 4.8 Stralcio della Carta Geologico-Mineraria di una parte del Comune di Manciano in scala 1:25.000 – (Dessau et al., 1950)

Losacco, (1958) segnala la presenza di un piccolo "lembo arenaceo-conglomeratico di identico aspetto ma non fossilifero, a O di Manciano, fra la strada carrozzabile per Albinia e C. Quercialta nella zona di Poggio Sugherello

Losacco, (1960) rileva che le "Arenarie a Scutella" sono le più antiche della serie neoautoctona Toscana e segnala, oltre all'affioramento principale di Poggio Sanopia e del Castellaccio del Pelagone, anche la presenza di un altro lembo di arenarie grossolane e di conglomerati con lenti arenacee che affiora 4-5 Km. a OSO di Manciano, nella zona di poggio Sugherello e Quercialta.

Malesani e Manetti, (1967) conducono un dettagliato studio di carattere petrografico sulle arenarie delle formazioni Mioceniche della Toscana e della Romagna per determinarne la provenienza del materiale clastico. In base a questo studio l'Arenaria a Scutella e l'Arenaria a *Ostrea crassissima* sono molto ricche in carbonato di Calcio e contengono clasti di quarzo eruttivo e metamorfico; feldspato potassico e plagioclasi, con prevalenza del primo e frammenti di rocce effusive acide. 'L'Arenaria a *Ostrea crassissima*, contiene più frammenti di rocce sedimentarie e di intraclasti e qualche frammento di serpentinite, mentre l'Arenaria a Scutella è caratterizzate dalla mancanza di frammenti di rocce verdi, dalla grande abbondanza di carbonati spatizzati, e dalla presenza di qualche frammento effusivo andesitico. Questo Autore inoltre segnala la neoformazione di sericite al contatto fra quarzo e calcite, indice, insieme alla presenza di feldspati autigeni, della circolazione di soluzioni alcaline durante la diagenesi.

Pellegrini, (1967a,b) ritiene che l'uniformità di caratteri tra rocce neritico-litorali presenti in una zona piuttosto circoscritta (Manciano, Capalbio, Tarquinia) e la netta differenza litologica delle altre arenarie neogeniche, quali ad esempio quelle di Perolla (Tongiorgi, 1963) e altre mioceniche e mio-plioceniche della Valle dell' Albegna (Dessau e De Stefanis, 1969; Pellegrini, 1967a), fanno pensare a lembi isolati, residui di una più estesa formazione che, riferita presso Manciano al Burdigaliano da Giannini, (1957) per la presenza di *Scutella striatula* DE SERRES , rappresenta la prima testimonianza di una trasgressione marina, durante la fase di messa in posto delle coltri alloctone nell'Appennino.

Alberti et al., (1970) nei fogli 136 e 142 della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 non attribuiscono alle Arenarie di Manciano gli affioramenti di arenarie del Miocene medio presenti in questi fogli.

Fazzini et al., (1972) ritengono al contrario che le analogie tra le arenarie mioceniche affioranti in questi fogli siano tali da poterle attribuire il significato di un'unica formazione (Arenarie di Manciano) facente parte di un gruppo di formazioni che, per quanto non esattamente coeve, appartengono, come l'arenaria di Ponsano (Bartolini, 1966; Giannini e Tongiorgi, 1959), a un medesimo ciclo sedimentario miocenico. Questi stessi Autori attribuiscono l'Arenaria di Manciano al Semiautoctono toscano.

Fontana, (1980a,b) esegue un dettagliato studio petrografico su numerosi affioramenti di Arenarie di Manciano (Figura 4.9), sottolinea il fatto che presentano caratteristiche comuni: l'arenaria è stratificata in banchi, non si osservano variazioni litologiche e granulometriche significative (areniti da fini a grossolane), presentano alternanze di livelli in cui le strutture sedimentarie sono ben visibili (laminazione incrociata concava e tabulare a grande scala e ad alto angolo) con livelli fortemente bioturbati tanto che non sono più riconoscibili strutture primarie. Sulla base delle analisi effettuate l'Autore ritiene che tutti gli affioramenti mostrino una certa uniformità composizionale: arcose e arcose litiche caratterizzate da apporti da rocce granitiche, microgranitiche e filoniane, nonché da vulcaniti di composizione riolitico-andesitica (probabilmente collegate al vulcanismo alcalicalcico che nell'Oligo-Miocene ha interessato l'area tirrenica. In subordine, nella composizione sono presenti frammenti di rocce sedimentarie quali siltiti, argilliti, arenarie e calcari riconducibili almeno in parte ai complessi alloctoni liguri, (come testimonia la presenza nella frazione detritica di calcari a Calpionelle). In base alla analisi delle strutture sedimentarie presenti, delle caratteristiche tessiturali e del tipo di associazione faunistica (frammenti di Molluschi, Echinodermi, Briozoi, Corallinacee, Balanus e Foraminiferi) presenti in queste arenarie, Fontana, (1980a,b) ritiene che la deposizione sia avvenuta in un ambiente ad alta energia, probabilmente in una spiaggia sommersa con un sistema di

barre migranti separate da zone a minore energia (i solchi fra una barra e l'altra) al di fuori della portata del normale moto ondoso e fortemente bioturbate. L'autore segnala inoltre la presenza di livelli continui e regolari di ostree rotte e forate da litodomi all'interno delle arenarie fini bioturbate riconducibili probabilmente all'azione di onde di tempesta.

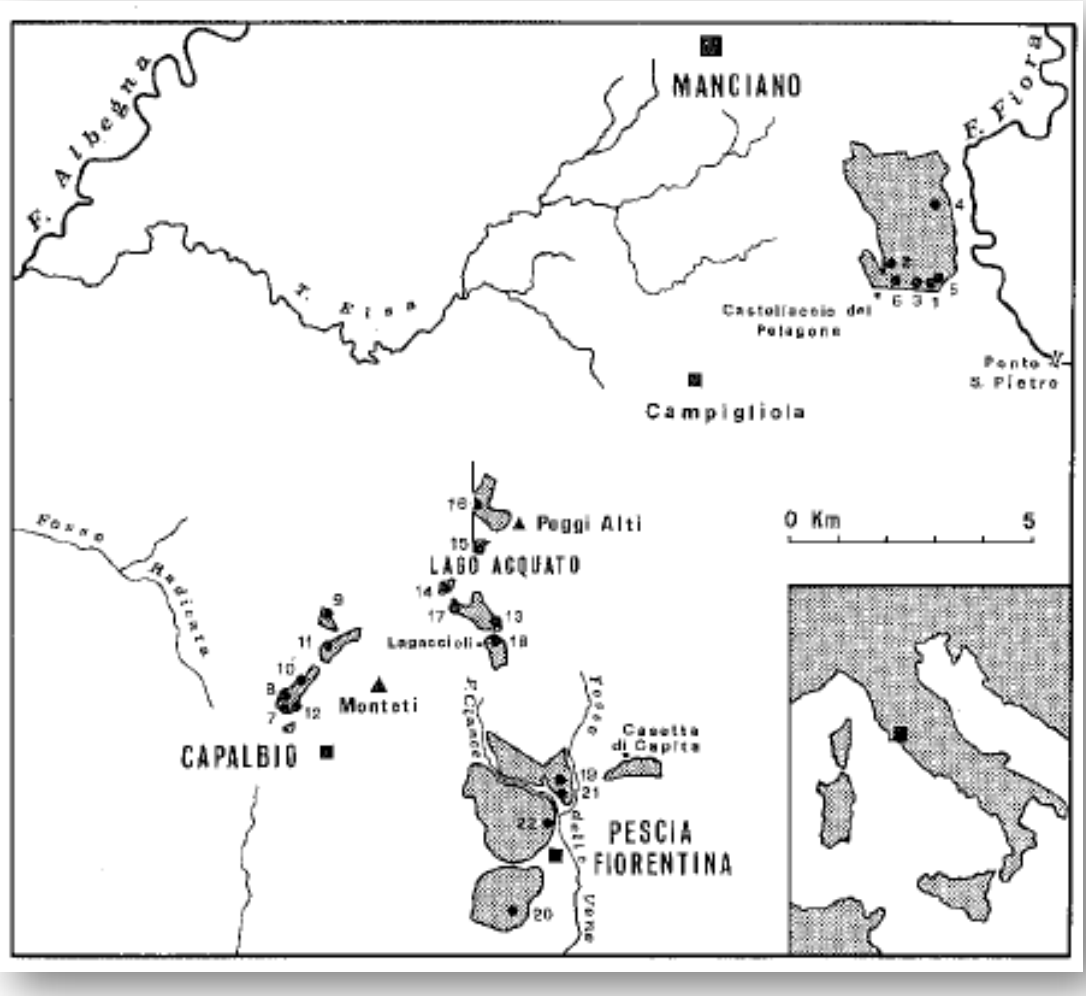


Figura 4.9 Localizzazione degli affioramenti studiati da Fontana, (1980b)*) ed ubicazione dei campioni utilizzati per le analisi petrografiche.*

Lo stesso autore ipotizza infine che tutti gli affioramenti esaminati facciano parte di un'unica formazione "le Arenarie di Manciano" di tipo semialloctono, ovvero che si sono deposte in un unico bacino posto in posizione più interna rispetto all'attuale, su un substrato costituito dai complessi liguri già accavallati e che sia stato poi successivamente smembrato prima della loro definitiva messa in posto.

Bettelli, (1985) evidenzia l'importanza delle Arenarie di Manciano nel contesto paleoambientale, ne ipotizza una età Miocene superiore-Pliocene inferiore e un ambiente di deposizione continentale in ambiente fluviale, probabilmente una conoide alluvionale.

Martini et al., (1995) eseguono un dettagliato studio sugli affioramenti esposti lungo i fronti estrattivi della cave di Poggio la Vecchia e Gamberaio (Pietra Dorata), fornendo una descrizione sia delle principali facies sedimentarie (Figura 4.10) sia delle numerose icnofacies prodotte dalla bioturbazione studiata in dettaglio da G. Pemberton (Pemberton e Frey, 2014). Questi Autori attribuiscono le Arenarie di Manciano, in accordo con Fontana, (1980a,b), ad un ambiente marino di spiaggia sommersa con barre/dune migranti ad alta energia Figura 4.11. Secondo Martini et al., (1995), questo ambiente, controllato essenzialmente dal moto ondoso, doveva essere aperto verso un vasto oceano in grado di generare forti correnti e probabilmente presentava influenze di correnti tidali.

Sandstones

Sc: Conglomeratic sandstone is characterized by small pebbles and granules scattered within very coarse to coarse sand. The composition of the pebbles includes carbonates, marlstones and other lithologies in minor quantities, all from the underlying bedrock. Poor to moderately well sorted, thin conglomeratic sandstone generally occurs in cuts and fills (mostly related to three-dimensional dunes) with pebbles concentrated at the base. In most cases, a considerable amount of finely comminuted oyster-shell material and, more rarely, echinoid fragments are present. This facies occurs throughout the exposure, with a slightly lower frequency toward the top.

St: Trough cross-bedded sandstone is the most common facies in the quarry (Fig. 5B). It is composed of fairly well sorted coarse to very coarse sand. The troughs have an average thickness of 20–30 cm; a few show flasers composed of greenish gray slightly finer sand-rich in heavy minerals.

Sp: Planar cross-bedded sandstone. This has a similar lithology of St facies. The cross-beds vary from small ones, on the order of 20–30 cm, to accretionary surfaces generally of bars, 1.5 m to 2 m high (Fig. 5C). Locally, reactivation surfaces occur along foresets, marked by fine, heavy-mineral-rich, discontinuous laminae. Shallow subaqueous palaeoslopes on the flank of a bar led to slumping, characteristically showing small-scale normal faults in the upslope side and thrusts in the downslope side (Fig. 5D).

Sh: Plane-bedded medium to fine sandstone. The laminations are marked by good to fairly good separation of dark heavy minerals. Two main occurrences exist, one toward the base and one toward the top of the exposure.

Sm: Medium light gray massive sandstone to laminated fairly well sorted, well washed sandstone. Some layers are continuous along the entire exposure, in part disrupted by loading into underlying bioturbated beds. Others lens out, and/or have been disrupted by loading and bioturbation. They represent rapidly deposited storm deposits.

Sb: Heavily bioturbated sandstone. The sandstone is medium dark grayish red in colour, indicating a significant amount of original organic matter. Generally, the sandstone is similar to that of previous facies, albeit slightly finer (medium sand). Locally, remnant cross-beds and, more rarely, plane stratifications can still be recognized, in most other places the original structures are completely obliterated.

Oyster beds

O: Oyster beds. Except in rare cases, the oysters are disarticulated, broken and reworked into sandy and pebbly facies. In its typical occurrence, however, large disarticulated but preserved shells form a thin layer (layer K) which records a community implanted on a partially indurated surface of a highly bioturbated, relatively organic-rich, sandy horizon (Fig. 6).

Figura 4.10 Principali facies sedimentarie individuate da Martini et al., (1995) *negli affioramenti delle cave di Poggio la Vecchia e Gamberaio*

Il fatto che le correnti marine potessero essere localmente rinforzate da correnti tidali comproverebbe l'apertura del mare appenninico Miocenico sia nei confronti dell'Atlantico ad Ovest che rispetto allo stretto braccio di mare che lo separava dalla Tetide verso Est.

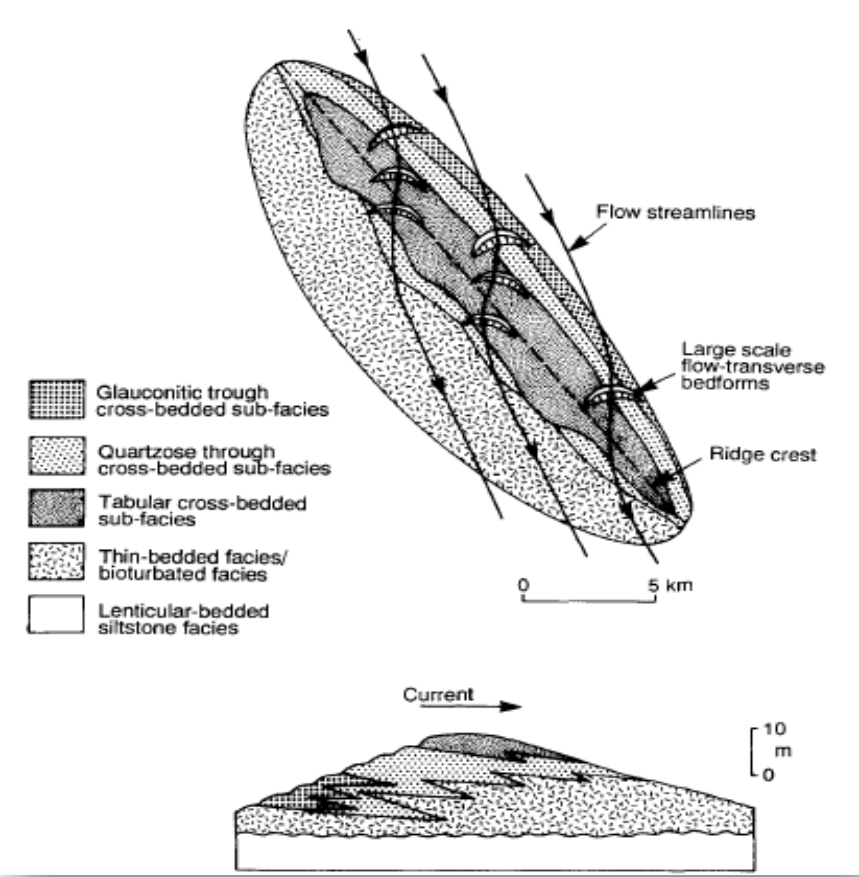


Figura 4.11 Modello proposto da Martini et al., (1995)*, ripreso da* Gaynor e Swift, (1988)*, per spiegare il meccanismo di migrazione delle barre. In alto vista planare, in basso sezione schematica di una barra con la relativa distribuzione delle facies*

Martini et al., (1995) ritengono che le Arenarie di Manciano facciano parte del sistema Epiligure e di fatto siano confrontabili, se non addirittura correlabili, con i depositi epiliguri s.s. posizionati nel settore nordorientale della Toscana ed in Romagna, quali le serie di Bismantova e del Termina.

Chiocchini, (1998) segnala la presenza di due nuovi piccoli affioramenti di Arenarie di Manciano (i più meridionali tra tutti quelli conosciuti), rinvenuti durante dei lavori di scavo di fondazioni, in località Colle Diana, sulle pendici meridionali dell'apparato vulcanico dei Monti Cimini, tra gli abitati di Capranica e di Sutri. Il primo si trova a quota 370 m s.l.m.); il secondo a quota 363 m s.l.m., trecento metri circa a OvestSud Ovest del primo. Tali arenarie, risultano sovrapposte con contatto inconforme sulla Formazione della Tolfa del Cretaceo superiore-Eocene (Unità Liguri Esterne: Abbate e Sagri, 1970; Alberti et al., 1970; Civitelli e Corda, 1993; Fazzini et al., 1972). Secondo tale Autore i caratteri sedimentologici ed i fossili rinvenuti, sono indicativi di un ambiente marino di acque basse, probabilmente di battigia e di spiaggia sommersa. Anche in questo caso, tuttavia, il contenuto

paleontologico non consente di definirne l'età di tali sedimenti. L'attribuzione di questo affioramento alle Arenarie di Manciano è avvenuta quindi attraverso l'analisi dei dati mineralogico-petrografici, paleontologici e sedimentologici, nonché considerando i rapporti stratigrafici con le formazioni del substrato.

Barbieri et al., (2003), tornano sul controverso problema della età delle Arenarie di Manciano, basata ancora attualmente solo sullo studio delle poche macrofaune studiate da Giannini, (1957) e mai confermata, a causa della assenza di microfaune o di nannoplancton utile ai fini biostratigrafici. In questo studio vengono quindi utilizzati i valori del rapporto $^{87}Sr/^{86}Sr$ (Hodell et al., 1991) determinati su conchiglie di lamellibranchi (ostree e pettinidi) per analizzare campioni prelevati negli affioramenti in località Colle Diana, Pescia Fiorentina, Monteti, Casa Lascone e Manciano. I risultati delle determinazioni analitiche effettuate sui campioni in esame sono risultati estremamente omogenei ed in media pari a 0,708904 ± 0,000015. Tuttavia, essi forniscono solo una obiettiva indicazione del rapporto $^{87}Sr/^{86}Sr$ esistente nelle acque marine e, come si vedrà meglio al par9.4, occorre tener conto anche di possibili diluizioni o contaminazioni che potrebbero avere alterato questo rapporto. Comunque, riportando questi dati nella curva di variazione del rapporto isotopico dello stronzio descritta da Hodell et al., (1991) per l'acqua di mare del Neogene, questi Autori propongono per le Arenarie di Manciano un'età compresa tra 5,77 e 5,47 Ma, corrispondente al Messiniano superiore. Tuttavia, va osservato che con la pubblicazione della Carta Geologica della Toscana in scala 1:10.000 (Regione Toscana, 2007) ed in (Carmignani et al., 2013) sono emersi dei vincoli stratigrafici che limiterebbero l'età delle Arenarie di Manciano ad un intervallo compreso tra la messa in posto delle sottostanti unità liguri (complesso alloctono) e la deposizione delle sovrastanti unità neoautoctone del Turoliano; inoltre il valore isotopico di Barbieri et al., (2003) non risulta in contrasto per una datazione più antica come riportato nei risultati (simili) ottenuti dalle nuove analisi svolte nel presente studio (Par. 9.4).

Oltre alla sintetica rassegna di studi specifici presentata in precedenza, occorre tener conto che le Arenarie di Manciano sono presenti in innumerevoli studi di carattere stratigrafico e strutturale che trattano del controverso contesto delle unità Epiliguri. Infatti, come verrà precisato meglio nel relativo paragrafo (cfr 9.5), vi sono interpretazioni contrastanti se queste unità debbano o meno essere considerate autoctone. Ad esempio Pellegrini, (1967a,b), Baldacci et al., (1967), Fontana, (1980a,b), Martini et al., (1995), ed altri, consideravano queste unità come semialloctone mentre altri Autori (Carmignani et al., 1994; Elter e Sandrelli, 1995) le hanno interpretate come autoctone e (Cornamusini et al., 2011) hanno precisato che si tratterebbe della porzione basale della serie

neoautoctona. Gli studi che trattano in modo specifico le Areanarie di Manciano sono comunque abbastanza limitati.

Nello Structural Model of Italy («Consiglio Nazionale delle ricerche - Progetto finalizzato Geodinamica», 1992) le Arenarie di Manciano, insieme alle altre unità epiliguri, sono state attribuite al "Gruppo di Bismantova" genericamente definiti come "*Depositi clastici che giacciono con un contatto inconforme sulle unità liguri successive alla tettonica Burdigaliana*". Tuttavia anche se vi sono molti studi di carattere stratigrafico e strutturale che trattano del controverso contesto delle unità epiliguri torbiditiche sviluppate nei settore di avanfossa o nei relativi bacini satellite, solo pochi trattano dei depositi epiliguri deposti in settori costieri ,come le Arenarie di Manciano, o in aree di piattaforma con acque relativamente basse (Dessau, 1951; Fontana, 1980a; Giannini e Tongiorgi, 1959; Malesani e Manetti, 1967; Martini et al., 1995; Pasini e Sandrelli, 1977; M. Pellegrini, 1967a,b; Signorini, 1954).

Nella carta geologica della Toscana in scala (1:10.000) e nella derivata carta geologica della Toscana a scala 1:250.000 (Carmignani et al., 2013) le Arenarie di Manciano sono state accorpate insieme alle più recenti e settentrionali Arenarie di Ponsano e a quelle della formazione del Marchese; nella carta geologica della Toscana 1:300.000 (Carmignani et al., 2013) le Arenarie di Manciano sono cartografate insieme con quelle di Ponsano, mantenendo la distinzione tra le relative età (Burdigaliano - Serravalliano inferiore per l'Arenaria di Manciano e Serravalliano sup.-Tortoniano inf. per l'Arenaria di Ponsano) e attribuite alla serie neoautoctona; la Formazione di Marina del Marchese dell'Isola di Pianosa viene invece attribuita al Burdigaliano sup. ed è cartografata a parte. Tutte queste formazioni inoltre sono state inserite tra le unità "Epiliguri tirreniche", infatti secondo (Carmignani et al., 2013) si definiscono così perchè poggianti sulle Liguridi, ma senza attribuirgli il significato geodinamico-tettonico di depositi di thrust-top, ma anzi viene ribadito che si tratta di depositi neoautoctoni, che accompagnerebbero le prime fasi di rifting, ovvero rappresenterebbero i depositi all'interno delle depressioni morfo-strutturali generate dalle LANF della serie ridotta (Bonciani et al., 2005; Brogi et al., 2005).

4.5 Contesto strutturale – Unità tettoniche e domini paleogeografici

4.5.1 Introduzione

Nel seguito cercheremo di descrivere il complesso contesto strutturale e paleogeografico in cui si inseriscono le Arenarie di Manciano. Questo tentativo di sintesi ben lungi dal voler essere completo, vuole semplicemente introdurre i termini generali del problema e si basa sui principali punti di convergenza dei numerosi Autori che negli ultimi anni si sono occupati dell'Appennino centro-

settentrionale. Occorre tuttavia tener presente che tali convergenze terminano quando si vanno ad affrontare i dettagli delle ricostruzioni paleogeografiche, come anche quelli della cinematica e della cronologia delle varie fasi deformative che hanno determinato l'attuale assetto del settore del margine tirrenico in cui esse affiorano.

Ad esempio, tra gli anni 70 e gli anni 80 diversi Autori (Boccaletti et al., 1971; Elter e Pertusati, 1973; Gelati e Pasquarè, 1970; Haccard et al., 1972) presentano dei modelli che, a parte qualche piccola differenza, concordano nell'indicare una prima fase alpina, databile ad un periodo compreso tra l'Albiano e l'Eocene, legata a un piano di subduzione immergente verso Est.

Successivamente Boccaletti et al., (1980), propongono un modello dell'evoluzione tettonica dell'Appennino Settentrionale in cui vengono distinti nell'area oceanica un Bacino piemontese ad Ovest (di pertinenza prevalentemente alpina) ed un Bacino ligure ad Est (di pertinenza prevalentemente appenninica). A partire dal Cretaceo inferiore e fino al Cretaceo superiore questi Autori ipotizzano una prima fase in cui la subduzione avverrebbe secondo un piano immergente verso Est, con subduzione e metamorfismo di alta pressione e bassa temperatura della crosta oceanica piemontese con la sua copertura sedimentaria. In una seconda fase, che dovrebbe iniziare nel Cretaceo superiore e terminare nell'Eocene medio il movimento di subduzione dovrebbe riprendere la sua attività, ma questa volta con un piano immergente verso Ovest. Sempre secondo questi Autori, la litosfera oceanica del bacino dell'area ligure scorrerebbe sotto il margine sardo-corso, ma la copertura sedimentaria con parte del suo substrato ofiolitico, non verrebbe coinvolta nella subduzione ma obdotta, portando alla definitiva chiusura della residua area oceanica ed avviando un cosiddetto "stadio ensialico" che, attraverso un periodo di tettogenesi molto lungo e articolato in più fasi, dovrebbe portare all'attuale strutturazione dell'edificio appenninico.

Tra gli anni 80 e gli anni 90, altri autori (Abbate et al., 1980; Principi e Treves, 1984; Treves, 1984), propongono un modello in cui lo sviluppo dell'edificio appenninico è inquadrato nell'evoluzione di un prisma di accrezione sulla base delle corrispondenze tra le strutture rilevate nelle catene orogeniche e le strutture presenti nei prismi di accrezione dei margini convergenti attuali (Cloos, 1982; Cowan e Silling, 1978; Dickinson e Seely, 1979; Karig e Sharman, 1975; Pavlis e Brhun, 1983). Secondo questo modello l'impilamento delle falde si sarebbe prodotto per successivi sottoscorrimenti delle unità più esterne e più giovani al di sotto di quelle più interne e più vecchie durante l'accrezione tettonica, mentre il senso della subduzione sarebbe rimasto costante verso Ovest durante tutto il processo.

Dopo gli anni 90 sono numerosissimi gli Autori che hanno fornito interpretazioni o sintesi molto diverse o addirittura contrastanti tra loro (Aldinucci et al., 2007b; Argnani, 2009; Benvenuti e Degli innocenti, 2001; Bernini et al., 1990; Boccaletti et al., 1997, 1995; Boccaletti e Sani, 1998; Bonciani et al., 2005; Bonini e Moratti, 1995; Bonini e Sani, 2002; Bossio et al., 1998, 1997, 1996, 1994, 1993, 1991, 2000, Brogi, 2008, 2004; Brogi e Liotta, 2008; Carmignani et al., 2004, 2001; Cerrina Feroni et al., 2004; Cipollari et al., 1999; Cornamusini et al., 2002, 2011; Cornamusini e Pascucci, 2014; Decandia et al., 1998; Finetti et al., 2001; Jolivet et al., 1998a; Martini e Sagri, 1994, 1993; Molli, 2008; Pascucci et al., 2001, 1999; Riforgiato et al., 2005; Rossetti et al., 2002; Sani et al., 2009, 1998).(Bonciani et al., 2005)(Cornamusini et al., 2011, 2002) Tutti questi studi, pur presentando nuovi dati ed interpretazioni che a carattere locale vanno a dettagliare il quadro complessivo, lasciano sostanzialmente aperte ancora molte problematiche. Controverse risultano anche le interpretazioni dei profili sismici, le interazioni con la crosta profonda e persino la posizione della zona di subduzione (nonostante la pubblicazione dei risultati progetto CROP e la notevole mole di dati ormai disponibili con il Progetto VIDEPI sui risultanti dalle perforazioni profonde e dalle ricerche geotermiche e petrolifere).

4.5.2 I principali domini paleogeografici

La struttura del settore centro settentrionale dell'Appennino è quella di una catena costituita dalla sovrapposizione di distinte unità o falde tettoniche (fold-thrust belt). Per designare le aree dove le originarie successioni sedimentarie che compongono queste unità si sono depositate, prima di essere accavallate e traslate durante il processo orogenetico, è di uso comune il termine "dominio" (ampiamente usato in geologia per indicare un generico ambito paleogeografico, strutturale o tettonico).

Nel settore appeninico in esame, le principali unità tettoniche sono, procedendo dal basso verso l'alto: **basamento metamorfico**, quella attribuibile al **Dominio Toscano**, quella attribuibile al **Dominio ligure,** quella attribuibile al **Dominio sub-ligure**. Su queste unità che costituiscono "l'ossatura" di questo segmento di catena, si sono depositate nella fase sin e post orogenetica rispettivamente le unità dei domini **Epiligure** e **Neoautoctono**. Sono inoltre presenti rocce ignee appartenenti al **Complesso Magmatico Neogenico.** Per comprendere la distribuzione di queste unità tettoniche nei rispettivi domini paleogeografici occorre fare riferimento alla situazione dell'area in cui si sarebbero sviluppate le catene alpine ed appenniniche durante il Mesozoico ed il Cenozoico (Figura 4.12).



Figura 4.12 Schemi paleogeografici dell'area mediterranea occidentale: a) Giurassico medio-superiore, b) Cretaceo inferiore, c) Eocene Medio, d) Eocene superiore Oligocene, e) Miocene superiore -Tortoniano, e) presente, (da Stampfli et al., 2001).

Durante il Mesozoico (Figura 4.12 a,b) tra l'Europa e la microplacca adriatica (Adria o Apulia), si insinuava un ramo dell'oceano Tetide (**Tetide Alpina – oceano Ligure-Piemontese)**, ad occidente era in corso l'apertura dell'Atlantico centrale, ad est la placca Apula era limitata dell'oceano Vardar**,** mentre a sud-- est si apriva l'ampio golfo della Neotetide.

Nella Figura 4.13 è stato evidenziato con il riquadro rosso, il settore in cui da cui si svilupperanno le future successioni del nostro appennino centro-settentrionale, mentre nella Figura 4.14, viene proposta una schematica ricostruzione dei domini presenti lungo la sezione AA' della Figura 4.13. Questi domini vengono indicati in funzione della loro vicinanza (**interni**) o lontananza (**esterni**), rispetto al margine continentale europeo.

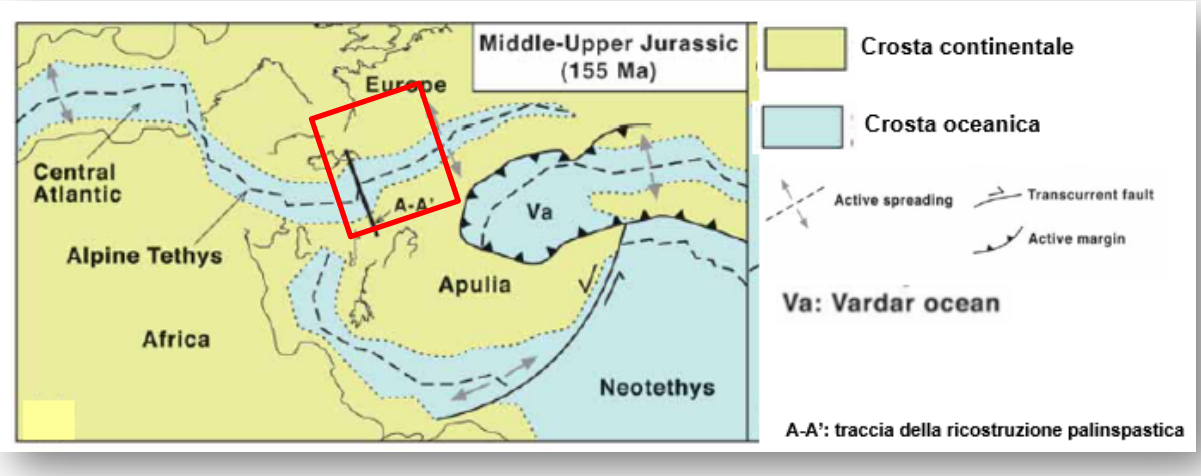


Figura 4.13 Dettaglio della Figura 4.12 - Ricostruzione paleogeografica dell'area mediterranea nel Giurassico superiore – da Stampfli et al., (2001), mod. da Carmignani et al., (2013)

Analogamente le corrispondenti unità tettoniche sono definite in base alla direzione del loro trasporto tettonico verso l'avampaese adriatico (unità estene) o in senso opposto (unità interne). A partire dal margine Europeo si possono individuare: le unità depositate su crosta oceanica del **dominio ligure interno** ed **esterno**; **il dominio subligure** di transizione ed i domini su crosta continentale (**dominio toscano; umbro e laziale-abruzzese**).

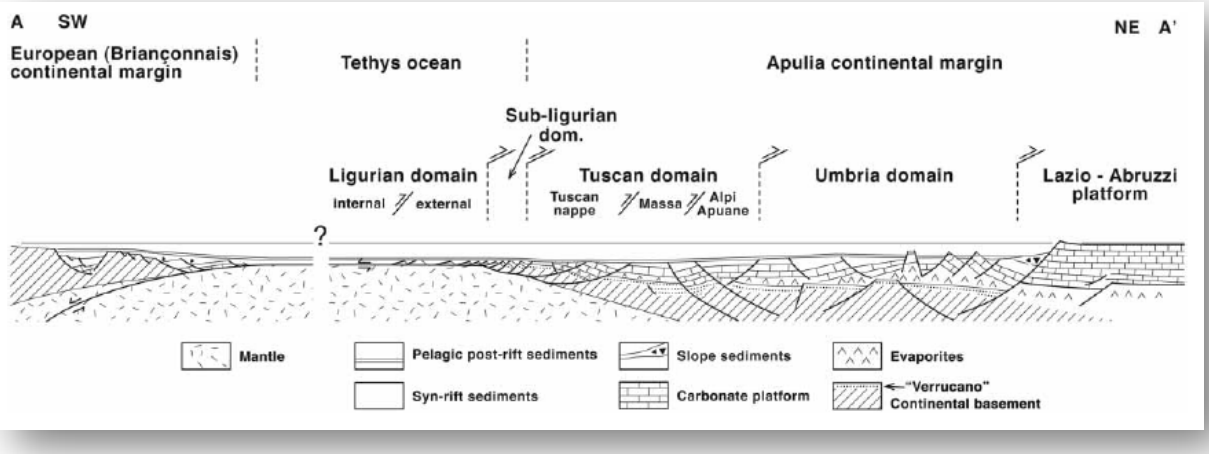


Figura 4.14 Localizzazione dei principali domini lungo la traccia AA' (da Carmignani et al., 2013)

Le successioni riferibili al **dominio ligure**, costituiscono i resti dell'antico fondo oceanico (**Tetide Alpina** o **Oceano ligure-Piemontese**), con rocce mafiche ed ultramafiche (serpentiniti, gabbri e basalti) ricoperti da sedimenti oceanici di ambiente profondo, che testimoniano la nascita e lo sviluppo dei domini oceanici e dei corrispondenti domini su crosta continentale tra il Giurassico ed il Cretaceo superiore e la loro successiva evoluzione nell'ambito di un margine compressivo tra il

Cretaceo superiore e l'Eocene (Figura 4.12c) fino alla collisione e completa chiusura dei due margini continentali nell'Eocene superiore (Figura 4.12d)**.**

Il dominio ligure si può suddividere in **dominio ligure interno** (le cui unità tettoniche sono strutturalmente più alte) e **dominio ligure esterno,** (le cui unità tettoniche sono strutturalmente inferiori). Secondo Decandia ed Elter (1972) ed Elter (1973) questi due domini sono separati dalle ofioliti della **"ruga" del Bracco,** interpretate come una dorsale strutturale intraoceanica legata a processi compressivi (sistema incipiente di thrusts). Le unità stratigrafiche attribuite al dominio ligure interno (Elba, Antola, Novella, M. Venere, Gottero, Bordighera, San Remo, ecc. - Figura 4.15) e rappresentano la copertura sedimentaria di unità tettoniche comprensive delle ofioliti giurassiche e della successione carbonatico-pelitica-silicea giurassico superiore-cretacico inferiore attualmente sono presenti immediatamente ad Est del blocco sardo-corso (Supergruppo della Val di Vara). Questa successione è caratterizzata inizialmente dai **complessi basali** che fanno parte delle liguridi esterne, e si trovano al di sotto o talvolta intercalati (Complesso di Casanova) ai flysch ad elmintoidi cretacei (o meglio campaniani-maastrichtiani)**,** caratterizzati da una sedimentazione con scarsi apporti continentali da Ovest, ove si aveva il margine europeo in parte emerso. Questi apporti successivamente divengono torbiditici anche grossolani (flysch cretacei) e si esauriscono tra la fine del Cretaceo e l'inizio del Terziario, nel momento in cui il dominio viene interessato da intensi movimenti orogenici (**fasi liguri**). I flysch cretacei (Argille di Lavagna, Arenarie del Gottero e complesso argilloso di Colli-Tavarone) mostrano facies di sistemi di conoide torbiditiche sottomarine profonde (Arenarie del Gottero) (Figura 4.15), mentre il complesso Colli-Tavarone sono invece complessi gravitativi da frane sottomarine profonde, con input tettonico.

Il passaggio al dominio toscano avviene attraverso un dominio di transizione (**dominio subligure**) di incerta interpretazione, unità Canetolo (Figura 4.15), depositate su un settore probabilmente caratterizzato da crosta assottigliata che apparteneva al margine continentale africano (Adria). Attualmente queste unità affiorano principalmente nella Toscana settentrionale, anche se vi sono sporadici affioramenti anche nella Toscana meridionale. Consistono in argilliti, calcari e torbiditi con livelli vulcanoclastici e conglomerati di età compresa tra il Paleocene e l'Oligocene (Argille e calcari di Canetolo, Arenarie di Petrignacola, Arenarie di Ponte Bratica).

Le successioni del **dominio continentale** si sono sviluppate, a partire dal Triassico, su settori di crosta continentale del margine settentrionale del promontorio africano (**basamento metamorfico ercinico**), un margine continentale passivo che subisce frammentazione estensione ed approfondimento durante l'apertura del bacino oceanico Ligure Piemontese.

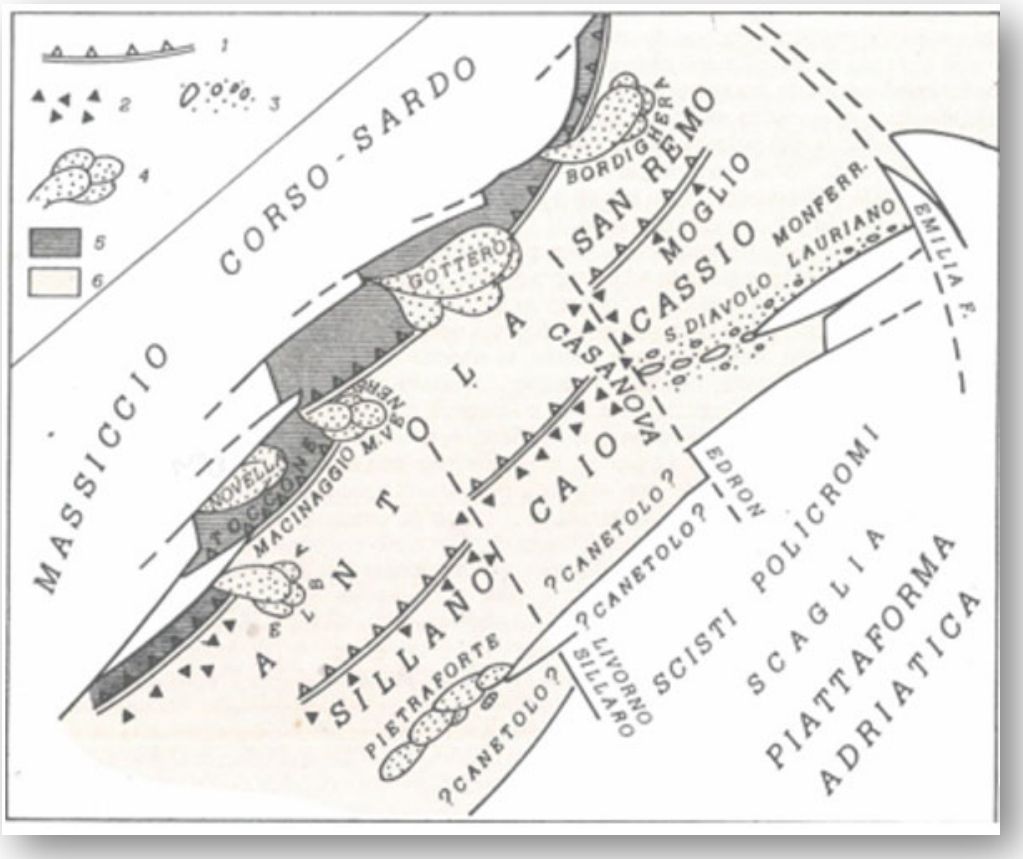


Figura 4.15 Schema paleogeografico dell'area in cui si svilupperà l'Appennino Settentrionale, nel Cretaceo superiore. Da Nord-Ovest a Sud Est si possono riconoscere: Il margine continentale europeo (Massiccio Corso-sardo); l'oceano della Tetide (in colore) con il Dominio Ligure interno (Elba, Antola, M. Venere, Gottero) e il Dominio Ligure esterno (Sillano/Pietraforte, Caio, Cassio); il Dominio Sub-ligure di transizione (Canetolo); il margine continentale adriatico con il Dominio Toscano (Scisti Policromi) e il Dominio Umbro-romagnolo (Scaglia). 1= zona di convergenza; 2= olistoliti e olistostromi ofiolitici; 3= blocchi e clasti di materiale sialico; 4= conoidi sottomarine; 5= crosta oceanica, tra il margine continentale corso-sardo e l'adiacente zona di convergenza, destinata all'obduzione; 6= crosta oceanica destinata alla subduzione (da Abbate e Sagri, 1984)

Si tratta di una successione che comprende depositi di ambienti molto vari. Si passa infatti da un iniziale ambiente continentale fluviale/costiero di clima arido, a sedimentazione detritica (areniti quarzose, Verrucano) attivo dal Permiano al Trias inferiore-medio, che evolve a condizioni lagunari/evaporitiche in ambiente costiero con influenze continentali silicoclastiche (formazione di Tocchi, Trias medio) (Aldinucci et al., 2007a) e quindi a condizioni evaporitiche/carbonatiche ("Anidriti di Burano", Trias medio-superiore/ Calcare Cavornoso)(Gandin et al., 2000). Successivamente in seguito ad una ampia trasgressione si instaura una sedimentazione marina in bacini costieri a ridotta circolazione (Calcari a "Rhaetavicula contorta", Trias sup.) e quindi si sviluppa in sistema di piattaforme carbonatiche bahamiane ("Calcare Massiccio", Lias inf.).

Nel Lias medio, tali settori crostali, soggetti ad un intenso processo di distensione, vengono segmentati in unità strutturali minori. I settori maggiormente o più velocemente ribassati "annegano" e non sono quindi più in grado di ospitare una sedimentazione carbonatica di mare poco profondo. La grande paleopiattaforma carbonatica del Lias inferiore si trasforma quindi in un sistema piattaforma/bacino che vede la sedimentazione esclusivamente carbonatica, di acqua sottile, persistere solo nel settore esterno (**dominio laziale abruzzese**), mentre nei settori più interni (**dominio umbro e dominio tosca**no) la sedimentazione carbonatica di acqua sottile viene in genere sostituita da depositi pelagici calcareo-siliceo-marnosi di acque più profonde. Il quadro paleogeografico naturalmente era molto articolato con più piattaforme minori limitate da scarpate (evidenziate da brusche rotture di pendio) ed un dominio di transizione (d**ominio sabino**) fino al dominio pelagico Umbro Marchigiano, che a sua volta passa al più interno domino pelagico toscano.

Tra questi domini su crosta continentale, quello di maggior interesse nel settore in cui si sviluppa l'area di studio è quello toscano. In questo domino dopo la frammentazione e l'annegamento della paleopiattaforma legata alla fase distensiva del Lias medio, la successione continua facies di bacino, con intercalazioni o prevalenza di termini marnosi, argillosi, selciferi: "Calcari selciferi" (Lias sup.); "Marne a Posidonomya" (Dogger); Radiolariti "Diaspri" (Malm); "Maiolica" (Cretaceo inferiore); "Scaglia" toscana - "Scisti policromi" (Cretaceo superiore- Figura 4.15 – Oligocene inferiore). La successione toscana termina con i depositi torbiditici della formazione del "Macigno "(Oligocene superiore- Miocene inferiore). La successione completa della Falda Toscana triassico - miocenica è ben esposta nella porzione settentrionale dell'Appennino Toscano, mentre è rappresentata solo localmente e parzialmente in Toscana meridionale dove la successione tipica è costituita da una "Serie ridotta" (Decandia et al., 1993; Signorini, 1949) in cui, nela caso della sua massima espressione, tutta la sequenza giurassico - oligocenica può mancare o essere notevolmente assottigliata, e le Liguridi poggiano direttamente sopra i depositi evaporitici triassici (Anidriti di Burano) e sul Calcare Cavernoso.

Tutti questi domini, conservano il loro significato paleogeografico sino al momento in cui sono coinvolti nelle fasi deformative. Bortolotti, (1992) osserva che "*quanto più precoce è la deformazione tanto più rapida è la perdita di significato paleogeografico e di identità deposizionale di un dominio*", e questo inizia ad avvenire nei settori più interni già nelle prime fasi di rotazione e di convergenza tra il margine continentale europeo (microplacca Brianzonese) e quello africano (microplacca Apula), tra il Cretaceo superiore e l'Eocene (Figura 4.12c). Già a partire dall'ultima e più importante fase deformativa ligure (Eocene medio- Oligocene inferiore - Figura 4.12d), con la chiusura dell'oceano ligure piemontese e la traslazione delle unità liguri (**alloctone**) su quelle dei domini continentali le

distinzioni tra domini e sottodomini liguri perde di significato mentre i Domini continentali Toscano, Umbro, e Laziale Abruzzese, in parte ricoperti dalle unità tettoniche liguri, vengono progressivamente accavallati gli uni sugli altri dal propagarsi del fronte deformativo perdendo a loro volta il loro originario significato paleogeografico.

4.5.3 La trasformazione degli originari domini paleogeografici in unità tettoniche.

La maggior parte degli Autori a partire dagli anni 90, concordano col fatto che l'assetto strutturale della Toscana meridionale deriva da due principali processi deformativi: che si sono sviluppati e parzialmente sovrapposti a partire dal Cretaceo superiore: il primo, essenzialmente compressivo, collegato alla convergenza e successiva collisione fra il margine europeo e quello africano, ha portato ad una precoce strutturazione delle catena; il secondo, essenzialmente distensivo, connesso alla subduzione verso Ovest della litosfera oceanica, con fenomeni di rifting di retro-arco, ha portato alla apertura del bacino Algero-Provenzale e successivamente del Tirreno (Figura 4.12f). Questo secondo processo a partire dal Miocene medio-inferiore, contemporaneamente alla migrazione verso Est della catena, con il relativo sistema di avanfosse (Figura 4.16), ha portato alla creazione dei bacini estensionali nei settori interni in cui si sono andate a depositare le successioni dei **Domini Neoautoctoni**.

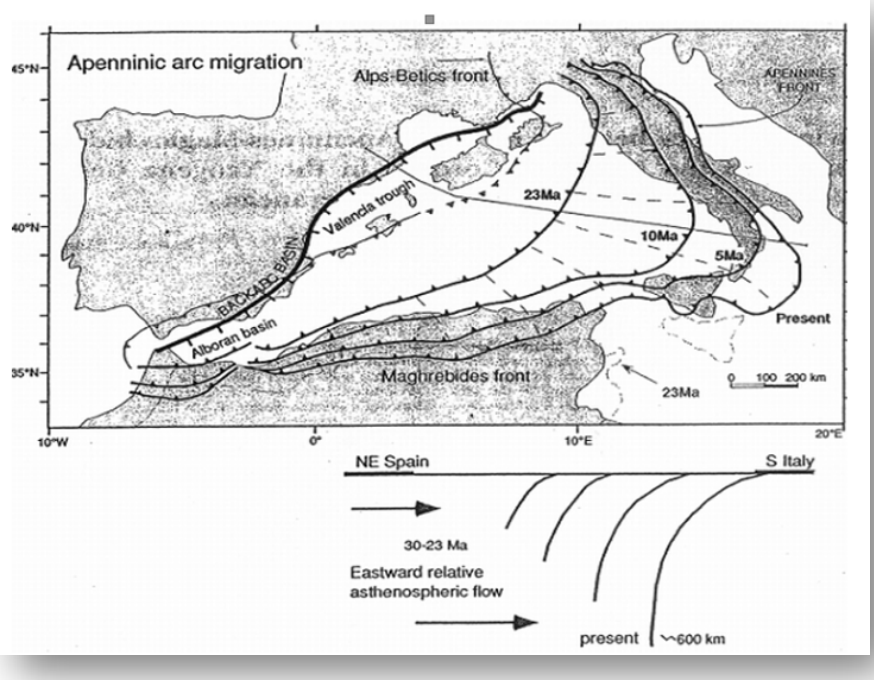


Figura 4.16 Meccanismo di migrazione del fronte deformativo prodotto dalla subduzione verso Ovest della litosfera africana che ha dato origine all'apertura del Mediterraneo occidentale a partire dal tardo Oligocene (da Doglioni, 1991)

Alla fase distensiva inoltre è associata la messa in posto di corpi magmatici, di età neogenico-quaternaria, i quali principalmente derivano da fenomeni di mescolamento fra fusi di origine infra-crostale e mantellica.

Questo tentativo di sintesi estrema tuttavia deve tener conto che la cinematica e la cronologia delle varie fasi deformative associate a questi processi, come anche la loro interazione con la crosta profonda (vedi risultati progetto CROP) e persino la posizione della zona di subduzione, sono variate enormemente nei numerosissimi modelli proposti nel corso degli anni, per l'Appennino centro-settentrionale.

Il processo collisionale e deformativo si è sviluppato procedendo dal Bacino Ligure verso l'Avampaese Adriatico, a partire dai settori occidentali (interni), già alla fine del Cretaceo, via via verso quelli orientali (più esterni), coinvolti solo a partire dal Miocene superiore. Questo ha portato alla costruzione di un complesso edificio tettonico a pieghe e sovrascorrimenti (fold and thrust belt), risultante in larga parte dalla collisione continentale tra le placche litosferiche europea ed africana. Questi processi tettonici hanno prodotto un significativo raccorciamento crostale caratterizzato dalla sovrapposizione delle unità formatesi nei domini paleogeografici in precedenza descritti (Unità Toscane, Liguri, Laziali Abruzzesi, Umbro-marchigiane, ecc.).

Tra il Cretaceo superiore e l'Oligocene inferiore tre principali fasi deformative ("**fasi liguri**") interessano settori sempre più orientali, coinvolgendo prima, i complessi sedimentari su crosta oceanica delle **unità liguri interne** e, successivamente, i complessi sedimentari delle unità del **dominio toscano** depositatisi su crosta continentale (Boccaletti et al., 1981; Brogi et al., 2005; Carmignani et al., 1994; Decandia et al., 1981; Jolivet et al., 1990). Per i rapporti tra le varie unità ofiolitifere in toscana meridionale, si rimanda ai lavori (Bertini et al., 2000) .

Già a partire dalle prime fasi di chiusura dell'oceano ligure piemontese e di precoce strutturazione della catena, si imposta, in corrispondenza del margine della placca adriatica, un sistema orogenico "Thrust-Avanfossa"; l'avanfossa s.s. si imposta a partire dall'Oligocene superiore. Secondo i modelli proposti da vari Autori per il nostro appennino, sintetizzati da Tozzi, (1991): "*La microplacca adriatica in costante sprofondamento passivo (sinking) o subduzione, causa un conseguente arretramento verso oriente della zona di flessura. Tale arretramento crea nuovi spazi per l'avanfossa e per il fronte della catena, che avanzano verso l'Adriatico incorporando lembi più antichi delle avanfosse precedenti*". La causa attiva della formazione dei bacini di avanfossa sarebbe da "*cercare nel movimento verso il basso della placca di litosfera elastica flessurata che tende a sottoscorrere la catena ed al peso della catena stessa che avanza che si inspessisce a spese dell'avanpaese e delle*

avanfosse precedenti" (Cipollari e Cosentino, 1991). Nel settore che viene progressivamente coinvolto dapprima nella flessurazione e successivamente nella formazione del bacino d'avanfossa, si registra una improvvisa variazione nella sedimentazione, che dopo un rapido approfondimento dell'ambiente di sedimentazione, evolve generalmente verso meccanismi di tipo torbiditico, alimentati dai depositi terrigeni silicoclastici prodotti dallo smantellamento della catena in fase di strutturazione. Si creano quindi sia bacini di avanfossa, fortemente subsidenti, posti nelle zone di avampaese, sia bacini più piccoli, a più debole subsidenza, posti sulla catena in fase di propagazione detti bacini satelliti (Ricci Lucchi, 1986).

Nei domini oceanici i depositi torbiditici legati ai primi movimenti di strutturazione della catena si sviluppano già a partire dal Cretaceo superiore nelle unità liguri interne, con gli olistotromi legati alla ruga del Bracco ed i flysh di M. Antola (Cretaceo sup. - Paleocene) e nelle liguridi esterne con i flysh calcarei (Cretaceo sup. - Eocene) che coprono il complesso basale. Tale processo culmina con lo smantellamento dei flysh oligo-miocenici del Macigno prima, del Cervarola e della Marnoso-arenacea poi, legati alla strutturazione dei primi segmenti della catena al termine della chiusura dell'Oceano Ligure-Piemontese, il quale si ritiene subdotto (Figura 4.17), all'altezza nordappenninica, già a partire dall'Eocene superiore. Nell'Oligo-Miocene si hanno solo suite ofiolitiche sradicate dal proprio dominio paleogeografico . I resti di tale catena, sono sepolti nell'area tirrenica, in corrispondenza dell'Appennino centrale, mentre più a Nord affiorano largamente in Toscana e Liguria.

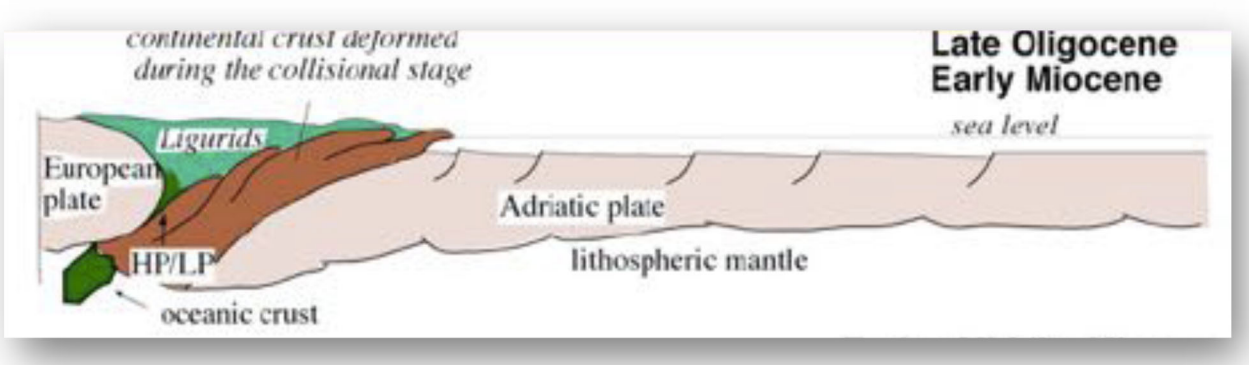


Figura 4.17 Ricostruzione schematica dell'evoluzione del settore compreso tra il blocco sardo-corso e l'avampaese adriatico tra la fine dell'Oligocene ed il Miocene inferiore, basata sulla interpretazione dei dati del CROP03. (da Liotta et al., 1998 modificato)

Tra la fine dell'Oligocene ed il Miocene inferiore la convergenza del blocco sardo-corso (microplacca Brianconnese) contro il margine della placca Adriatica determina la subduzione quasi completa della

crosta oceanica (a parte qualche resto delle suite ofiolitifere), e la subduzione parziale delle unità toscane più interne che sono quindi sottoposte ad un metamorfismo di alto grado.

Quasi contemporaneamente il sistema "Catena - Avanfossa" nord-appenninico subisce a partire dall'Oligocene, una migrazione verso l'avampaese, con spostamento verso est del depocentro deposizionale e graduale ricoprimento e corrugamento dei settori di avanfossa più occidentali (Bernini et al., 1990; Cornamusini, 2001; Ricci Lucchi, 1986). I vari domini o bacini di avanfossa, compaiono quindi in modo diacrono, coinvolgendo progressivamente le unità dei preesistenti domini (Cornamusini et al., 2018; Ricci Lucchi, 1986). Nell'Aquitaniano le liguridi e subliguridi sovrascorrono sui depositi torbitici silicoclastici della formazione del Macigno e dei depositi di avanfossa più in generale, e grazie anche alle caratteristiche reologiche di questa formazione che favorisce il processo di scollamento, si vanno ad accavallare su quelle del dominio toscano. Quest'ultimo viene deformato e trasformato in una serie di unità tettoniche. La sua parte più interna, va a sovrapporsi ed a sovra scorrere su quella più esterna che viene metamorfosata (facies degli scisti verdi) e piegata in sistemi isoclinali (Carmignani e Kligfield, 1990). Le unità della Falda Toscana subiscono importanti raddoppi tettonici con un correlato forte corrugamento (sistemi interni di thrust e di pieghe a larga scala a vergenza orientale, Brogi et al., 2005) e vanno a sovrapporsi verso Est alle unità del domino Umbro-Marchigiano (Figura 4.18).

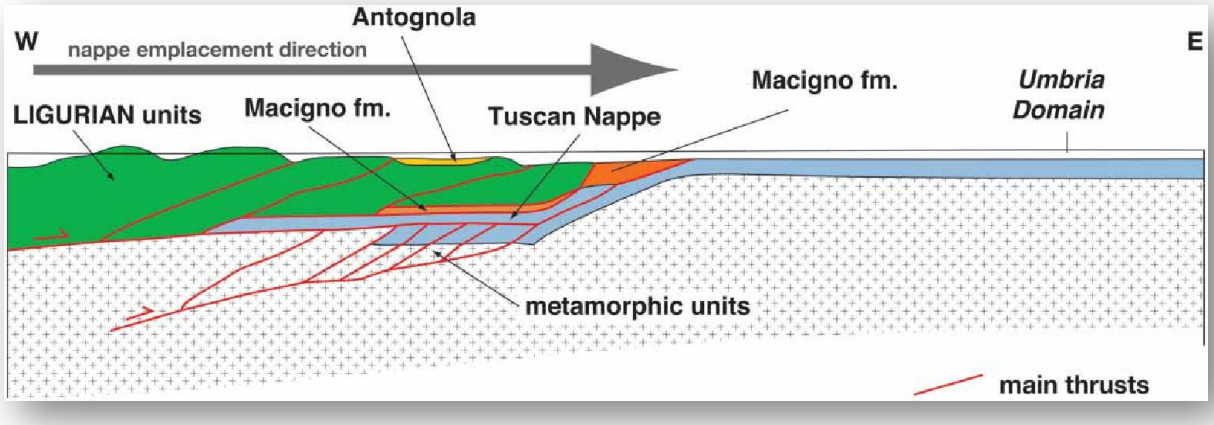


Figura 4.18 Ricostruzione schematica dell'evoluzione dell'Appennino settentrionale durante l'Aquitaniano (da Carmignani et al., 2013)

Durante questo processo un settore del dominio Toscano **(zona apuana)**, è stato a sua volta portato in profondità e sottoposto a processi metamorfici, andando a costituire una parte delle cosiddette "**unità metamorfiche toscane"**. Queste ultime comprendono, oltre le unità della zona apuana e della zona di massa, anche: unità del basamento paleozoico della placca adriatica (Cambriano? - Devoniano), corrugato dall'orogenesi ercinica; unità paleozoiche post erciniche (Carbonifero inf. –

Trias medio); unità triassiche e liassiche precedenti la fase di frammentazione della paleopiattaforma del Lias medio (Regione Toscana, 2007). Permane controversa la collocazione del dominio apuano nel settore esterno, di transizione verso il dominio umbro marchigiano, o in una sua parte più interna, come anche l'età, l'intensità e l'esatta tipologia dei processi metamorfici a cui le relative unità sono state sottoposte. Dopo la fase distensiva del Lias medio la successione della zona apuana è molto simile a quella della Falda toscana e presenta facies condensate di seamount e di bacino in parte equivalenti ai "Calcari selciferi" ed ai calcari e marne a Posidonomya del Dogger, passanti a facies pelagiche con radiolariti varicolori e calcari a crinoidi selciferi (Malm-Cretaceo inf.), in parte equivalenti ai "Diaspri" e alla "Maiolica" ed infine a scisti varicolori di età Cretaceo-Eocene in parte equivalente agli "scisti policromi" della Toscana anche detti Scaglia toscana. Nel terziario superiore la successione diviene lacunosa ed è chiusa dai depositi oligo-miocenici torbiditici dello "Pseudomacigno" (metarenarie). Attualmente le rocce del complesso metamorfico toscano affiorano, nel nucleo metamorfico tapuano (unità Apuane) ed in modo discontinuo lungo la una fascia arcuata di circa 200 Km che si estende da La Spezia al promontorio dell'Argentario. Le principali unità settentrionali sono quelle di Stazzema, Massa e Pania, quelle più meridionali sono quelle di Monte Pisano, Elba ed Argentario. Il complesso metamorfico può essere idealmente suddiviso in quattro gruppi che a partire dal basso sono: **Unità di Monticiano – Roccastrada, Unità degli gneiss; Complesso dei Micascisti; Complesso delle Filladi; Complesso del Verrucano.** Queste unità sono presenti attualmente in affioramento, in finestra tettonica, al di sotto delle unità della Falda Toscana (Bigi et al., 1983).

Nel versante Tirrenico dell'Appennino Settentrionale la fase di collisione continentale si dovrebbe concludere nell'Aquitaniano (Carmignani et al., 1996, 1995). La fine della convergenza tra la placca Europea (microplacca Brianconnese) e quella Apula (Adria) determina la fine anche dei principali eventi compressivi a scala regionale nell'Appennino settentrionale che hanno determinato il complesso impilamento delle unità tettoniche che attualmente possiamo osservare (Figura 4.19).

A partire dal Miocene inferiore (Burdigaliano), a causa del progressivo arretramento dello slab, il fronte compressionale migra verso Est (Lavecchia, 1988) e il regime tettonico nel settore tirrenico cambia da compressivo ad estensionale.

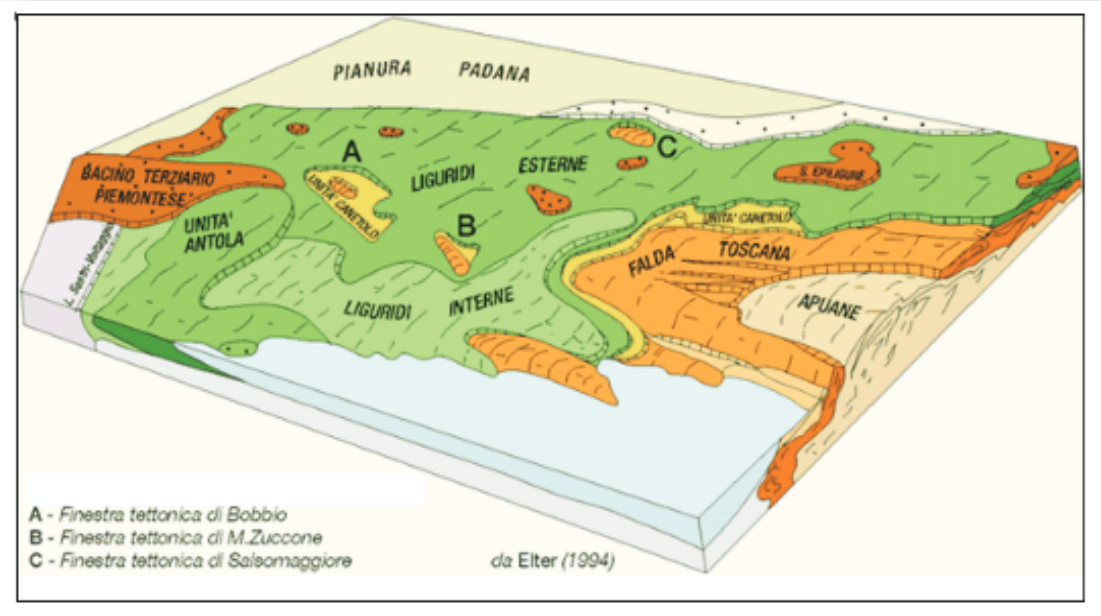


Figura 4.19 Block diagram in cui sono schematizzate le principali unità tettoniche dell'Appennino settentrionale (da Elter, 1994)

Il primitivo nucleo della catena appenninica appena esumato, viene quindi interessato da una serie di fasi estensive che producono fenomeni asimmetrici di rifting, che portano alla formazione dei bacini neogenici (Carmignani et al., 2013, 1995; Jolivet et al., 1998b) e ad un diffuso magmatismo che deriva dal mescolamento di magmi provenienti sia dal mantello che dalla crosta (Serri et al., 1993) (Figura 4.20).

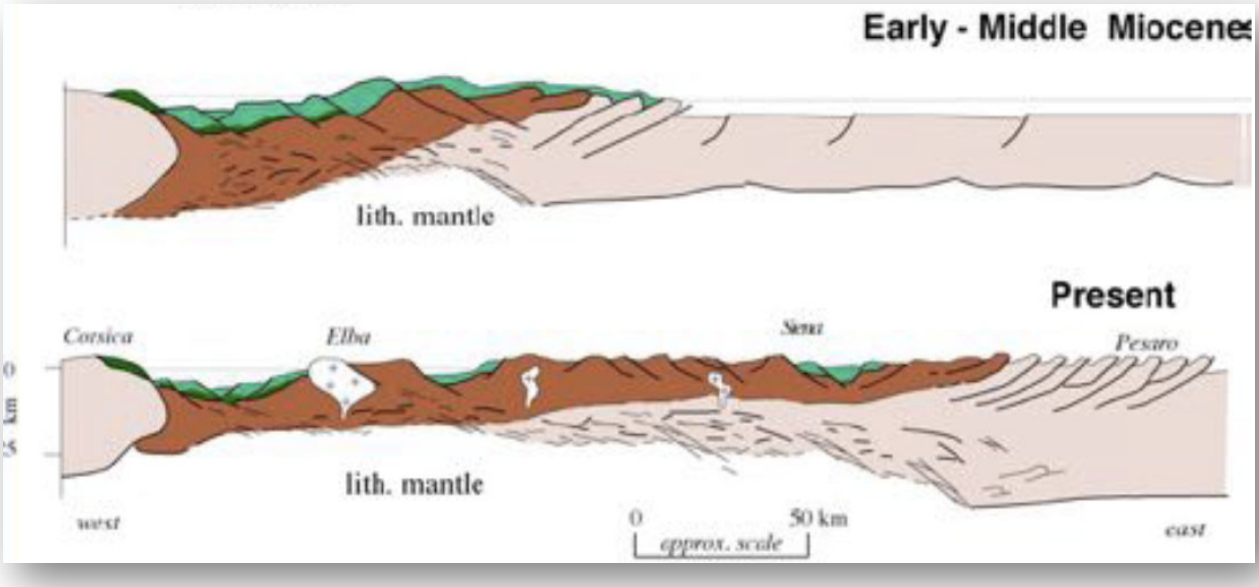


Figura 4.20 Ricostruzione schematica dell'evoluzione del settore compreso tra il blocco sardo-corso e l'avampaese adriatico tra il Miocene inferiore-medio ed il presente basata sulla interpretazione dei dati del CROP03. (da Liotta et al., 1998 modificato)

La tettonica distensiva si è sviluppata attraverso più eventi che hanno interessato le unità tettoniche in precedenza impilate, producendo (Brogi et al., 2005): l'assottigliamento delle Unità Liguri ed il boudinage della Falda Toscana (primo evento distensivo); l'assottigliamento ed il boudinage del Gruppo del Verrucano (secondo evento distensivo); lo sviluppo di sistemi di faglie dirette principalmente immergenti verso Nord-Est (terzo evento distensivo). Durante il primo evento si è verificata una delaminazione della crosta superiore ad opera di faglie dirette a basso angolo con geometria complessa del tipo flat-ramp-flat; i flat si trovano in corrispondenza dei livelli poco competenti mentre le ramp nei livelli competenti (Figura 4.21) (Bertini et al., 1991; Decandia et al., 1993). Questi scollamenti multipli favoriti da particolari orizzonti reologici hanno portato allo sviluppo della cosiddetta "Serie ridotta" (Decandia et al., 1993; Dessau et al., 1972) caratterizzata dalla elisione di forti spessori di successione stratigrafica e diretta sovrapposizione delle Unità Liguri sulla formazione anidritica triassica o addirittura sui termini superiori dell'Unità di Monticiano – Roccastrada (Bonciani et al., 2005; Brogi, 2004).

Bertini et al., (1991) ritengono che il processo distensivo che ha dato origine alla serie ridotta abbia avuto entità di estensione di almeno il 60%, un dato molto significativo rispetto a quello, stimato dell'ordine del 7% per le successive fasi distensive del Miocene superiore- Pliocene

Va comunque rilevato che questi fenomeni di elisione stratigrafica oltre che come effetto di una tettonica estensionale post-collisionale (Bertini et al., 1991; Carmignani et al., 1994; Decandia et al., 1993; Elter e Sandrelli, 1995) , sono stati interpretati anche in modo alternativo: originaria non deposizione (Boccaletti et al., 1969); tettonica compressiva sin- o tardo-collisionale(Finetti et al., 2001), ecc. In effetti il quadro generale è reso molto complesso dal fatto che l'evoluzione del sistema Tirreno - Appennino settentrionale mostra, dal Miocene medio, un pattern di distensione e compressione quasi contemporanee: l'onda di deformazione compressiva che si muove verso l'avampaese infatti è seguita da un'onda di estensione (Pialli e Alvarez, 1997), connessa alla apertura in retroarco dei bacini estensionali Tirrenico e Toscano (Bartole, 1995). Tuttavia, anche se sussistono differenti interpretazioni sul contesto compressionale o estensivo, allo stato attuale delle conoscenze, il ruolo della strutturazione tettonica, caratterizzata da scollamenti multipli favoriti da particolari orizzonti reologici (evaporiti, peliti), viene oramai ampiamente riconosciuto per l'origine di questi contatti di elisione stratigrafica.

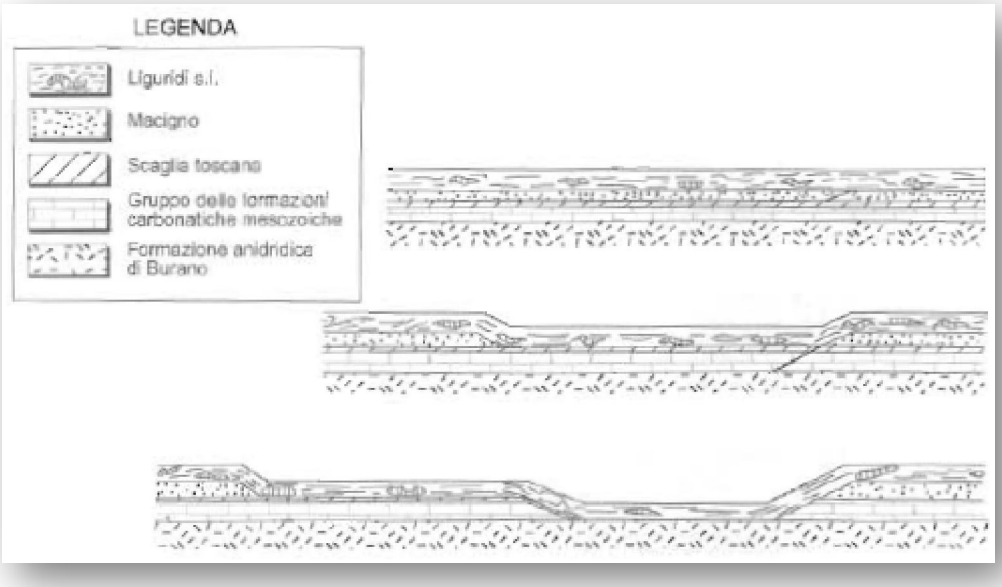


Figura 4.21 Meccanismo semplificato di formazione della "serie ridotta" tramite superfici di scorrimento alla base delle liguridi e lungo i livelli incompetenti della successione toscana (Bertini et al., 1991)

Nei settori più interni il cui substrato è costituito dalle unità toscane, i primi due eventi distensivi (Miocene inferiore – Tortoniano superiore), determinando le depressioni tettoniche in cui si sedimentano i depositi continentali e marini del Miocene medio-superiore, mentre il terzo evento (Pliocene-Quaternario), accentuato dall'apertura del Tirreno, porta a delimitare i bacini Pliocenici e Quaternari della Toscana meridionale (Brogi et al., 2005). Complessivamente questi eventi si sono propagati in modo diacrono dai settori più interni a quelli più esterni, investendo anche le unità tettoniche umbro marchigiane e laziali abruzzesi, producendo lo smembramento dei rilievi attraverso sistemi di faglie a geometria listrica che hanno guidato la formazione di una serie di fosse tettoniche, sub parallele, allungate in direzione NordOvest-SudEst, (Barchi et al., 1998; Bonciani et al., 2005; Boncio et al., 2000; Brogi et al., 2005; Brozzetti, 2007; Brozzetti et al., 2002). I relativi bacini sedimentari risultano quindi delimitati da faglie dirette, in genere ad alto angolo.

4.5.4 le unità dei domini Epiliguri

In questo contesto rimane problematica la collocazione dei **Domini Epiliguri** che, si sono sviluppati dopo la messa in posto delle coltri alloctone delle unità liguri, sia in bacini (satellite) in propagazione verso est con la catena, sia bacini estensionali, posti ad ovest, che accompagnano da tergo la migrazione compressiva della catena. Infatti, col termine Unità Epiliguri, si definiscono genericamente le unità comprese tra le falde alloctone delle Liguridi messe in posto dopo un iniziale processo di accrezione a vergenza occidentale, la cosiddetta "fase deformativa ligure", (Ricci Lucchi e Ori, 1985) e le sovrastanti unità del dominio neoautoctono. Queste unità, tra cui ricadono anche le

Arenarie di Manciano oggetto di questo studio, sono ancora oggetto di controverse interpretazioni sotto il profilo paleogeografico e strutturale, affiorano in modo limitato e discontinuo, soprattutto nel settore tirrenico e sono caratterizzate da un certo grado di "mobilità" insieme alle unità del loro substrato delle Liguridi. Come accennato al par. 4.4.3 le Arenarie di Manciano, insieme alle altre unità epiliguri, sono state attribuite da parte di Martini et al., (1995), attribuendogli in tal caso un preciso significato geodinamico, al "Gruppo di Bismantova". In questo gruppo, nello Structural Model sono state accorpate anche la "formazione di Bismantova" (affiorante nell' Appennino emiliano) e le Formazioni di S. Marino e M. Fumaiolo (affioranti nell'area tosco-romagnola e marchigiana). Va comunque precisato che dopo il 1993 il Gruppo di Bismantova e la omonima formazione sono stati completamente revisionati. E' scomparsa la "formazione di Bismantova" che è stata riorganizzata nelle Formazioni di "Pantano" e nella Formazione di "Cigarello" che costituiscono l'attuale Gruppo di Bismantova (Catalogo delle Formazioni Geologiche Italiane ISPRA), formazioni che affiorano nel settore adriatico del nostro appennino. Queste unità, pur essendo tutte accomunate dalla loro sovrapposizione sulle unità alloctone delle liguridi, trovano in una diversa collocazione in funzione della loro posizione paleogeografica rispetto alla propagazione diacrona del fronte compressivo. Nella carta geologica della Toscana (Carmignani et al., 2013), questi depositi sono suddivisi in:

- **Unità Epiliguri appenniniche** - unità epiliguri affioranti solo nel settore orientale della catena e depositati in bacini satellite (Top thrust basin) in traslazione verso Nord-Est insieme alle sottostanti unità liguri alloctone. L'età è compresa tra l'Oligocene ed il Serravalliano superiore;

- **Unità Epiliguri tirreniche** - unità epiliguri affioranti solo nel settore tirrenico della catena, in modo molto frammentario, nella Toscana e nel Lazio Settentrionale (Figura 4.22); comprendono oltre alle Arenarie di Manciano anche la Formazione di Marina del Marchese e le Arenarie di Ponsano, hanno un'età variabile per ogni unità ma compresa tra il Burdigaliano inferiore ed il Tortoniano e riferite a sistemi bacinali delle prime fasi estensionali. Il loro significato geodinamico è ancora molto controverso, alcuni autori (Martini et al., 1995), le collocano in un contesto compressivo, mentre altri autori (Barbieri et al., 2003; Brogi e Liotta, 2008; Cornamusini et al., 2011), li collocano in un contesto estensionale; si sviluppano principalmente in bacini caratterizzati da ampie sinformi, in cui la sedimentazione è controllata da una complessa combinazione di fattori tettonici modulata dalle variazioni eustatiche (Bonini et al., 1999; Lazzarotto e Mazzanti, 1978; Lazzarotto e Sandrelli, 1979; Martini e Sagri, 1993).

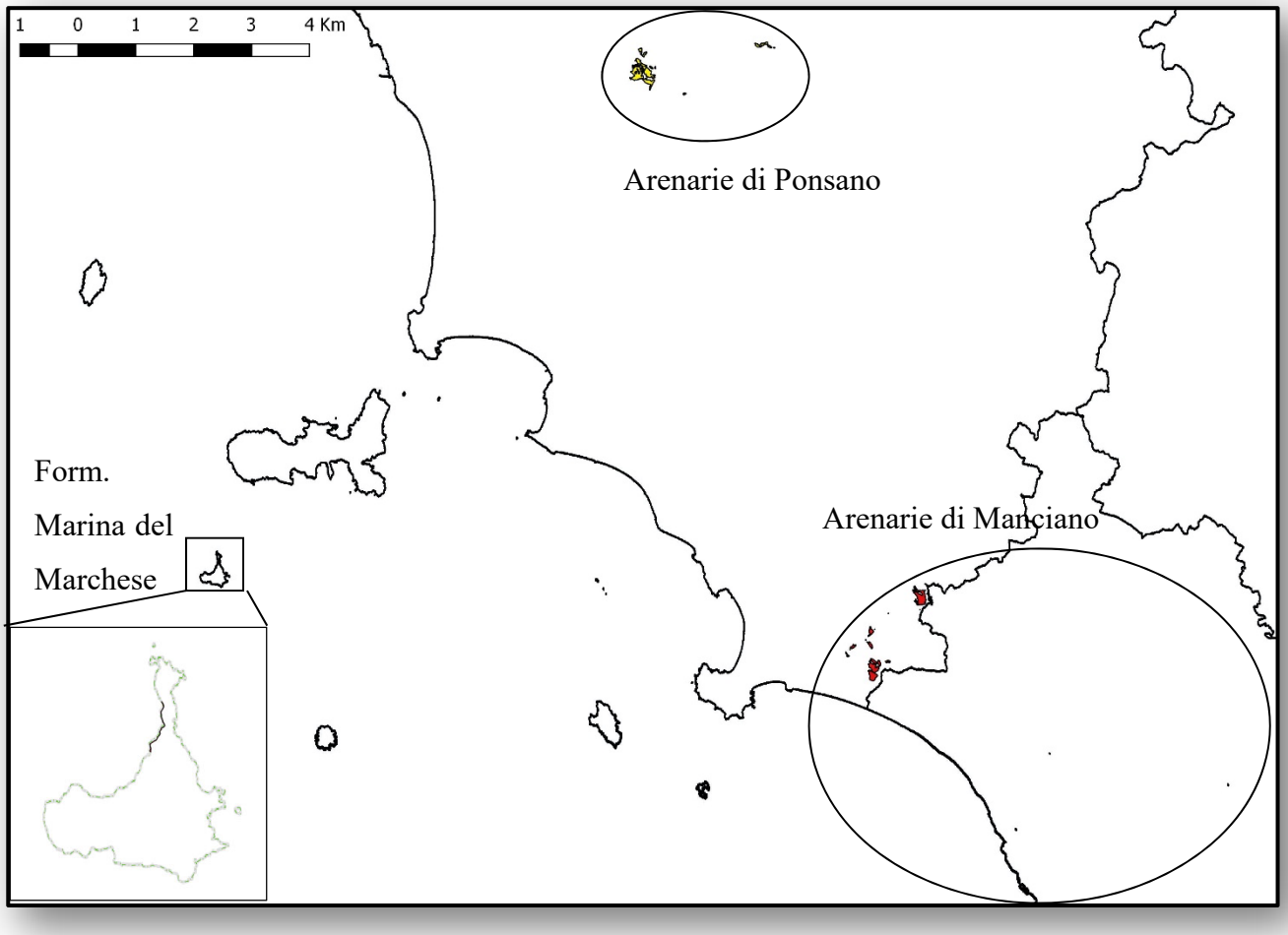


Figura 4.22 Inquadramento in scala 1:1.000.000 dei principali affioramenti di Unità Epiliguri in Italia centrale. In Giallo a Nord le Arenarie di Ponsano, in Rosso a Sud-Est le Arenarie di Manciano, nel riquadro (in scala 1:200.000) la formazione di "Marina del Marchese"sull'isola di Pianosa

4.5.5 Le unità del dominio neoautoctono o epitoscano

Sul versante tirrenico, dopo la "fase toscana" intra-tortoniana, il concetto di "Dominio Toscano" scompare definitivamente e viene sostituito dal concetto di "**Dominio Epitoscano** o **neoautoctono"** (Trevisan, 1952) costituito dai sedimenti post orogeni neogenici-quaternari, che si vanno a depositare in bacini estensivi, in progressiva migrazione verso l'esterno della catena (Figura 4.23). Questi depositi con deformazione molto inferiore rispetto alle unità orogeniche, risultano di grande importanza ai fini della ricostruzione della evoluzione post-collisionale di questo settore (Bonciani et al., 2005; Brogi e Liotta, 2008; Cornamusini et al., 2011).

Come accennato in precedenza nel settore tirrenico, a partire dal Miocene superiore, la tettonica distensiva produce anche una intensa attività magmatica. Si verificano quindi sollevamenti locali

legati alla intrusione di corpi ignei ed alla messa in posto di domini lavici ed un'estesa attività vulcanica di tipo effusiva e piroclastica, che va ad interferire con la sedimentazione nei vari bacini neoautoctoni. È interessante osservare (Figura 4.23) che l'età dei corpi magmatici è progressivamente più giovane procedendo da ovest verso Est (Serri et al., 1991) . Non sono segnalati (o almeno attualmente non sono pubblicati) molti livelli vulcanoclastici nei bacini neoautoctoni a parte un livello datato a 8,07 Ma in un piccolo bacino a SO di Volterra (D'Orazio et al., 1996) e un livello datato a 7.6 MA nel bacino di Baccinello (Rook et al., 2000).

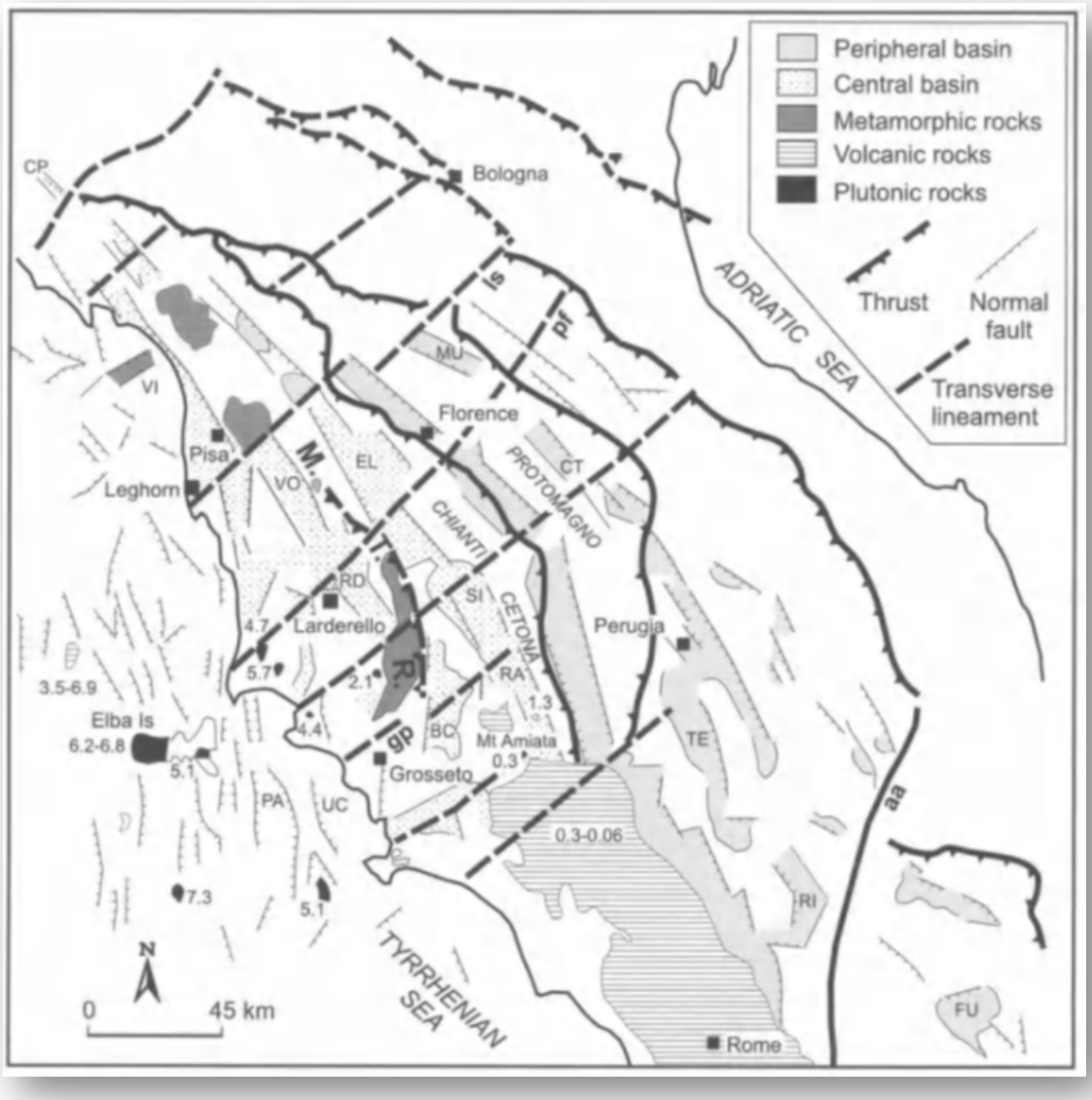


Figura 4.23 Schema strutturale che illustra I principali bacini estensionali neogenici-quaternari dell'Appennino settentrionale e del Tirreno (BC, Baccinello; CP, Compiano; CT, Casentino; FU, Fucino; MU, Mugello; PA, Punta Ala ; RA, Radicofani; RD, Radicondoli; RI, Rieti; SI, Siena;VA, Valdarno; VI, Viareggio; VO, Volterra; TE, Tiber (Val Tiberina). I principali lineamenti tettonici sono evidenziati a tratto pieno, mentre i minori a tratteggio (aa, Ancona-Anzio; gp, Grosseto-Pienza; ls,Livorno-Sillaro; pf, Piombino-Faenza) , è indicata l'età radiometrica delle rocce ignee in Ma (da Martini et al., 2001)

Le unità neoautoctone si sovrappongono nella fase post-orogenica, tramite una ben evidente discordanza angolare alla base, alle preesistenti unità tettoniche orogeniche e comprendono: depositi lacustri del Turoliano inf. (Tortoniano sup.), depositi marini pre-evaporitici messiniani, depositi fluvio-lacustri e lagunari post-evaporitici messiniani, depositi marini pliocenici una successione villafranchiana di ambiente continentale e depositi quaternari (Bossio et al., 1998, 1993).

Esistono numerosi modelli che nel corso degli ultimi decenni sono stati sviluppati per spiegare l'evoluzione dei bacini sedimentari in cui si sono andate a depositare le unità alloctone nel settore tirrenico. Tra di essi il modello proposto da Bonciani et al., (2005) per il settore compreso tra il Fiume Fiora e l'Albegna (Figura 4.24), ci sembra particolarmente utile, grazie alla sua semplicità, per schematizzare l'evoluzione del settore in esame.

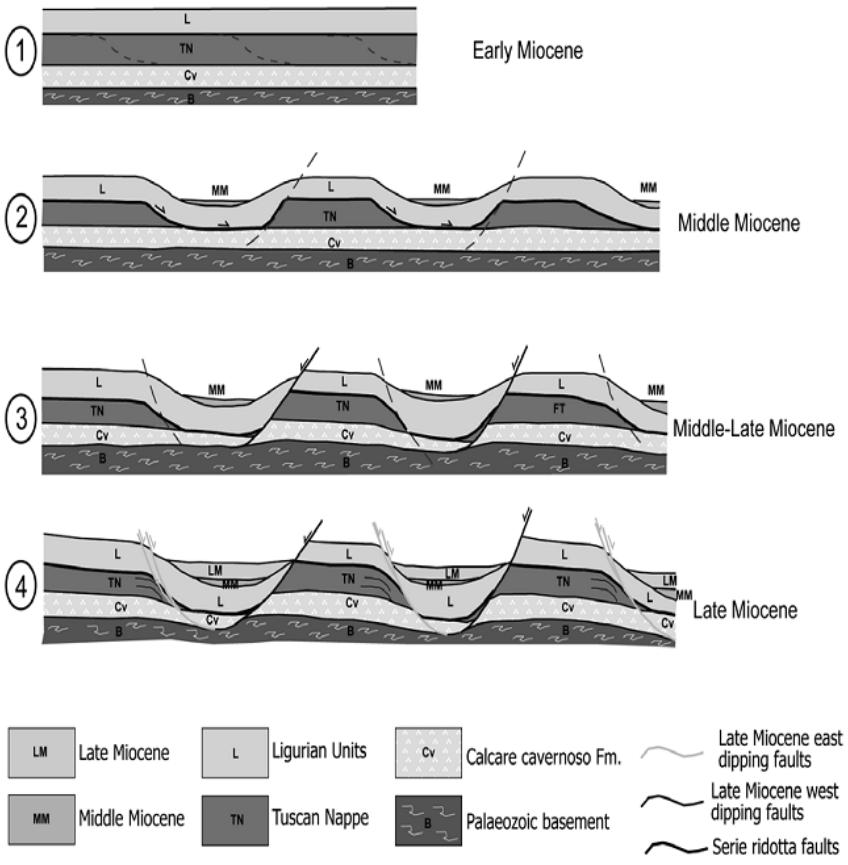


Figura 4.24 Schema ipotizzato da Bonciani et al., (2005)*, che rappresenta il modello di evoluzione tettonica e sedimentaria durante il Miocene, per l'area compresa tra il Fiume Fiora e l'Albegna utile per schematizzare l'evoluzione dei bacini neogenici di questo settore. L) Unità Liguri, FT) Unità della Falda Toscana, Cv) evaporiti triassiche, B) basamento, Mm) depositi del Miocene medio, Lm) depositi del Miocene superiore (con le linee tratteggiate sono indicate le faglie che si sviluppano nell'evento successivo a quello rappresentato). 1) La pila tettonica orogenica è stata definitivamente formata nel Miocene inferiore; 2) durante il Miocene medio, faglie dirette a basso angolo, est-vergenti, hanno interessato e dislocato la pila orogenica, producendo strutture flat-ramp-flat, tipiche della «serie ridotta»; una sedimentazione di ambiente marino marginale si è sviluppata nelle depressioni strutturali formatesi; 3) durante il Miocene medio-superiore, le depressioni strutturali hanno subito un incremento della subsidenza, dovuto allo sviluppo di faglie normali ovest-vergenti sul lato orientale delle stesse depressioni; 4) durante il Miocene superiore, si ha un ulteriore incremento della subsidenza delle depressioni strutturali, dovuto al basculamento verso est dei megaboudins e allo sviluppo di faglie dirette est-vergenti sul lato occidentale delle stesse depressioni, sino a determinare la formazione di ampi bacini sedimentari,riempiti da depositi continentali e marini, in giacitura discordante sia sulle unità Liguri, sia sui depositi del Miocene medio*

In questo modello si evidenzia l'evoluzione delle depressioni strutturali, prodotte da strutture tettoniche distensive a geometria "flat-ramp-flat" legate allo sviluppo della "serie ridotta" (Decandia et al., 1993), in cui si sedimentano le unità neoautoctone a partire già dal Miocene inferiore-medio.

Nel Miocene medio-superiore, tali depressioni subiscono un incremento della subsidenza, dovuto allo sviluppo di faglie normali ovest-vergenti sul loro lato orientale. Durante il Miocene superiore, si ha un ulteriore incremento della subsidenza, dovuto al basculamento verso est dei megaboudins e allo sviluppo di faglie dirette est-vergenti sul lato occidentale delle stesse depressioni, sino a determinare la formazione di ampi bacini sedimentari, riempiti da depositi continentali e marini, in giacitura discordante sia sulle unità Liguri, sia sui depositi del Miocene medio (Bonciani et al., 2005).

L'evoluzione sedimentaria dei bacini neoautoctoni è il risultato di un complesso alternarsi di trasgressioni e regressioni innescate sia dalla dinamica tettonica regionale che da variazioni eustatiche connesse a mutamenti climatici globali. La sedimentazione neoautoctona toscana (Neoautoctono s.s. nel concetto storico di Trevisan, 1952) ha inizio nel Tortoniano sup. (Turoliano) con depositi di tipo continentale. Durante il Miocene sup., apartire dal Tortoniano sommitale/Messiniano inferiore, nei bacini neoautoctoni la deposizione è stata fortemente condizionata da un importante alto morfologico rappresentato dalla **Dorsale Medio-Toscana**, una struttura ancora oggi esistente e che ha costituito un elemento di separazione fra due aree, una a occidente e una ad orientedella stessa, soggette ad una diversa evoluzione. Nel settore occidentale l'ambiente inizialmente è di tipo continentale con depositi fluvio-lacustri e lacustri della cosiddetta "Serie lignitifera". Ad essi segue una prima trasgressione marina messiniana, con carbonati di scogliera sul margine tirrenico e depositi di ambiente lagunare salmastro nell'interno. Una seconda trasgressione, ben più estesa della prima l'ambiente di deposizione marino in tutto il settore a Ovest della Dorsale Medio-Toscana. Una fase deposizionale che si conclude con la precipitazione di evaporiti, in sintonia con la "crisi di salinità" Messiniana nell'intero Bacino Mediterraneo. La successione miocenica si conclude con un ritorno a facies di bassa salinità ("lago-mare") caratterizzata dall'ampia diffusione delle faune paratetidee. Nel settore Orientale l'evoluzione miocenica appare molto più semplice essendo interamente rappresentata da depositi continentali; in sostanza, nel settore orientale, viene a mancare la successione marino-lagunare del messiniano inferiore e vengono a mancare i gessi del messiniano superiore. Di fatto si sovrappongono due unità deposizionali lacustri, seppure in forte discordanza, una tortoniana ed una messiniano superiore (Bossio et al., 1993,1998; Costantini et al., 2009).

Naturalmente si tratta di una sintesi; la storia deposizionale del Miocene superiore è stata piuttosto complessa e spesso differente da un bacino all'altro, tutti gli episodi sono più articolati, fra fasi di sprofondamento e sollevamento, e non mancano eccezioni nel quadro paleogeografico generale.

Nel Pliocene, anche nei bacini neoautoctoni, si assiste ad una ampia trasgressione marina, contraddistinta da un rapido innalzamento del livello marino con relativa sommersione di ampie aree, sia ad ovest che ad Est della Dorsale, che pur mantenendosi una struttura elevata tende ad attenuare il suo carattere di elemento di separazione. I sedimenti pliocenici basali giacciono in continuità e concordanza su quelli messiniani, ma si è sviluppata con andamento diacrono. In alcuni bacini (Fine-Tora, Volterra, Siena) la sedimentazione è continuata ininterrottamente fino al Pliocene medio costituendo un unico ciclo, mentre in altri bacini (Sassa, Pomarance, Radicondoli, Chiusdino) i cicli marini sono stati due: uno del Pliocene inf. e uno del Pliocene medio separati da depositi continentali rusciniani (Lazzarotto et al., 2002)..

Nell'area toscana mancano quasi completamente i sedimenti marini del Pliocene sup. La formazione dei bacini o la migrazione dei depocentri deposizionali anche in questo caso si è sviluppata in modo diacrono e progressivo da Ovest SudOvest verso Est NordEst con bacini già attivi a partire dal Miocene superiore-Pliocene nel settore occidentale e bacini Pleistocenici in quello orientale.

Attualmente, il versante tirrenico dell'Appennino Tosco-Laziale è dislocato sia da faglie dirette ad alto angolo (allungate in direzione appenninica), sia da numerose faglie antiappenniniche: nell'insieme formano un fitto reticolato (Figura 4.25).

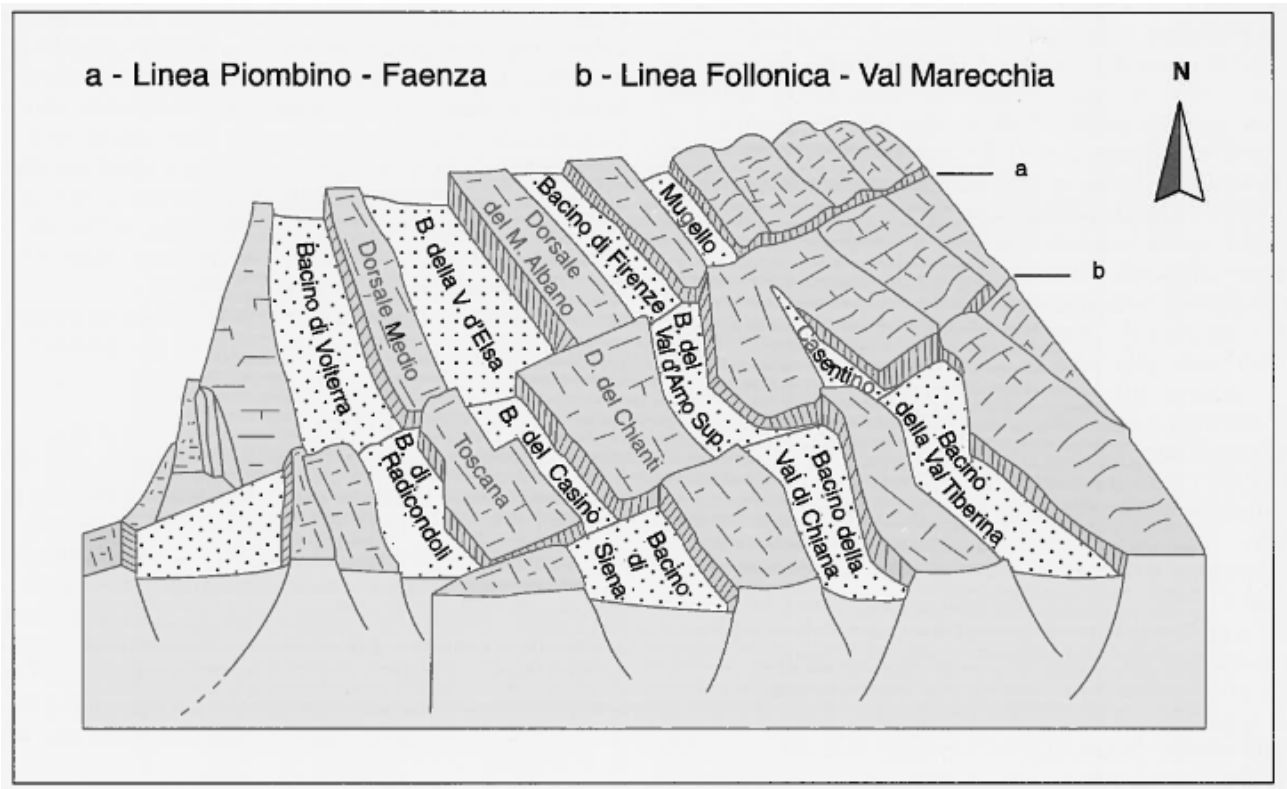


Figura 4.25 Stereogramma strutturale schematico non in scala, mostrante i probabili rapporti delle linee trasversali dell'Appennino Settentrionale con le strutture rigide distensive, generatesi in un settore del versante tirrenico a partire dal Tortoniano sup. (ad Ovest) e con quelle plicative del corrispondente settore adriatico (verso Nord-Est)(da Bossio et al., 1996)

Nei dettagli, la strutturazione dei singoli settori è connessa ad una complessa tettonica polifasica. La sedimentazione nei relativi bacini è stata controllata da un complesso insieme di fattori che comprendono sia movimenti verticali della crosta e da lineamenti trasversali (Pascucci et al., 2007), indotti dalla tettonica distensiva post-collisionale (Figura 4.25), con conseguenti variazioni relative del livello del mare (Bossio et al., 1998), sia le contemporanee variazioni eustatiche che hanno interessato l'area mediterranea nel neogene e soprattutto nel quaternario.

5 I siti estrattivi investigati

5.1 Introduzione

La presenza di 3 attività estrattive a poca distanza e coltivanti lo stesso litotipo ha permesso un dettagliato studio della stratigrafia e delle caratteristiche geologico-tecniche, paleontologiche, ambientali del giacimento di Arenaria di Manciano, nel Comune di Manciano. Ciò ha permesso di recuperare molte informazioni puntuali sia di valenza scientifica, sia di carattere merceologico in funzione delle varietà di pietra ornamentale commercializzate.

La peculiarità dei siti infatti, è la presenza di un "taglio" nell'ammasso roccioso di diverse decine di metri di profondità (quasi 100m per la Cava di Poggio la Vecchia). La quasi totalità dei fronti studiati risultava aperta e ben accessibile ad una osservazione ravvicinata. L'unica cava che presentava più eterogeneità nella coltivazione a gradoni è risultata quella del "Gamberaio" dove si coltivano i materiali lapidei Pietra Dorata® e GrigioPerla®.

L'affioramento di Arenarie di Manciano studiato è situato a circa 2km a Sud Est dell'abitato di Manciano, ad Ovest e a ridosso del fiume Fiora, che per quel tratto funge da confine naturale fra la Provincia di Grosseto e la Provincia di Viterbo. L'area ricade interamente all'interno del foglio 136 Tuscania della carta dell'Istituto Geografico militare (IGM) in scala 1:100.000 e nella tavola 343 "Manciano" della serie al 50.000 della stessa carta. Per la carta IGM in scala 25.000 l'area si trova nel quadrante IV Tavola SO "la Campigliola" del foglio 136. Su Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 sezioni 343070 "la Campigliola" del 2010 e 343030 "Manciano" del 2010.

L'affioramento di Arenarie di Manciano studiato è situato a circa 2km a Sud Est dell'abitato di Manciano, ad Ovest e a ridosso del fiume Fiora, che per quel tratto funge da confine naturale fra la Provincia di Grosseto e la Provincia di Viterbo. L'area ricade interamente all'interno del foglio 136 Tuscania della carta dell'Istituto Geografico militare (IGM) in scala 1:100.000 e nella tavola 343 "Manciano" della serie al 50.000 della stessa carta. Per la carta IGM in scala 25.000 l'area si trova nel quadrante IV Tavola SO "la Campigliola" del foglio 136. Su Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 sezioni 343070 "la Campigliola" del 2010 e 343030 "Manciano" del 2010.

5.2 Ubicazione e descrizione dei siti

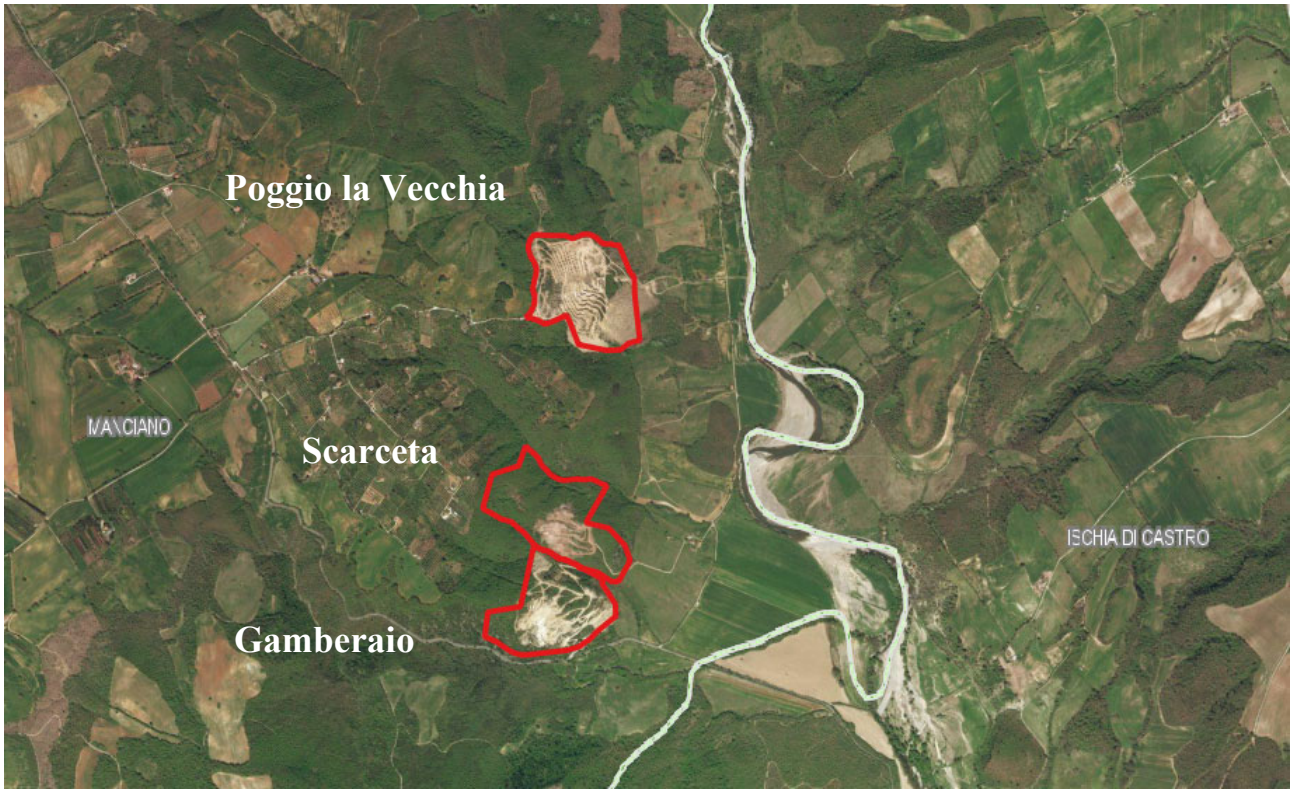


Figura 5.1 Stralcio 1:25.000 di Inquadramento su ortofoto (Bing Aerial ®) in scala 1:30.000

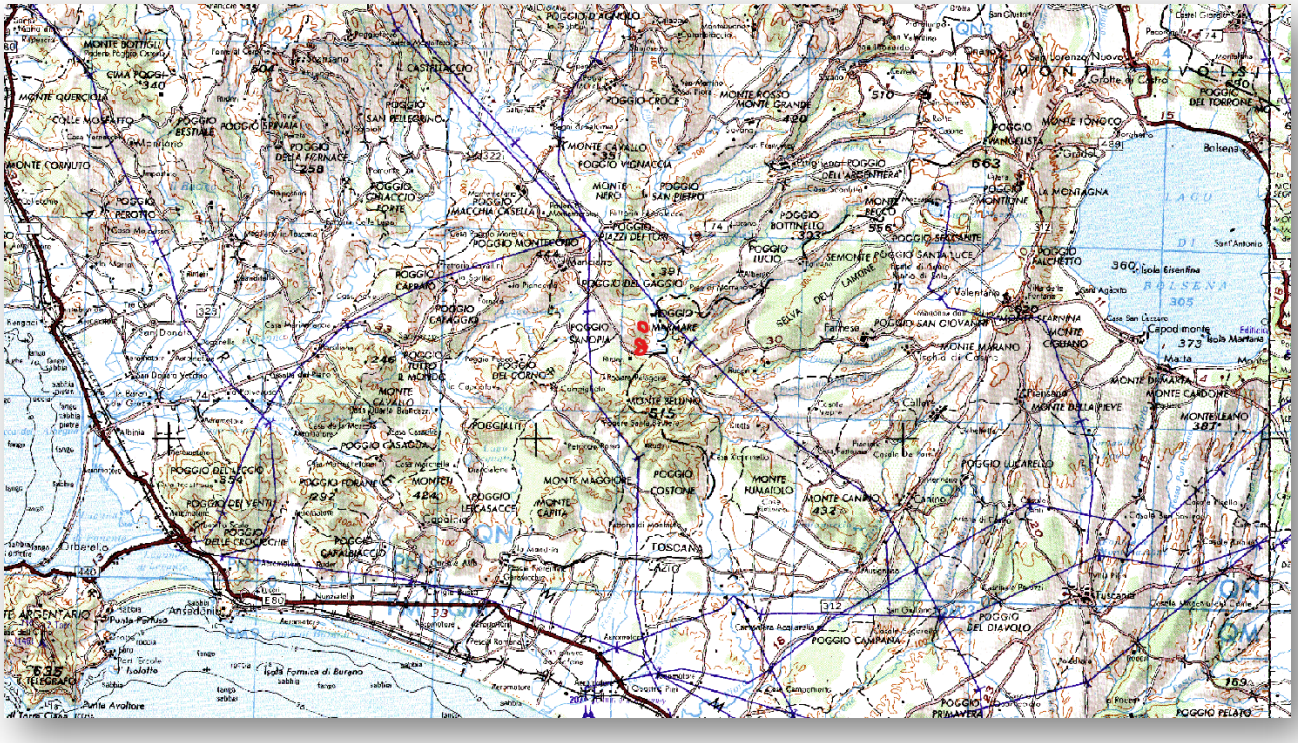


Figura 5.2 Ubicazione delle 3 cave su carta in scala 1:250.000 su base topografica IGM in scala 1:250.000

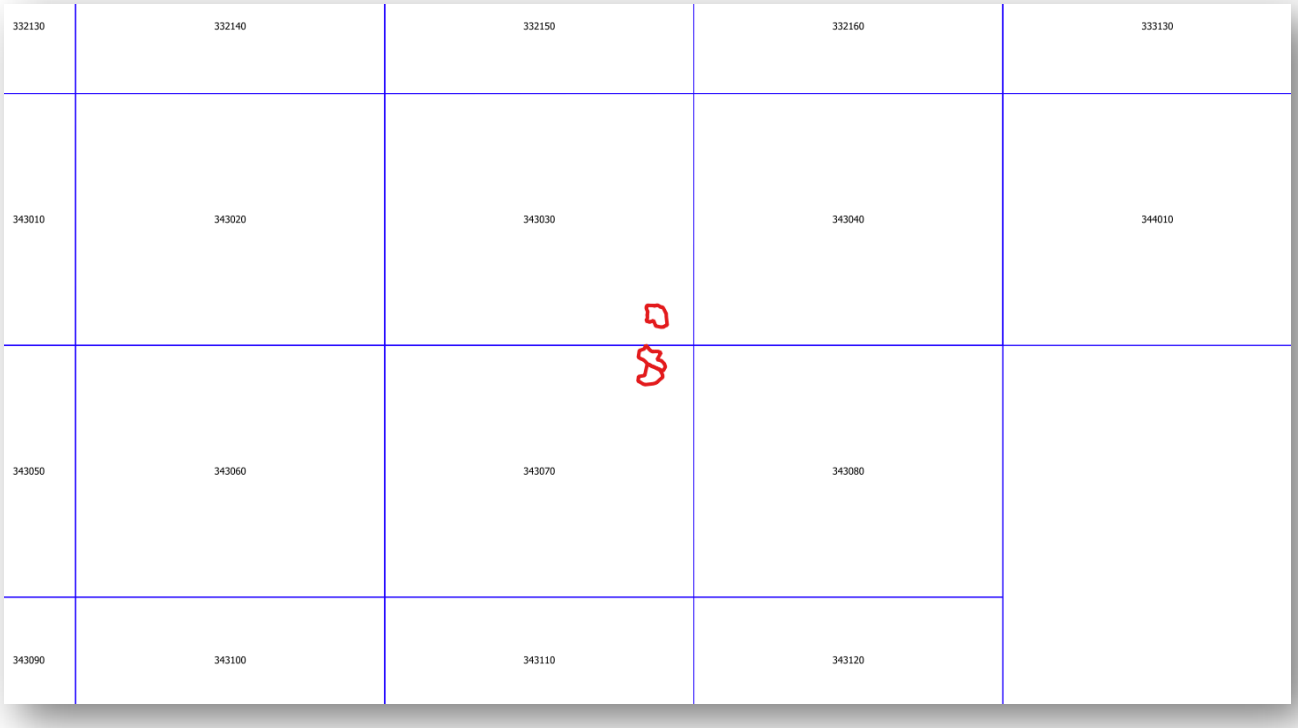


Figura 5.3 Ubicazione delle 3 cave in scala 1:100.000 su Quadro di unione delle CTR in scala 1:100.000



Figura 5.4 Ubicazione delle 3 cave su carta in scala 1:1000.000 su base topografica IGM in scala 1:100.000

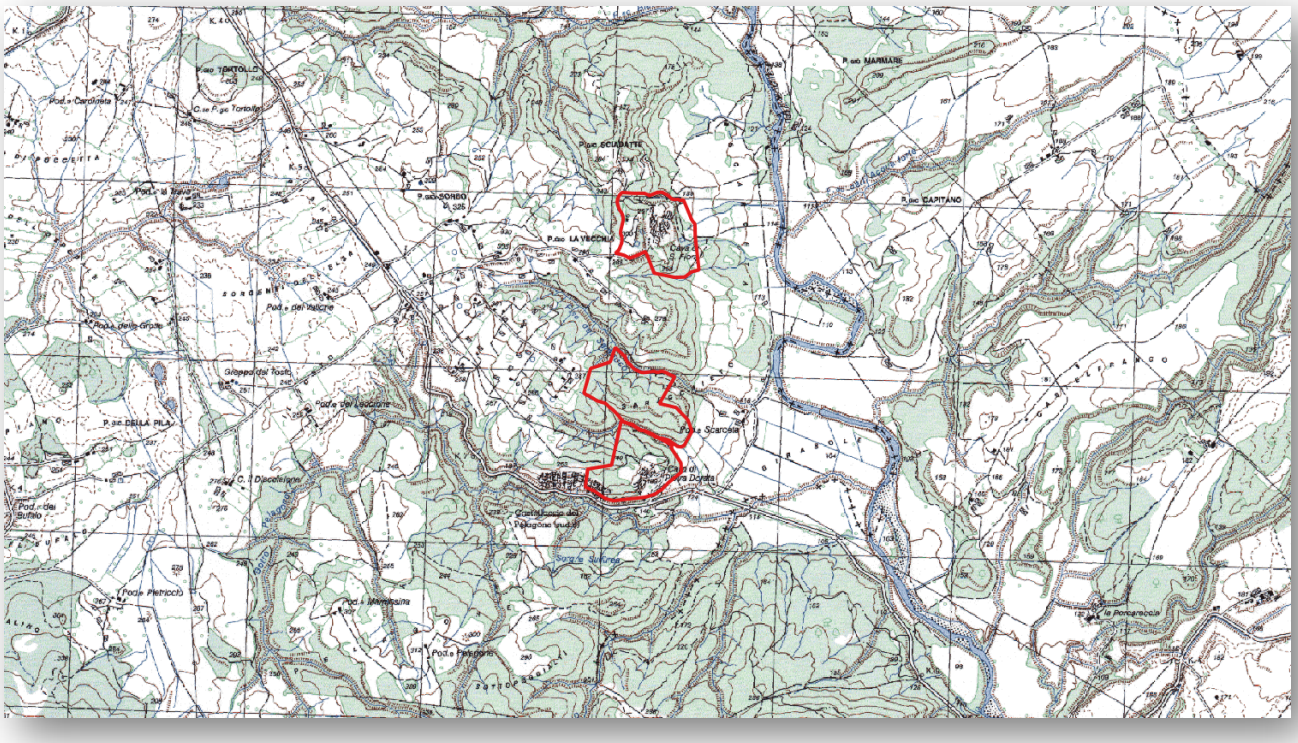


Figura 5.5 Ubicazione delle 3 cave su carta in scala 1:25.000 su base topografica IGM in scala 1:25.000

Di seguito verranno riportate alcune informazioni di dettaglio per ogni cava.

5.2.1 Gamberaio o Pietra Dorata (PD)

La cava del "Gamberaio", detta anche di Pietra Dorata poiché in questa cava si estrae la caratteristica Pietra Dorata ® oltre alla pietra Grigio Perla, è in attività da almeno 50 anni ed è la cava più a Sud rispetto alle altre due studiate. Topograficamente tale attività estrattiva è localizzata su poggio Sanopia che è definito a Sud dal Fosso del Gamberaio ed a Nord da un fosso senza toponimo. Anche questa cava è una cava di mezzacosta che è arrivata alla porzione sommitale del costone interessato. La coltivazione avviene da Sud-Est a Nord-Ovest per splateamento su più gradoni in quanto le diverse varietà commerciali sono coltivate contemporaneamente. La cava si estende per circa 19 ettari ed ha una profondità massima di circa 70metri.

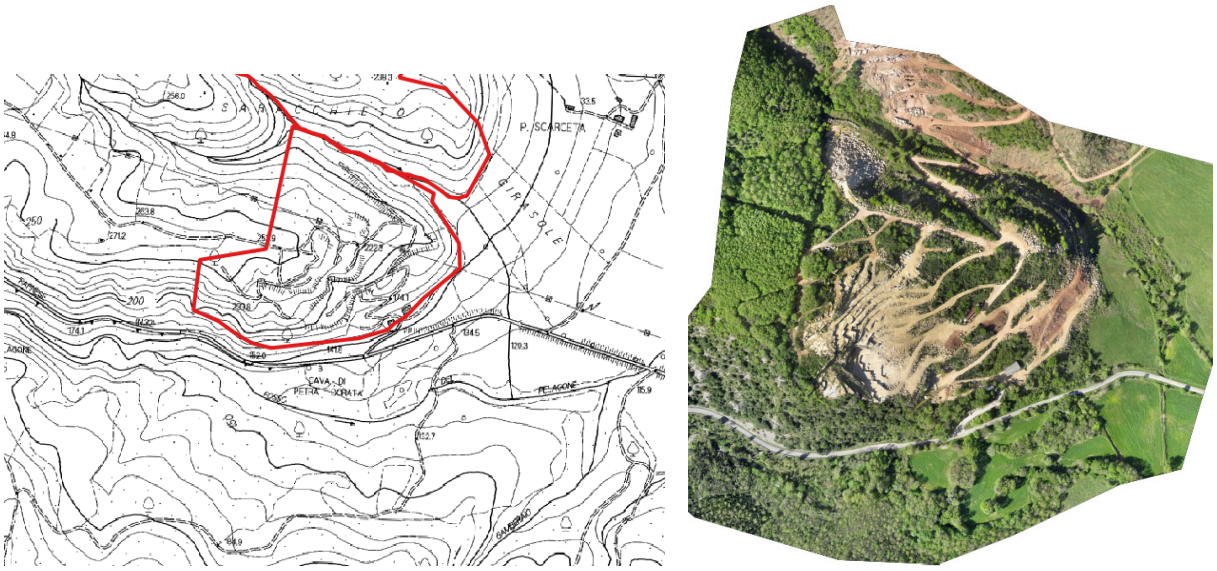


Figura 5.6 Cava "Gamberaio" su Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 sezione 343070 "la Campigliola" del 2010 e su Ortofoto da drone in scala 1:5.000 rilievo aprile 2016.

5.2.2 Scarceta (Scar)

La cava di Scarceta è la più giovane e la meno estesa rispetto alle altre, infatti è in coltivazione da circa 25 anni e l'area interessata dall'attività estrattiva attualmente è circa 16 ettari. La cava prende il nome dal Poggio di Scarceta ed è definita a Nord dal fosso di Scarceta e a Sud da un fosso senza toponimo che la divide dalla cava del Gamberaio. La coltivazione avviene per splateamento su più gradoni da Sud a Nord attualmente anche se è prevista una rotazione antioraria di circa 15° a causa della geometria della fratturazione dell'ammasso roccioso. In questo sito viene coltivata la pietra ornamentale "Brown".

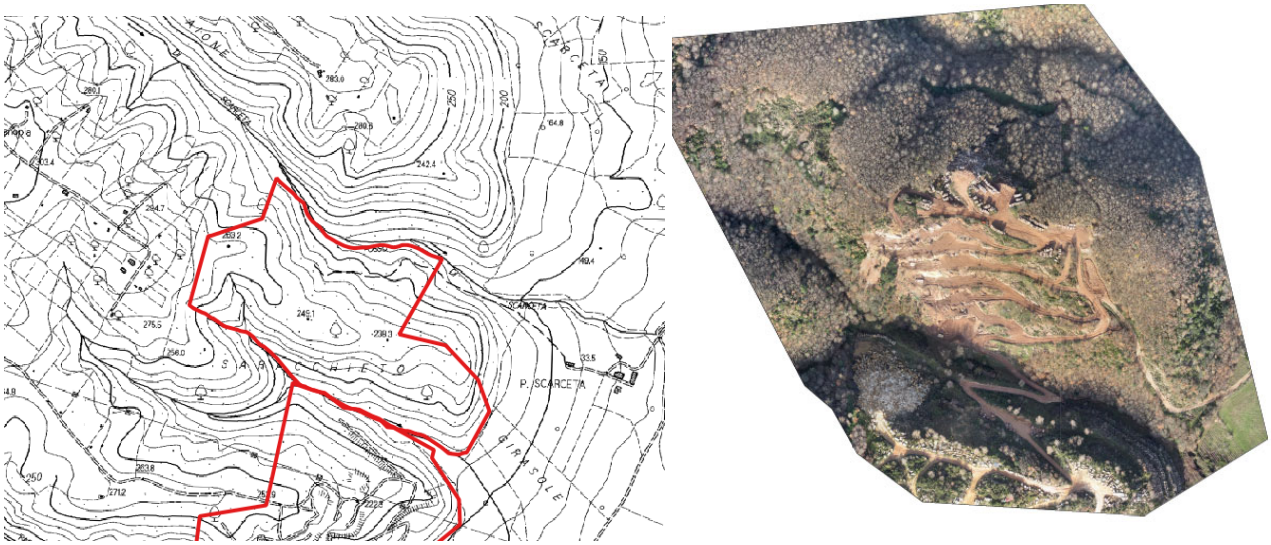


Figura 5.7 Cava "Scarceta" su Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 sezione 343070 "la Campigliola" del 2010 e su Ortofoto da drone in scala 1:5.000 rilievo Gennaio 2017

5.2.3 Poggio La vecchia (PLV)

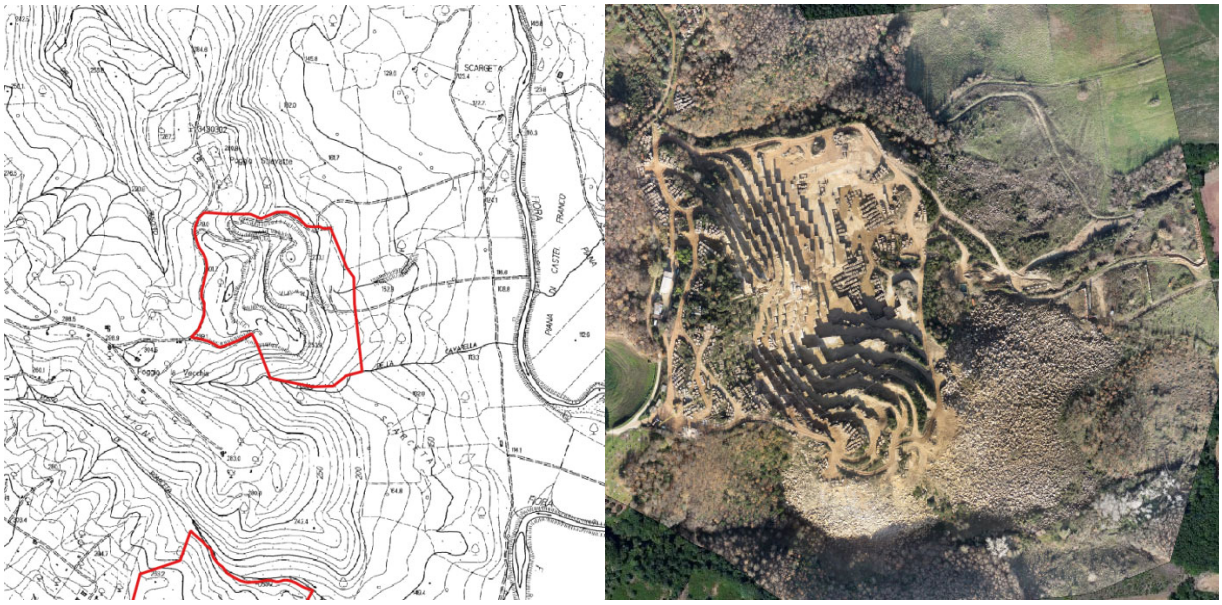


Figura 5.8 Cava di Poggio la Vecchia su Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 sezione 343030 "Manciano" del 2010 e su Ortofoto da drone in scala 1:5.000 rilievo gennaio 2017

La cava di Poggio la Vecchia è in attività da almeno 60 anni ed è la più estesa (20ha circa) e profonda (95m circa) delle 3 cave studiate. Si trova più a Nord rispetto alle altre due cave ed è definita a Sud dal Fosso della Cavarella ed a Nord da un impluvio naturale. La cava è una cava di mezzacosta che è arrivata alla porzione sommitale del costone interessato. La coltivazione avviene da Est a Ovest per splateamento su più gradoni in quanto diverse varietà commerciali rappresentanti porzioni differenti di cava, sono coltivate contemporaneamente. La pietra che si estrae in questa cava è la "Santafiora" che commercialmente viene poi suddivisa in altre sotto-varietà come si vedrà in dettaglio nel Par. 10.1.

6 Metodi di studio

6.1 Introduzione

Lo studio ha unito la classica metodologia di rilievo geologico in affioramenti tradizionali, seppur con qualche miglioria tecnologica come si vedrà in seguito (Par 6.3), ad una innovativa benché embrionale tecnica di studio di dettaglio in area di cava (Par.6.4).

Il rilievo geologico in una cava attiva, comporta senza dubbio diversi problemi sia dal punto di vista della sicurezza che logistico. Innanzitutto, è possibile entrare solo in alcuni orari, quando l'attività è accessibile ma soltanto nelle porzioni di cava non coltivate. Per ragioni di sicurezza inoltre, è vietato l'accesso nei fronti a valle dei fronti coltivati. L'utilizzo dei dispositivi di sicurezza, inclusi caschetti e scarpe antiinfortunistiche riduce la motilità durante gli spostamenti, in favore della sicurezza. Sempre durante gli spostamenti bisogna seguire regole comuni come spostarsi con largo anticipo dalla strada verso un posto dove si è ben visibili quando passa un mezzo meccanico (pale gommate, escavatori, dumper ecc).

Di contro è possibile osservare, in cava, centinaia di metri quadrati di pareti pulite e perfettamente tagliate che offrono uno spaccato di decine di metri con un continuum laterale di notevole estensione. Quest'ultima caratteristica però concede una mole di informazioni da raccogliere enorme, con un rapporto (Aree di esposizione/Superficie dell'affioramento) molto grande, in funzione dell'elevazione dei fronti di cava.

I fronti di cava inoltre, per le cave con materiale litoide ornamentale, possono essere veramente troppo alti per un osservatore, con pareti alte diversi metri (11m nelle cave osservate). Tali fronti si presentano spesso liberi da vegetazione e non ossidati, ma lisci, rendendo quindi nulli i dettagli circa le erosioni differenziali che negli affioramenti naturali aiutano nel riconoscimento della stratigrafia. Per risolvere alcuni di questi problemi elencati, si è dovuto realizzare uno strumento ad hoc per l'acquisizione di immagini dai fronti più alti (cfr Par. 6.4) e si è ricorsi all'uso dei dati ottenuti da rilievi aerei (ortofotogrammetrie, modelli 3D del terreno ecc) per ulteriori informazioni (Par. 6.2).

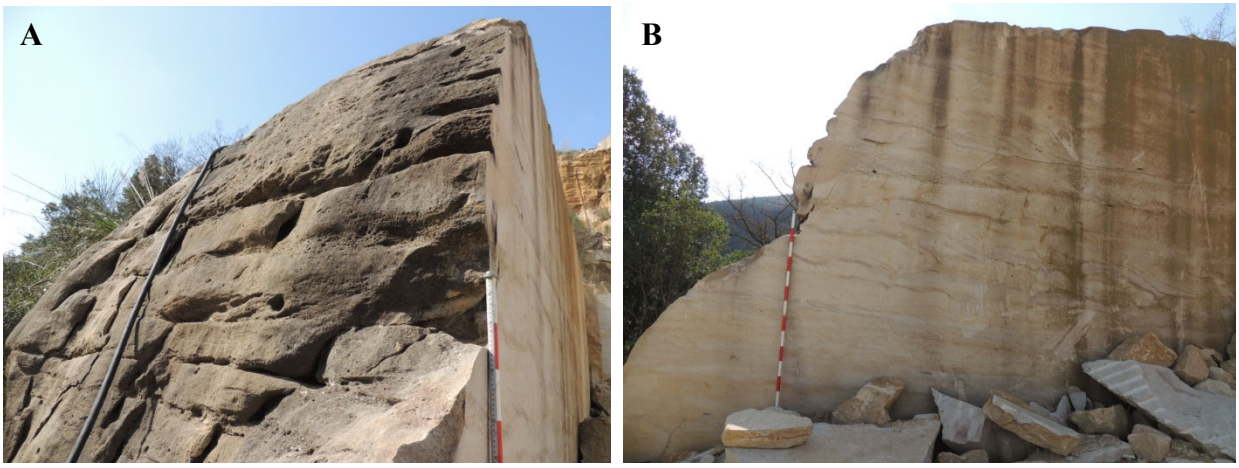


Figura 6.1 affioramento al Piano 2 della cava del Gamberaio, porzione naturale (A) e fronte in coltivazione (B)

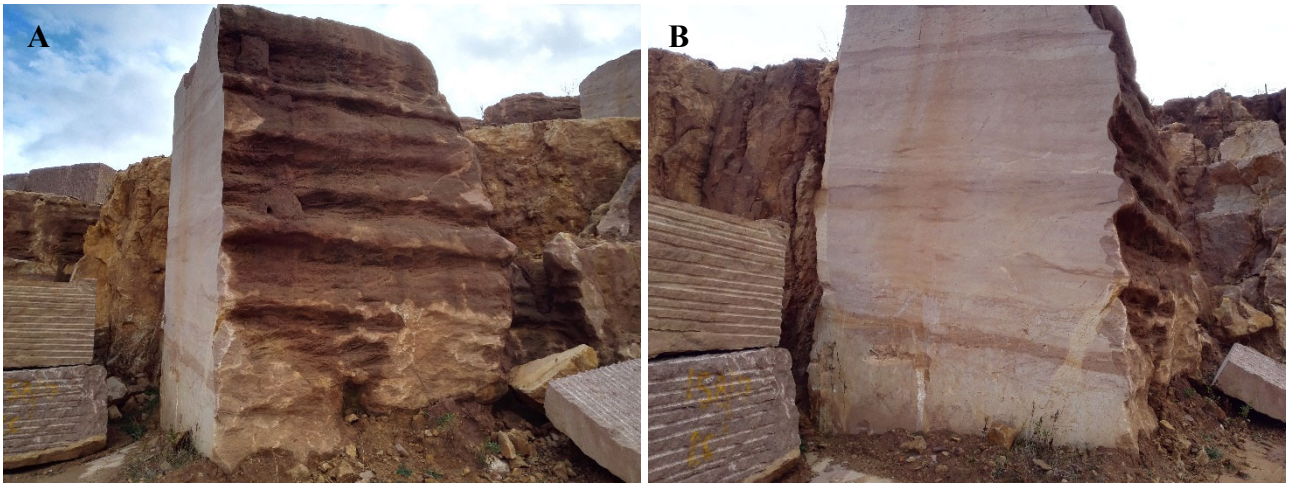


Figura 6.2 affioramento al Piano 7 della cava Poggio la Vecchia, porzione naturale (A) e fronte in coltivazione (B)

6.2 Telerilevamento e rilievi da drone

Per la legge sulle cave della Regione Toscana (LR 35/2015), le società esercitanti l'attività di cava sono obbligate a fornire un rilievo aggiornato con cadenza annuale o biennale per consentire ai Comuni di poter controllare le quantità dichiarate di materiale estratto e l'andamento dei piani di coltivazione. Per tale ragione, già in passato, molte società optavano per la restituzione di rilievi a curve di livello ricostruiti attraverso metodi stereoscopici di ortofoto aeree ottenute da voli di aeromobili (Colomina e Molina, 2014).

Negli ultimi tempi, con l'affacciarsi sul mercato di nuove tecnologie, si preferisce usare droni per l'acquisizione di ortofotoimmagini. Da tali immagini stereoscopiche, attraverso dei software di elaborazione fotogrammetrica, è possibile ottenere dati tridimensionali del rilievo topografico e

restituire cartografie di altissimo dettaglio a costi notevolmente minori rispetto a quelli usati in passato (Mancini et al., 2013).

Senza entrare troppo in dettaglio sugli argomenti "fotogrammetria e remote sensing" e sulle nuove ed interessanti applicazioni che esse potrebbero avere anche in campo estrattivo (González-Aguilera et al., 2012; Salvini et al., 2017), ci limiteremo per tale lavoro ad utilizzare i dati recuperati grazie ad esse.

La tecnica, in pratica, consiste nell'effettuare un volo lungo un tracciato a serpentina, ben definito, in cui le immagini raccolte potranno sovrapporsi (la percentuale di sovrapposizione è variabile a seconda della precisione che si vuole ottenere) e restituire una nuvola di punti quotati. Tali punti saranno tarati su punti di controllo a terra (Ground Control Points) misurati da stazioni GPS fisse. Da tale nuvola di punti si potrà ricostruire un modello digitale del terreno dal quale estrarre tutte le informazioni occorrenti.

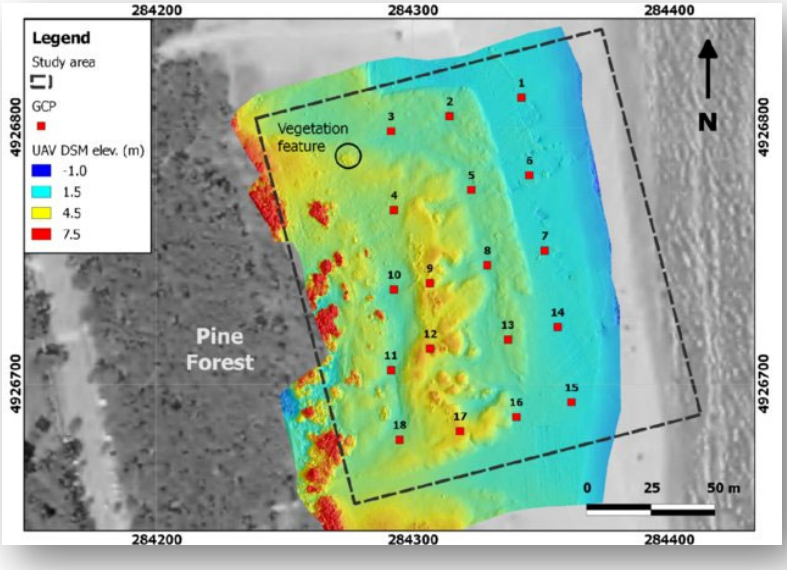


Figura 6.3 Esempio di elaborazione di stereo immagini con elaborazione di modello di terreno 3d e calibrazione su punti di controllo a terra (GCP) (da Mancini et al., 2013)

La società che gestisce i siti studiati ha messo a disposizione del presente studio, i dati di diverse campagne di acquisizione da volo con drone. Sia le ortofotoimmagini ad altissima risoluzione georiferite, sia i dati del rilievo topografico sono stati utilizzati nel presente lavoro, durante la fase di campagna ma soprattutto in fase di elaborazione delle cartografie.



Figura 6.4 Esempio di immagine acquisita da drone, su ortofoto di Geoscopio (fonte dati Regione Toscana), con sovrapposizione di curve di livello elaborate dal rilievo aerofotogrammetrico

6.3 Rilevamento geologico

Il rilevamento geologico ha interessato tutti i siti dove affiora il litotipo Arenaria di Manciano (Cfr. Par. 4.4.2). Nelle tre cave di Manciano, in special modo, si è eseguito un rilievo di dettaglio come verrà approfondito nel Capitolo 7.

I territori studiati ricadono in parte in Regione Toscana ed in parte in Regione Lazio. Per quanto riguarda questa ultima, si sono recuperati i dati cartografici del nuovo foglio del progetto CARG in scala 1:50.000 Foglio 355 "Ronciglione", essenzialmente per gli affioramenti di *Colle Diana* e del foglio CARG in scala 1:50.000 354 "Tarquinia" per gli affioramenti di *Tarquinia, Monte Romano e Bagni Sant'Agostino (Civitavecchia)*. Utile al presente studio è stata anche la cartografia già prodotta da Fazzini et al., (1972). Tutti i files raster sono stati georiferiti ed in parte vettorializzati. Senza dubbio la cartografia geologica in Regione Toscana è risultata molto più fruibile ed aggiornata rispetto a quella della Regione Lazio. La ragione principale è la presenza di un Sistema informativo territoriale (Geoscopio) funzionante. È degno di nota il lavoro fatto sulla vettorializzazione e

l'aggiornamento dei dati in esso contenuti. Tali dati sono acquisibili direttamente in forma di Shapefiles o raster georiferiti. Da essi, facilmente si è potuto convertire i vettoriali in files .Kml che potevano essere proiettati su dispositivi mobili come riportato in Figura 6.5, quindi facilmente sfruttabili durante le operazioni di campagna. Infatti, durante il rilevamento geologico sono stati utilizzati strumenti tecnologici quali tablet e smartphones per integrare rapidamente i dati acquisiti già georeferenziati all'interno del progetto GIS (cfr 6.6). A tale scopo sono state preventivamente installate applicazioni grafiche quali Google Earth® e soprattutto GPX Viewer® che hanno la possibilità di visualizzare fotografie aeree e satellitari. La comodità di tali strumenti è enorme in quanto, oltre a fornire l'indicazione precisa della posizione in tempo reale utilizzando il GPS integrato nei dispositivi stessi, ed a poter acquisire foto ad alta risoluzione comprensive di indicazione geografica (geotagging), è possibile caricare file vettoriali appositamente creati attraverso lo strumento GIS utilizzato e di cui si parlerà al Par. 6.6.

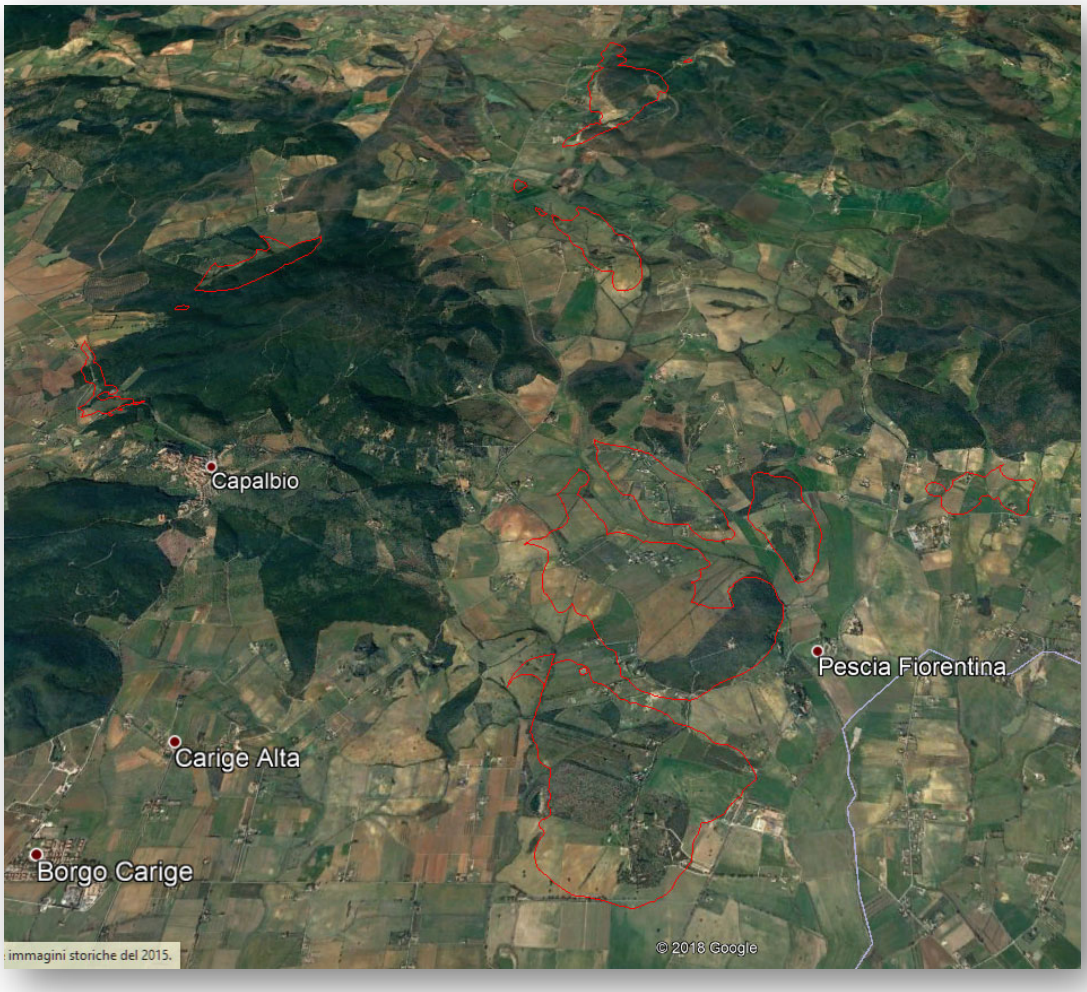


Figura 6.5 Ortofoto tratta da Google Earth® con file. KML sovrapposti (bordo rosso) che indicano aree di affioramento delle Arenarie di Manciano

L’organizzazione del lavoro ha seguito i seguenti passi:

- è stata realizzata una cartografia degli affioramenti a larga scala per ubicare i siti ove è presente il litotipo studiato "Arenaria di Manciano" con riportati i siti di osservazione ed il campionamento eseguito. Tale carta è stata utile per l'organizzazione del lavoro e l'indicizzazione dei campioni raccolti.
- si è ricostruita una carta geologica di media scala sull'affioramento di Manciano, con l'ubicazione delle 3 cave ed i principali elementi strutturali dell'area. Tale carta è stata utile anche per ricostruire il contesto strutturale dell’area di Manciano (cfr Allegato 4).
- si sono predisposte carte topografiche e ortofotocarte ad alta risoluzione per le 3 cave di Manciano. Tali carte sono state utili per organizzare il rilievo geologico/geomeccanico e fornire la base per l’ubicazione delle stazioni di acquisizione come da punto successivo
- si sono elaborate delle colonne stratigrafiche sulla base delle foto acquisite. Per ogni colonna stratigrafica, si sono riconosciute le strutture sedimentarie e gli elementi come da paragrafo 6.5.
- Ogni colonna stratigrafica è stata unita con le altre, lungo una sezione geologica rappresentante l'intero spaccato di cava (Cap. 7), una o più di una sezione per ogni cava.
- Le colonne stratigrafiche interpretate sono poi state correlate con quelle delle altre cave ricostruendo un pannello di correlazione (Allegato 5)

Come accennato, durante il rilevamento geologico sono stati raccolti molti campioni, più di 100. A tali campioni è stata data una sigla corrispondente alla località o alla cava dalla quale provenivano e sono stati utilizzati per diverse analisi:

- Composizione petrografica e del contenuto micropaleontologico (cfr Par.9.2).
- Analisi sulla materia organica (Par. 9.3)
- Analisi geochimiche isotopiche rapporto $^{87}Sr/^{86}Sr$ (Par. 9.4)

I campioni raccolti fuori dalle aree di cava sono stati ubicati nel progetto GIS, quelli prelevati nelle aree estrattive oltre al progetto GIS sono stati indicati anche sulle colonne stratigrafiche ricostruite.

Per un elenco dei campioni si rimanda al Cap. 7 specificatamente per quelli raccolti nelle aree di cava ed al Cap. 8 (all’interno delle schede riassuntive) per quelli raccolti dagli affioramenti di Arenaria di Manciano al di fuori dalle aree estrattive

6.4 Rilevi fotografici di dettaglio e strumenti ausiliari

Durante i rilievi in situ sono state acquisite molte fotografie comprensive di informazioni geografiche (geotagging).

Specificatamente nelle 3 cave di Manciano e, seppur speditamente, in un affioramento a Bagni Sant'Agostino (Civitavecchia), si sono eseguite ricostruzioni con dettaglio millimetrico dei fronti cava esposti e degli affioramenti presenti.

Alcuni fronti cava erano alti più di 10 metri (fino a 11m) e per riuscire a fotografarli da vicino sarebbe stato impossibile utilizzare ponteggi o droni multirotore. I ponteggi non erano utilizzabili in cantiere per questioni di sicurezza, per il fondo sconnesso, il vento ecc, i droni multirotore non erano utilizzabili sia a causa del costo elevato, sia poiché la distanza a cui si voleva acquisire la foto non permetteva un volo in sicurezza. Per avere comunque tali informazioni si è deciso di costruire uno strumento in grado di comunicare con l'operatore e scattare foto a poca distanza dai fronti tagliati.

Si è utilizzato un porta-cellulari economico, tipo selfie-stick, si è ben fissato ad una asta telescopica con estensioni bloccabili da rotazione del manico (Figura 6.6a). Attraverso l'uso di un telecomando bluetooth, si sono potute scattare le foto dallo smartphone issato in aria (Figura 6.6 b e c). Dopo i primi utilizzi, si è poi migliorata l'acquisizione delle immagini, a volte sfocate, sostituendo il selfie stick con una più comoda DJI Osmo mobile® (Figura 6.6b), ovvero uno stabilizzatore ottico (gimbal) su tre assi. Tale strumento elettronico, fornito dal dipartimento DAFNE dell'Università della Tuscia, attraverso dei giroscopi interni, riesce a stabilizzare le immagini e a renderle dritte sull'asse verticale, migliorando di molto la post-elaborazione. Come scala metrica si è utilizzata inizialmente un’asta metrica da cantiere estensibile fino a 10m con moduli da 2metri e punta in ferro, tale asta è stata poi sostituita da un metro flessibile o da una fettuccia metrica (Figura 6.6c).

Le immagini raccolte per ogni stazione di misura, sono state fuse insieme con software grafici gratuiti a formare colonne di immagini ad altissima risoluzione. Tali immagini sono state poi utilizzate per la ricostruzione dei log come di seguito riportato.

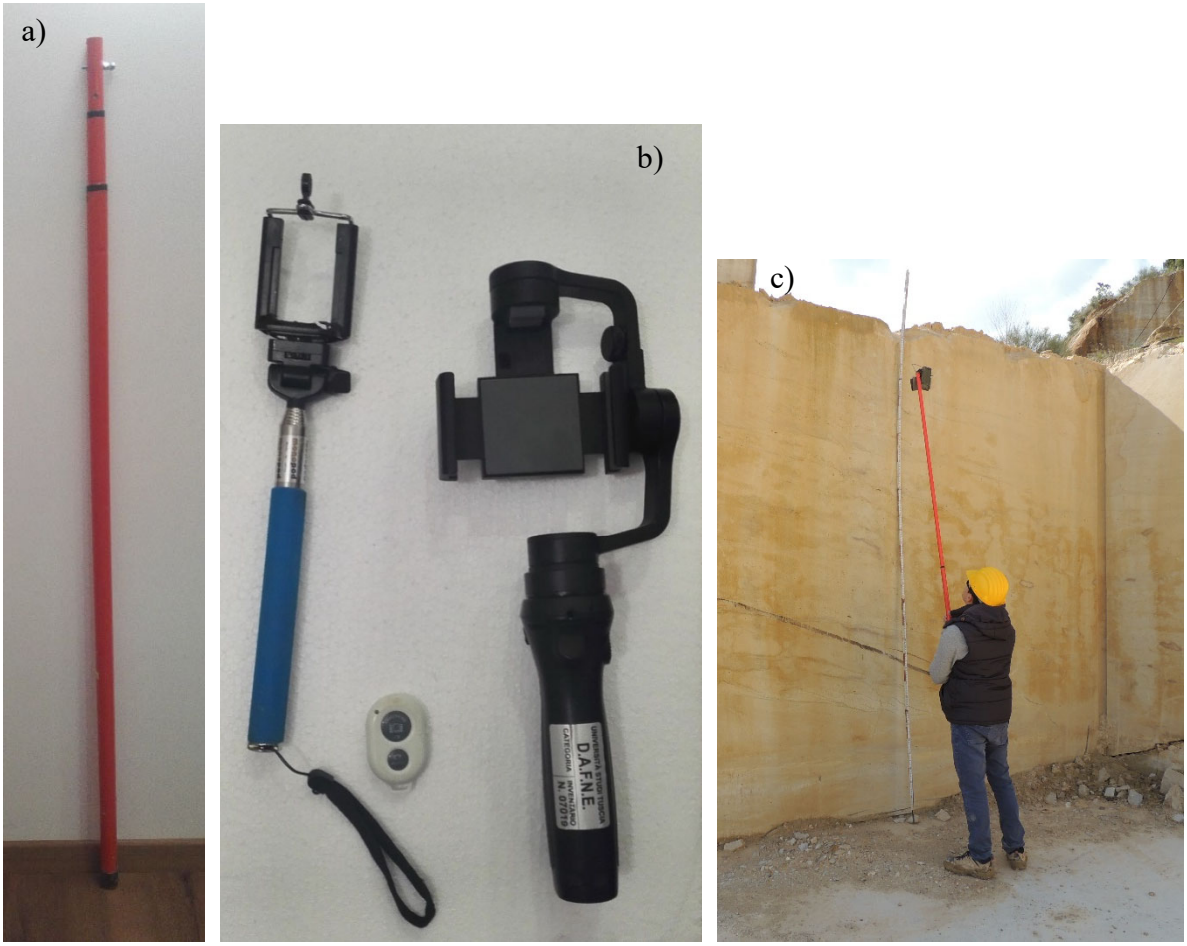


Figura 6.6 Acquisizioni foto su log verticale. a) asta telescopica metallica b) Selfie stick, telecomando bluetooth e stabilizzatore gimble DJI-Osmo c) Asta metrica e dispositivi di sicurezza durante l'acquisizione

6.5 Misura di logs stratigrafici

Per ognuna delle tre cave studiate in Comune di Manciano è stata eseguita la seguente procedura:

1) Raccolta informazioni digitali (Cartografia di base, Ortofoto, curve di livello, limiti geologici, giaciture ecc)
2) Sopralluogo con acquisizione foto panoramiche di insieme
3) Scelta dei punti di acquisizione dei log su traccia di sezione
4) Acquisizione log nelle diverse stazioni prescelte
5) Ricostruzione colonne fotografiche
6) Interpretazione delle colonne fotografiche ricostruite
7) Elaborazione dei LOG stratigrafici per ogni singola stazione
8) Costruzione di un LOG di cava unico sulla sezione prescelta (per le cave Gamberaio e Scarceta)

Con le fotografie raccolte ed unite in colonne alte usualmente da 5 a 8 metri, si sono ricostruiti dei log stratigrafici contenenti le seguenti informazioni:

- Granulometria
- Strutture sedimentarie
- Grado di bioturbazione
- Presenza di ciottoli o elementi carboniosi
- Contatti di strato
- Direzione delle paleocorrenti
- Resti fossili

Per quanto riguarda la rappresentazione della granulometria in colonna, si è usata una scala orizzontale e colorata, che spaziava dalle peliti, alla sabbia, fino alla ghiaia (cfr. Figura 6.8). Per la sabbia si è distinta la presenza di sabbia molto fine, fine, media, grossolana e molto grossolana, i risultati dell'analisi da foto sono stati confrontati in sito con l'ausilio di un comparatore appositamente ricostruito con granuli setacciati (Figura 6.7).

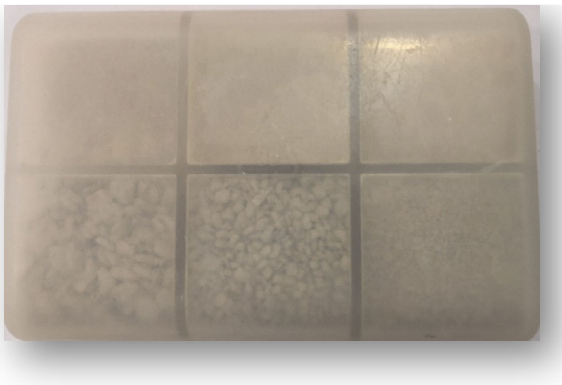


Figura 6.7 Comparatore ricostruito

I macrofossili presenti, interi o meno, appartenevano soprattutto alla classe di Echinidi e bivalvi (fam. Ostreidi) o in pochi casi dei Gasteropodi.

Le geometrie riconoscibili delle forme sedimentarie sono state evidenziate con polilinee disegnate, mentre per restituire graficamente la presenza di strutture sedimentarie, presenza e grado di bioturbazione, ciottoli, elementi carboniosi, fossili e superfici di contatto, si sono usati i simboli riportati in legenda (Figura 6.7). Tale legenda è quasi esclusivamente ricavata dal database "Digital Cartographic Standard for Geologic Map Symbolization" della Federal Geographic Data Committee (https://ngmdb.usgs.gov/fgdc_gds/geolsymstd.php) ad eccezione dei simboli delle strutture sedimentarie disegnate per l'occasione.

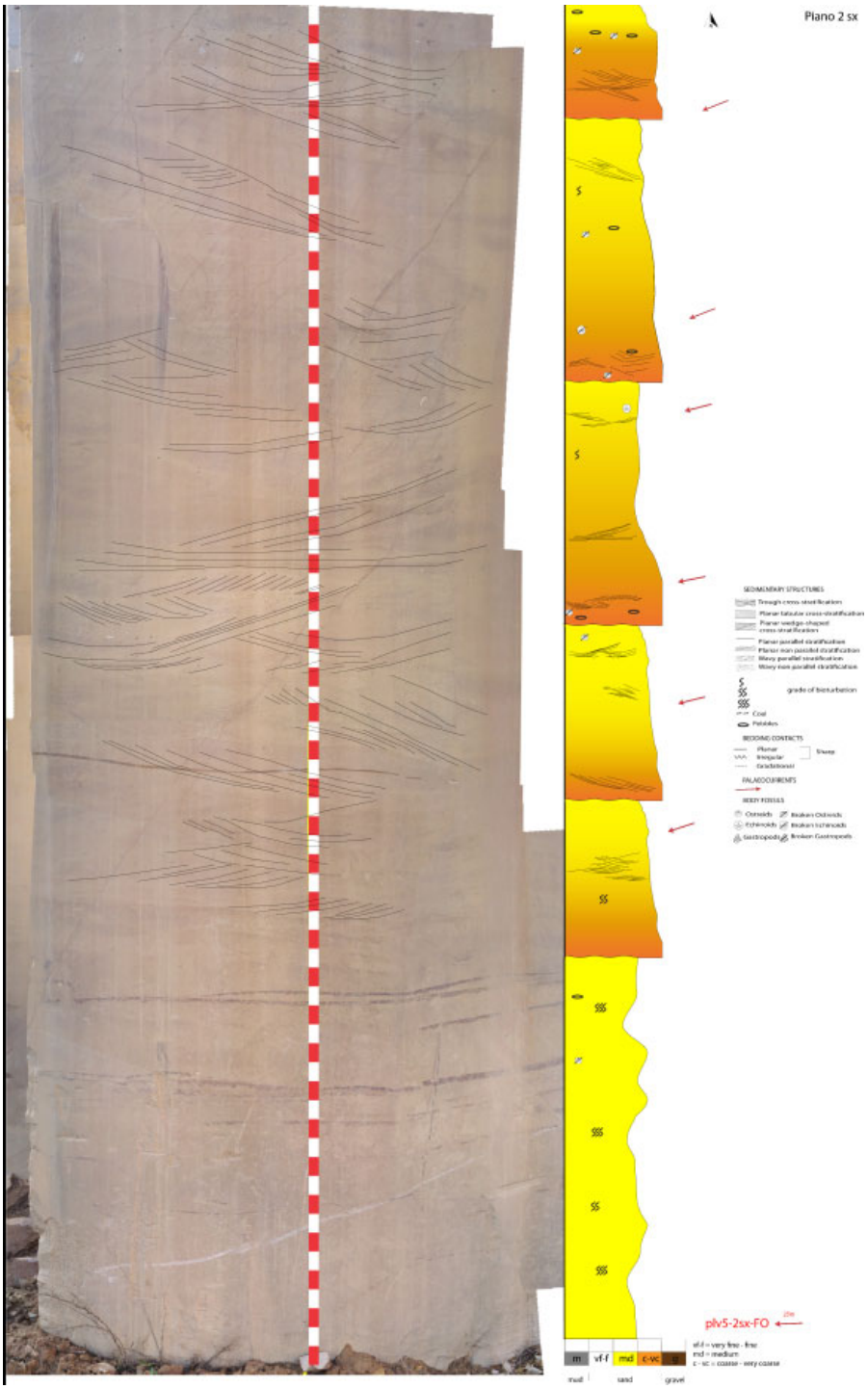


Figura 6.8 Esempio di restituzione grafica di un log stratigrafico (Log piano 2 sx PLV)

Sulle colonne stratigrafiche inoltre, sono state riportate le sigle dei campioni eventualmente raccolti nelle vicinanze e l'orientazione dei fronti cava censiti rispetto al Nord.

Le immagini raccolte, le colonne fotografiche ricostruite e le colonnine stratigrafiche interpretate alla fine del lavoro hanno prodotto files multimediali per oltre 1 Terabyte di dimensioni totali.

Per le cave più piccole, Gamberaio e Scarceta, si è deciso di unire verticalmente e correlare orizzontalmente le varie colonne stratigrafiche ottenendo una singola colonna stratigrafica per cava.

I logs stratigrafici sono stati acquisiti per ogni stazione di misura come da Capitolo 7. Nello stesso capitolo sono riportate le miniature dei log ricostruiti divisi per cave; si rimanda all'Allegato 5 per l'appendice contenente i singoli Log e le loro ubicazioni a più larga scala.

6.6 Progetto GIS

Per gestire la notevole ed eterogenea mole di dati acquisiti attraverso i rilievi geologici e geologico-tecnici, la misura di log stratigrafici, l'analisi dei dati bibliografici e cartografici disponibili, il telerilevamento con droni, i rilievi fotografici, i campioni prelevati, i risultati delle analisi, ecc.; è risultato indispensabile la realizzazione di un progetto GIS con un relativo *database*.

Tale strumento inoltre, è risultato utilissimo non solo per gestire e rendere facilmente consultabili le informazioni relative ai siti estrattivi investigati, ma anche per avere un quadro d'insieme del contesto geologico strutturale e paleogeografico in cui essi si vanno ad inserire

Il *software* GIS scelto è stato Quantum GIS, che si è rivelato versatile, con una facile interfaccia e con *plugins* molto utili grazie alla presenza di una *community* molto attiva. Non è da tralasciare il fatto che è *OpenSource* e completamente gratuito.

Nel progetto sono stati inseriti tutti i dati, in alcuni casi di estremo dettaglio, acquisiti grazie alla collaborazione con la società Pietre Santafiora s.r.l. ed in particolare il rilevamento con il drone (cfr par. 6.2) con le relative ortofotogrammetrie ad alta risoluzione (Figura 6.9) e le accuratissime informazioni topografiche (curve di livello ad 1 metro).

Oltre a tali dati si sono recuperate le informazioni di base, quali: ortofoto satellitari, carte tecniche regionali, fogli dell'Istituto Geografico Militare (IGM) a varie scale, carte geologiche in scala 1:10.000, limiti geologici, giaciture ed altro ancora, dal portale GeoScopio della Regione Toscana. Tale strumento si è rivelato utilissimo, come descritto al Paragrafo 6.3. Per la Regione Lazio invece si è utilizzato il portale *OpenData* (https://dati.lazio.it/it).

Grazie alla disponibilità dei dati del progetto INSPIRE (***IN****frastructure for* ***SP****atial* ***I****nfo****R****mation in* ***E****urope*) resi disponibili attraverso il Geoportale Nazionale (Portale Cartografico Nazionale del Ministero per l'ambiente: http://www.pcn.minambiente.it) si è potuto usufruire di informazioni quali: limiti amministrativi (Comunali, Provinciali, Regionali), linee di costa, batimetrie, modelli digitali

del terreno (DTM 20m) e altro. Attraverso il portale dell'ISPRA (Istituto Superiore, per la Protezione e la Ricerca Ambientale) si sono infine recuperate altre informazioni relative alla Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 e 1:50.000 e ad altri tematismi.

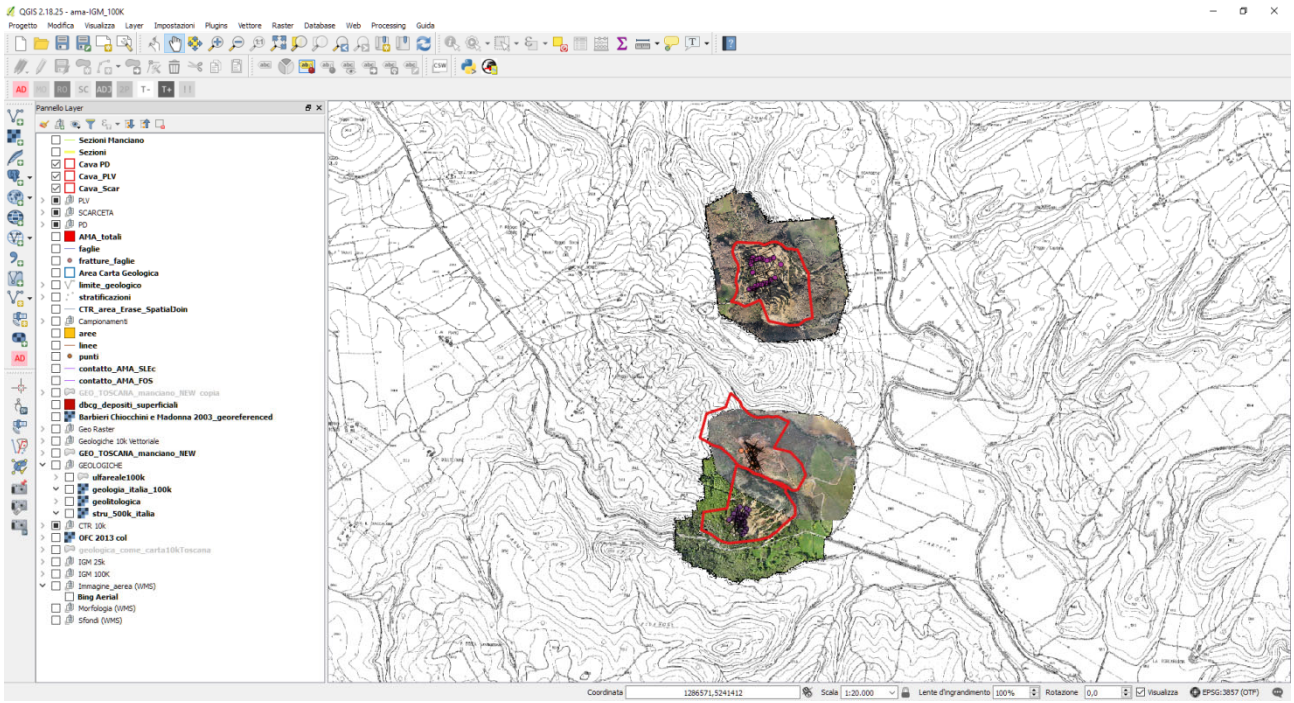


Figura 6.9 Esempio dell'ambiente di lavoro del progetto QGIS. Ortofotoimmagini di dettaglio ubicate su CTR della Regione Toscana. I perimetri delle cave sono sovrapposti.

Ove possibile (Geoportali regionali) sono stati scaricati gli *shapefiles* vettoriali, che sono più comodi da utilizzare in "locale", mentre, per i dati provenienti dai portali nazionali in genere, sono risultati disponibili solamente i servizi WMS (*Web Map Services*).

Attraverso il progetto GIS è stato possibile gestire i numerosi strati informativi acquisiti, sia attraverso rilievi diretti di terreno, sia attraverso tutti i dati bibliografici e cartografici disponibili. La possibilità di portare alla stessa scala i numerosi tematismi è risultata utilissima ai fini di un loro confronto e della pianificazione delle successive attività svolte sul terreno per un loro controllo.

Per la produzione delle varie carte geologiche, nella fase di acquisizione dei precedenti dati bibliografici, sono state georeferenziate le carte disponibili in formato raster, ma al tempo stesso sono stati utilizzati anche i dati vettoriali scaricabili e quelli messi a disposizione mediante i servizi WMS. In particolare, per questi ultimi è stato necessario verificare l'effettivo significato di ogni set di metadati, il sistema di riferimento, le metodologie tramite le quali sono stati compilati, la scala originaria e l'anno di aggiornamento e/o di produzione.

È stato comunque necessario introdurre ulteriori modifiche dopo aver eseguito i rilievi di terreno durante i quali è stata verificata la effettiva congruenza dei limiti geologici, la natura e le caratteristiche degli affioramenti che sono stati sinteticamente descritti nelle relative schede (cfr cap. 8).

Tutte le informazioni raccolte sono state georeferenziate e categorizzate in sottocartelle, suddivise per siti di studio e collegate al progetto Gis, mediante ipertesti con rimando alle cartelle stesse per avere un quadro più ordinato e immediatamente reperibile durante le fasi di controllo, che sono seguite alla fase di raccolta informazioni.

I principali *layers* ottenuti incrociando le diverse informazioni ed in alcuni casi vettorializzando o realizzando ex novo gli *shapefiles* sono ad esempio:

- Schemi strutturali o tettonici prodotti negli ultimi decenni da vari Autori
- Schemi paleogeografici
- Distribuzione degli affioramenti delle Arenarie di Manciano
- Perimetri e dati relativi ai siti estrattivi analizzati
- Carta geologica dei siti estrattivi analizzati
- Dati del rilevamento geologico tecnico
- Punti di campionamento
- Punti di osservazione e di misura (log stratigrafici, dati strutturali, osservazioni stratigrafiche, documentazione fotografica, ecc)
- Traccia dei *logs* stratigrafici
- Tracce di sezione geologica
- Distribuzione delle varietà commerciali
- Ecc.

Inoltre, per il confronto e l'analisi delle informazioni acquisite sono risultati utili una serie di strati informativi riguardanti:

- Carte geologiche vettoriali della Regione Toscana, della Regione Emilia-Romagna e della Regione Lazio (Distribuzione delle unità Epiliguri Tirreniche ed appenniniche)
- Dati CROP con relative tracce di sezione (Finetti et al., 2001) e WMS (Ispra)
- Dati VIDEPI relative ai pozzi profondi (Geoscopio)
- DATI ISPRA relativi ai pozzi denunciati (banca dati della Legge 464/84)
- Unità tettoniche in scala 1:500.000 (ISPRA)

- Modello strutturale d'Italia in scala 1:500.000 (CNR)
- Carte geologiche prodotte a varie scale da diversi Autori negli ultimi decenni in formato raster e successivamente georeferenziate

Per quanto riguarda l'ultimo punto elencato, sono risultati utilissimi i plugins gratuiti: "*Georeferenziatore Raster GDAL*" e "*Free hand raster georeferencer*" che hanno permesso la georeferenziazione di diverse cartografie provenienti da molte pubblicazioni (cfr Par. 4.4).

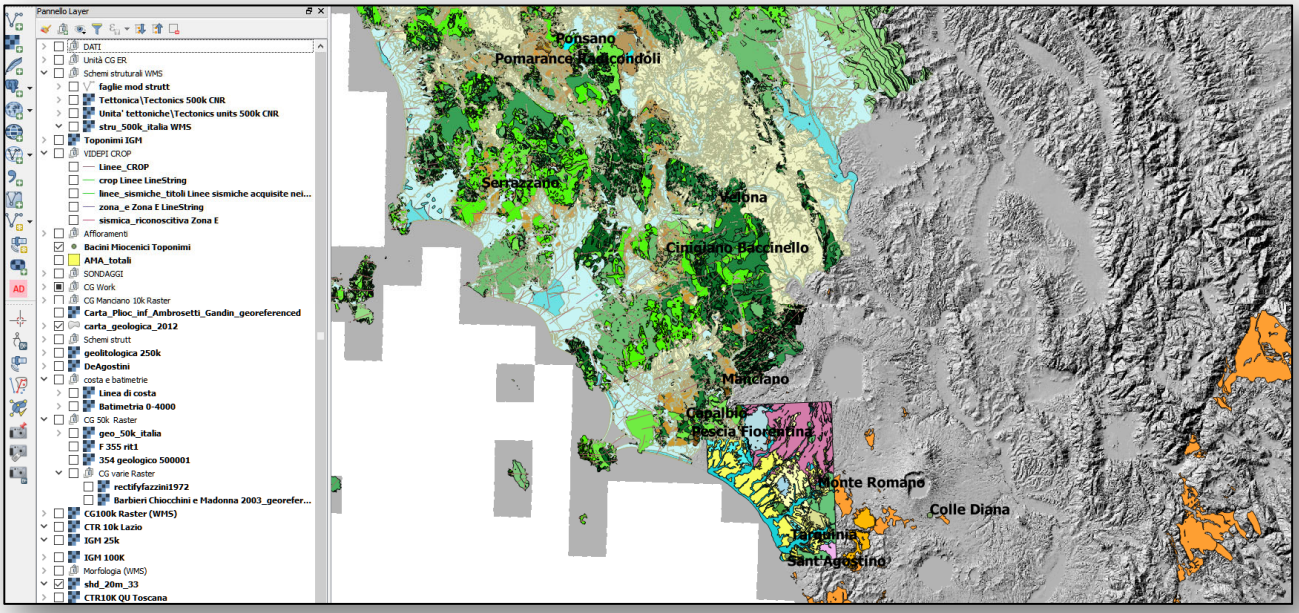


Figura 6.10 Esempio di sovrapposizione di shapefiles vettoriali contenenti informazioni sulle unità geologiche a scala regionale, sovrapposti al modello digitale del terreno

Grazie all'utilizzo di alcune funzioni 3D di QGIS ed in alcuni casi di altri software GIS, è stato possibile ricostruire un modello digitale del terreno di dettaglio, che ha permesso un'analisi tridimensionale degli strati informativi su di esso "spalmati", ed in particolare della cartografia geologica (Figura 6.11).

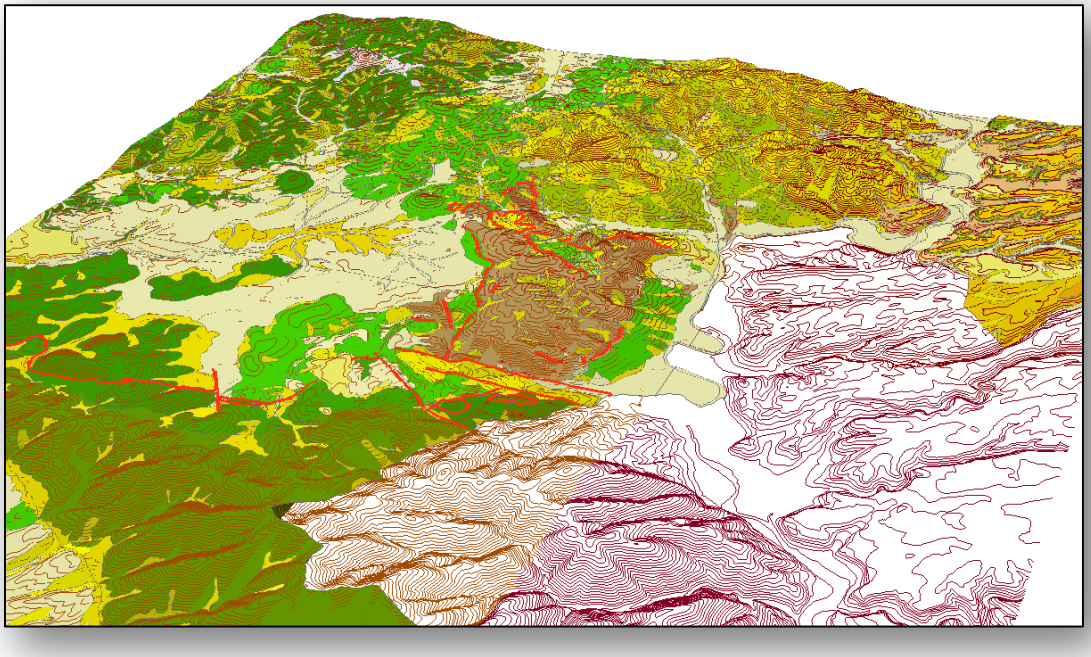


Figura 6.11 Esempio di ricostruzione 3d dell'area di studio con sovrapposizione della carta geologica

7 Rilievo dei siti estrattivi investigati

I siti investigati rientrano nelle zone per le quali è disponibile la nuova carta geologica della Toscana in scala 1:10.000 (Allegato 4) che è stata utilizzata come base di partenza per i rilievi di dettaglio eseguiti nei singoli siti.

Sulla di essa è stata costruita una sezione geologica (*Figura 7.3*) passante per le 3 cave agganciandola ai profili geologici delle sezioni 343070 (*Figura 7.1*) e 343030 (*Figura 7.2*) della carta geologica della Regione Toscana, utile per inquadrare, seppur non in dettaglio, il contesto geo-strutturale.

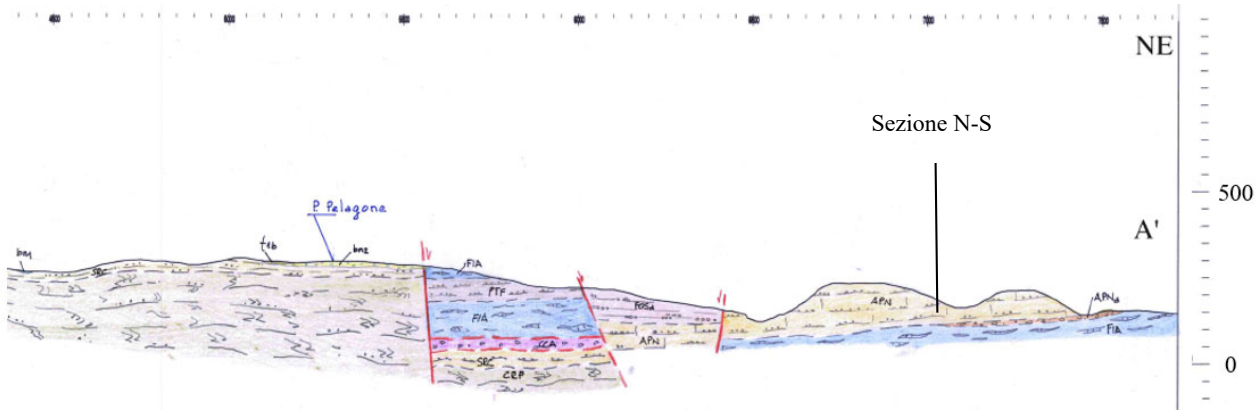


Figura 7.1 Stralcio della sezione 343070 porzione terminale NE con ubicata l'intersezione con la sezione N-S ricostruita

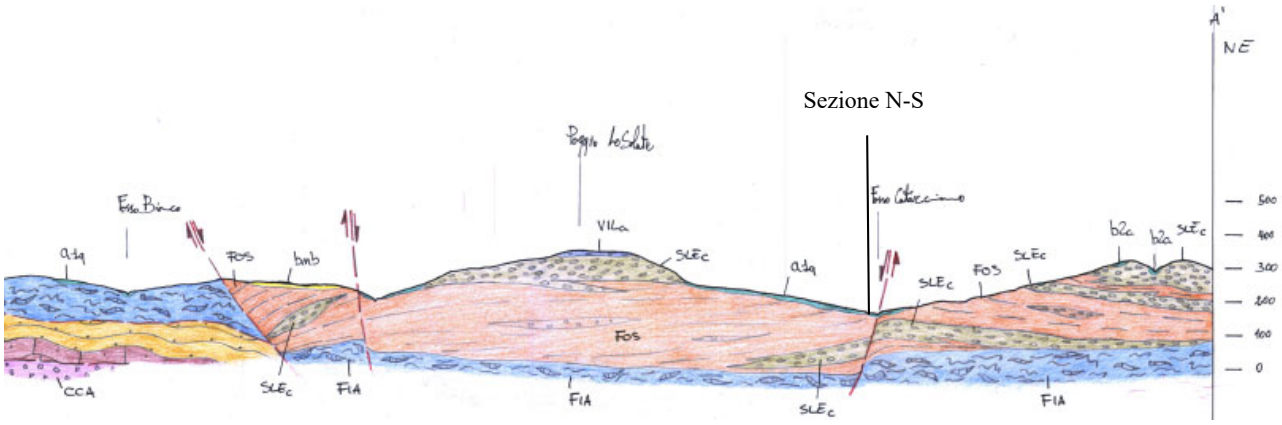


Figura 7.2 Stralcio della sezione 343030 porzione terminale NE con ubicata l'intersezione con la sezione N-S ricostruita

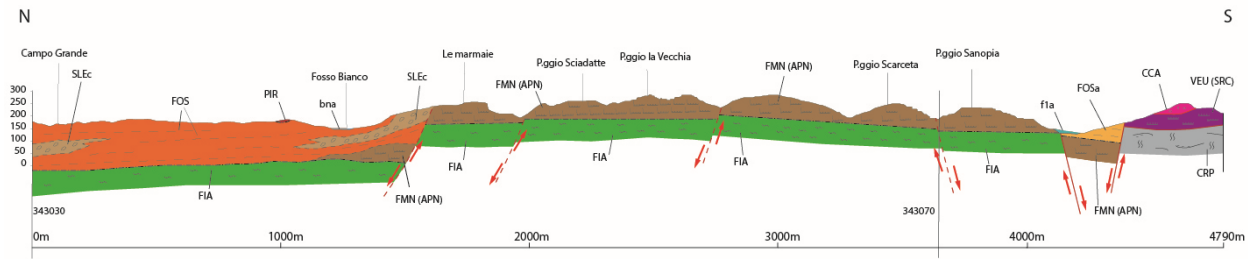


Figura 7.3 Sezione N-S passante per le 3 cave

Durante i rilievi in situ delle singole cave, in precedenza pianificati anche attraverso l'utilizzo delle immagini e delle cartografie (modelli digitali del terreno, rilievo da drone ecc) (cfr Par. 6.3) inserite nel progetto GIS (Par. 6.6), sono state inoltre raccolte informazioni circa lo stato di fratturazione dell'ammasso roccioso di ogni cava, censendo le discontinuità ed i giunti di strato più importanti. (Cfr par. 7.4).



Figura 7.4 Foto panoramiche delle 3 cave esaminate, dall'alto: a) Gamberaio (Pietra Dorata); b) Scarceta; c) Poggio la Vecchia

La seconda fase è stata la più pesante in termini di informazioni raccolte, perché è consistita nella rilevazione, attraverso strumenti realizzati ad hoc (6.4), di fotografie di dettaglio dei fronti cava, con

immagini acquisite a circa 80-100cm di distanza dalle pareti (Par. 6.4). Tale operazione ha riguardato più di 70 stazioni di misurazione in cui si sono acquisite più di 1.000 fotografie per un totale di più di 100 Gigabyte di dati.

L'analisi dei dettaglio ha riguardato le tre cave studiate. L'ammasso roccioso studiato, ha caratteristiche simili per tutti e tre i siti investigati. esso è soprattutto a composizione arenacea abbastanza pulita, così come verificato sia durante il rilievo geologico generale (par. 6.3), sia durante l'acquisizione delle immagini come da par. 6.4. Ad eccezione di alcuni strati conglomeratici e di uno strato carbonioso al piano 7 della cava di Poggio la Vecchia, lo studio sulle strutture sedimentarie ha riguardato le facies arenacee e le tracce fossili, ovvero le facies più utilizzate a livello commerciale.

Per quanto riguarda le strutture sedimentarie osservate, la quasi totalità delle laminazioni appare incrociata. Fra queste in maggioranza si notano strutture tipo "Trough cross-bedding" ovvero laminazioni incrociate a festoni; talvolta sono anche distinguibili laminazioni incrociate planari tipo "Tabular cross-bedding". In alcuni casi sono anche state notate strutture incrociate tipo Hummocky. (cfr Par. 2.5). Per una trattazione più esaustiva e per i dettagli fotografici si rimanda al paragrafo 9.1 e all'Allegato 5.

Per le tracce fossili invece, avendo un apprezzabile mercato anche le varietà commerciali bioturbate, si è cercato di risalire al tipo di icnofossili presenti e di dare una sorta di classificazione dei materiali che presentavano queste tracce. Si rimanda al par. 9.1 per i dettagli circa lo studio icnologico e per la classificazione proposta ai fini commerciali.

Per quanto riguarda la correlazione dei dati, avendo a disposizione strumenti cartografici molto dettagliati, soprattutto le Carte Tecniche Regionali in scala 1.10:000 ottenute da Geoscopio (sistema informativo territoriale SIT della Regione Toscana) e informazioni topografiche dettagliatissime (Cfr 6.2). Le sezioni misurate sono state poi utilizzate con i dati che si avevano a disposizione, per costruire un pannello di correlazione che mostrasse i rapporti stratigrafici tra le successioni affioranti nelle tre cave esaminate (Par. 6.3 e 6.5). Il criterio che è stato utilizzato è quello dello spianamento con un livello/superficie di riferimento (datum); questo ha consentito di eliminare gli effetti della tettonica successiva al datum di riferimento e di meglio valutare le relazioni stratigrafiche e di tipo ambientale tra le diverse porzioni investigate.

Il risultato, al netto della tettonica, ha mostrato un trend delle facies osservate, compatibili con le interpretazioni che sono state prodotte. Il pannello di correlazione così ricostruito (Allegato 5), dipingeva uno spaccato dell'ambiente di deposizione come si vedrà al Par. 9.5.

Di seguito si producono per ognuna delle cave:

- le ortofoto di dettaglio, con ubicati i punti di acquisizione fotografica per la ricostruzione dei log stratigrafici e le sezioni passanti per tali punti
- le miniature di tutti i log raccolti nelle varie stazioni, divisi per cava. (Si rimanda all'Allegato 5 per il dettaglio di ognuno)
- l'elenco dei campioni raccolti per ogni cava, indicante, nel nome stesso, il piano da cui è stato raccolto il campione, in prossimità delle stazioni di acquisizione dei log.

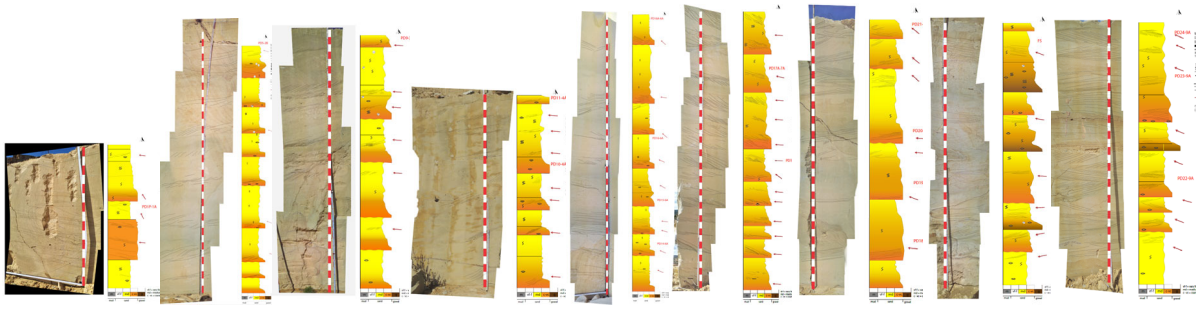
7.1 Cava Gamberaio (PD)



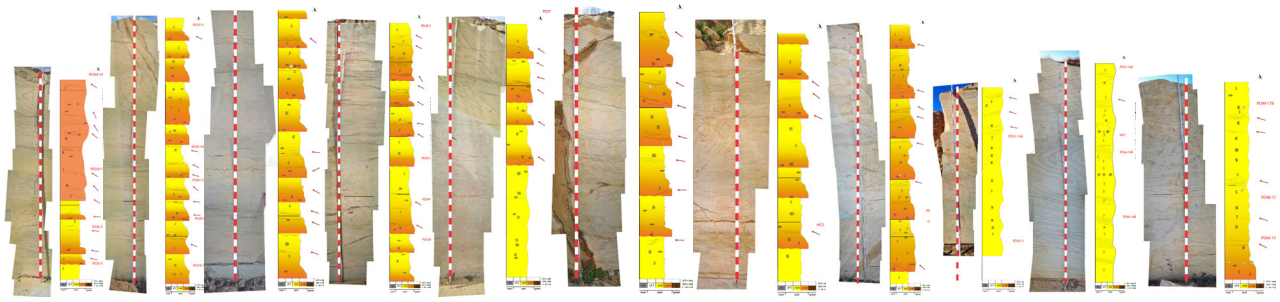
Figura 7.5 Sezioni dei log stratigrafici Cava Gamberaio (PD). Ortofoto fuori scala

CAMPIONI PRELEVATI ALLA CAVA DI GAMBERAIO (PIETRA DORATA)	
PD1-1A	PD28-11A
PD2-1A	PD29-11A
PD3-2A	PD30-11A
PD4-2A	PD31A-11B
PD4c-2B	PD31B-11B
PD5-2B	PD33-11A
PD6-3A	PD33A-12A
PD7-3A	PD34-12A
PD8-3A	PD35-12A
PD9-3B	PD37-12B
PD10-4A	PD38-12A
PD11-4A	PD39-13A
PD12-5A	PD40-13A
PD13-5A	PD41-13A
PD14-6A	PD42-14A
PD15-6A	PD43-15B
PD16-6A	PD44-15B
PD16A-6A	PD45-16B
PD17-7A	PD46-16B
PD18-8A	PD47-16B
PD19-8A	PD48-17B
PD20-8A	PD49-17B
PD21-8A	PD50-15A
PD22-9A	PD51-15A
PD23-9A	PD52-14AA
PD24-9A	PD60-17B
PD25-10A	F3-14centrale
PD25A-10A	F5-9sx
PD26-10A	F4B-11dx
PD26A-10A	PD4-P2A
PD27-10B	PD1P-1Acentrale
PD27A-11A	

Tabella 7-1 Campioni raccolti nella cava Gamberaio

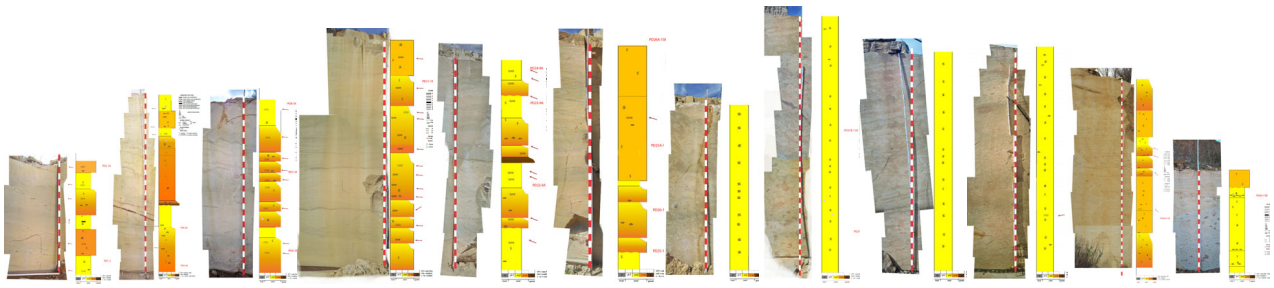


p1 centrale, p2 c, p3b, p4, p6, p7sx, p8, p9sx, p9centro,



p10centro,p11sx,p11centr, p12sx, p12centrale,p13sx, p13centro, p14centro, p15sx, P16dx, p17dx,

ulteriori log di stazioni non passanti per le sezioni:



p1sx, p2, p3sx, p7frontale, p9dx, p10sx, p10dx, p11centrodx,p12dx,p13centrodx,p14sx, P15dx

7.2 Cava Scarceta (SCAR)



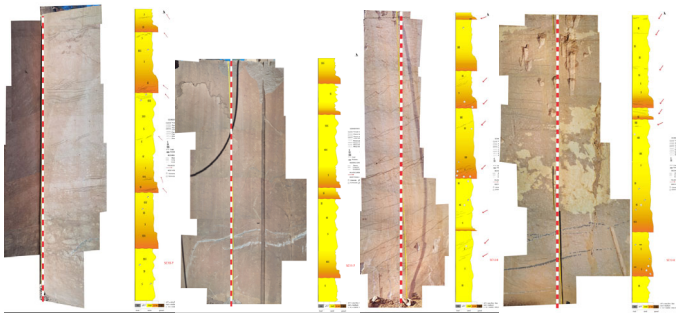
Figura 7.6 Sezioni dei log stratigrafici Cava Scarceta. Ortofoto fuori scala

CAMPIONI PRELEVATI ALLA CAVA DI SCARCETA	
SC1-0	SC8-5
SC2-0	SC9-6
SC3-1	SC10-7
SC4-1	SC11-7
SC5-2	SC12-8
SC6-3	SC13-8
SC7-3-4	

Tabella 7-2 Campioni raccolti nella cava di Scarceta



Log1 p0, log2 p0, log3 p1, log4 p1, log5 p2, log6 p3, log7 p3, log8 p5, log9 p6,



log10 p7, log11 p7, log12 p8, log13 p8

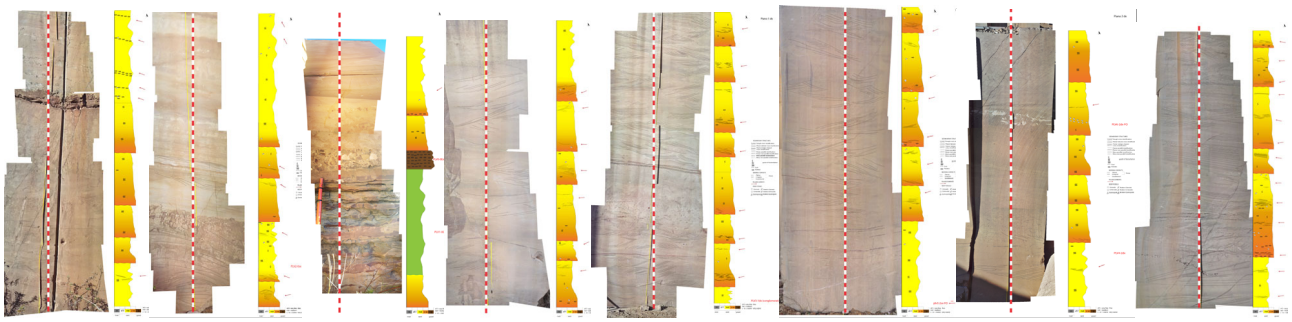
7.3 Cava Poggio la Vecchia (PLV)



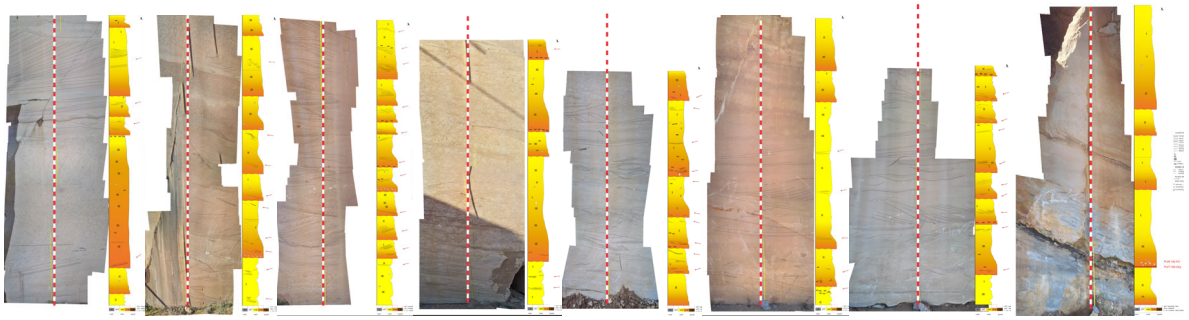
Figura 7.7 Sezioni dei log stratigrafici Cava Poggio la Vecchia. Ortofoto fuori scala

CAMPIONI PRELEVATI ALLA CAVA DI POGGIO LA VECCHIA			
PLV0-0est	PLV7-7dx-Org	PLV0 Est N1 2	PLV7dx Organico 2
PLV1-0Est	PLV8-7dx-FO	PLV 0sx N2	
PLV2-0sx	PLV9-7sx	PLV 1sx	
PLV3-1dx	PLV10-9sx	PLV2sx N3	
PLV4-2dx	PLV12-11dx	PLV3dx	
PLV5-2sx-FO	PLV13-12dx	PLV7dx	
PLV6-2dx-FO	PLV0 Est N1	PLV7dx Organico	

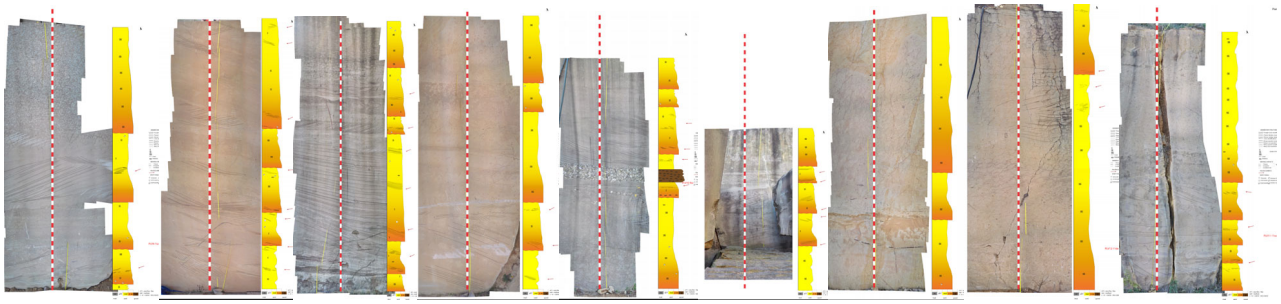
Tabella 7-3 Campioni raccolti nella cava di Poggio la Vecchia



P0 dx, p0 sx, p0est, p1sx, p1dx , p2sx, p2dx, p3dx



P3sx, p4dx, p4sx, p5dx, p5sx, p6dx, p6sx, p7dx



P7sx, p8dx, p8sx, p9sx, p9sx, p10sx, p10dx, p11dx, p11sx

7.4 Rilevamento geologico-tecnico

Per le tre cave studiate è stato eseguito anche un rilievo geologico tecnico speditivo sia per valutare la stabilità dei fronti rocciosi come descritto al par. 2.4 sia per ottenere informazioni circa la frequenza delle fratture e l'individuazione delle famiglie principali. Il rilievo è stato eseguito all'interno di determinate "stazioni RMR" (ovvero Rock Mass Rating da Bieniawski, 1989) ovvero aree delimitate entro cui censire le discontinuità presenti e valutare le condizioni dell'ammasso roccioso. I piani cava usualmente sono risultati coperti di sabbia, per tale ragione è stato possibile raccogliere le informazioni solo dai fronti di cava. Anche in questo caso però, l'omogeneità della parete tagliata con filo diamantato non ha permesso di raccogliere l'immersione nelle piccole fratture.

Di seguito si riportano le immagini delle varie stazioni RMR recensite, per singola cava.



Figura 7.8 Ortofoto in scala 1:2000 della cava di Gamberaio (PD) con delimitazione delle stazioni RMR



Figura 7.9 Ortofoto in scala 1:2000 della cava di Scarceta (SCAR) con delimitazione delle stazioni RMR

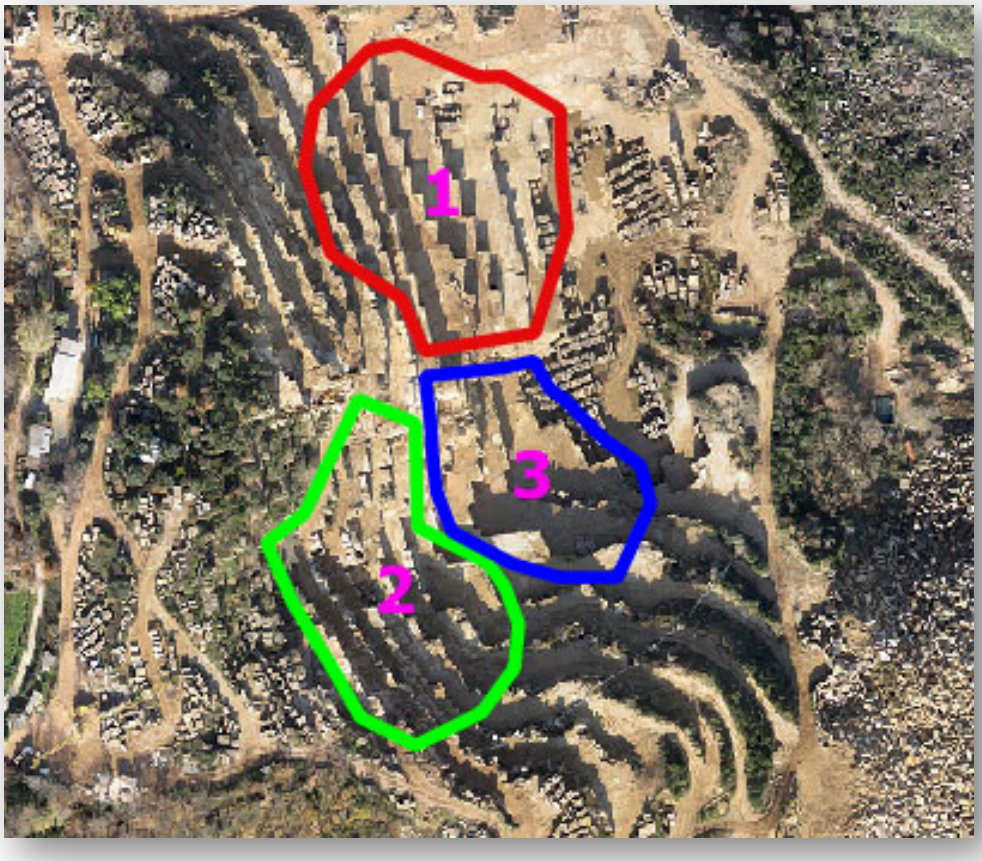


Figura 7.10 Ortofoto in scala 1:5000 della cava di Poggio la Vecchia (PLV) con delimitazione delle stazioni RMR

Di seguito verranno restituite delle immagini per ognuna delle cave su ortofoto da rilievo ortofotogrammetrico di dettaglio con evidenziate le aree distinte per alterazione e frequenza di fratturazione.

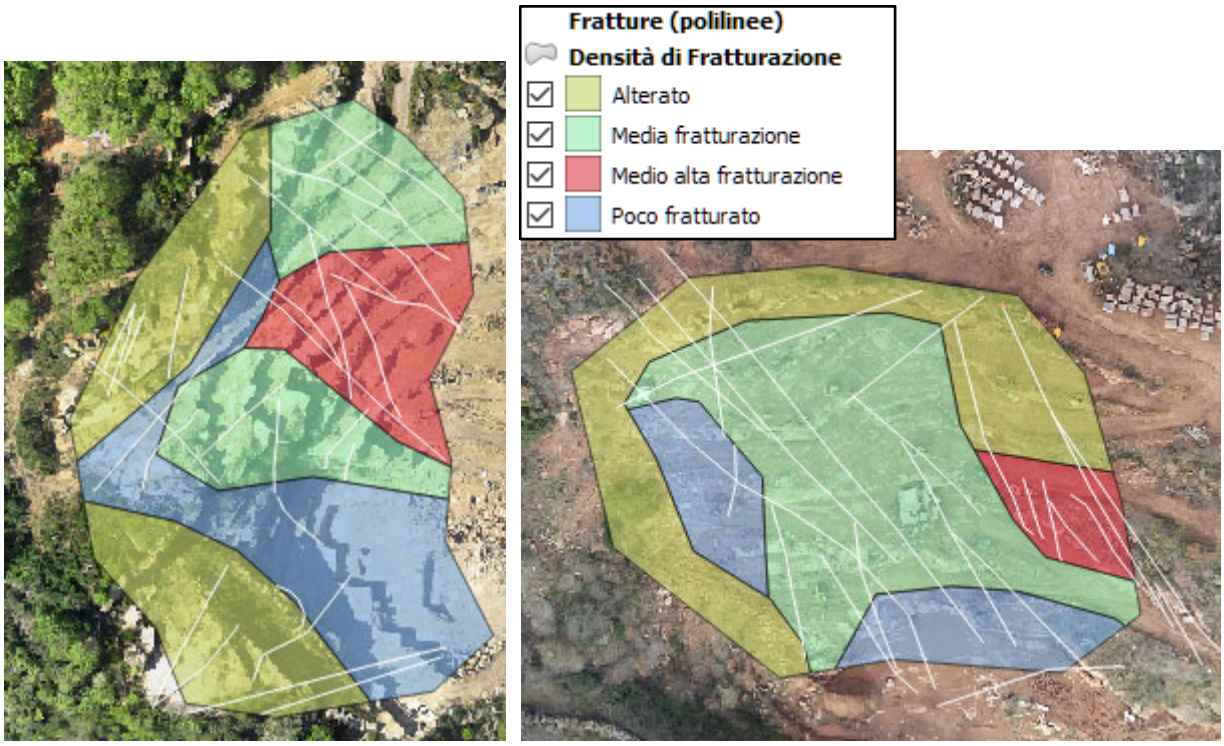


Figura 7.11 Ortofoto 1:3.000 con evidenziata le fratture (in bianco) e le diverse aree a densità di fratturazione. a) cava Gamberaio (PD) e b) Scarceta

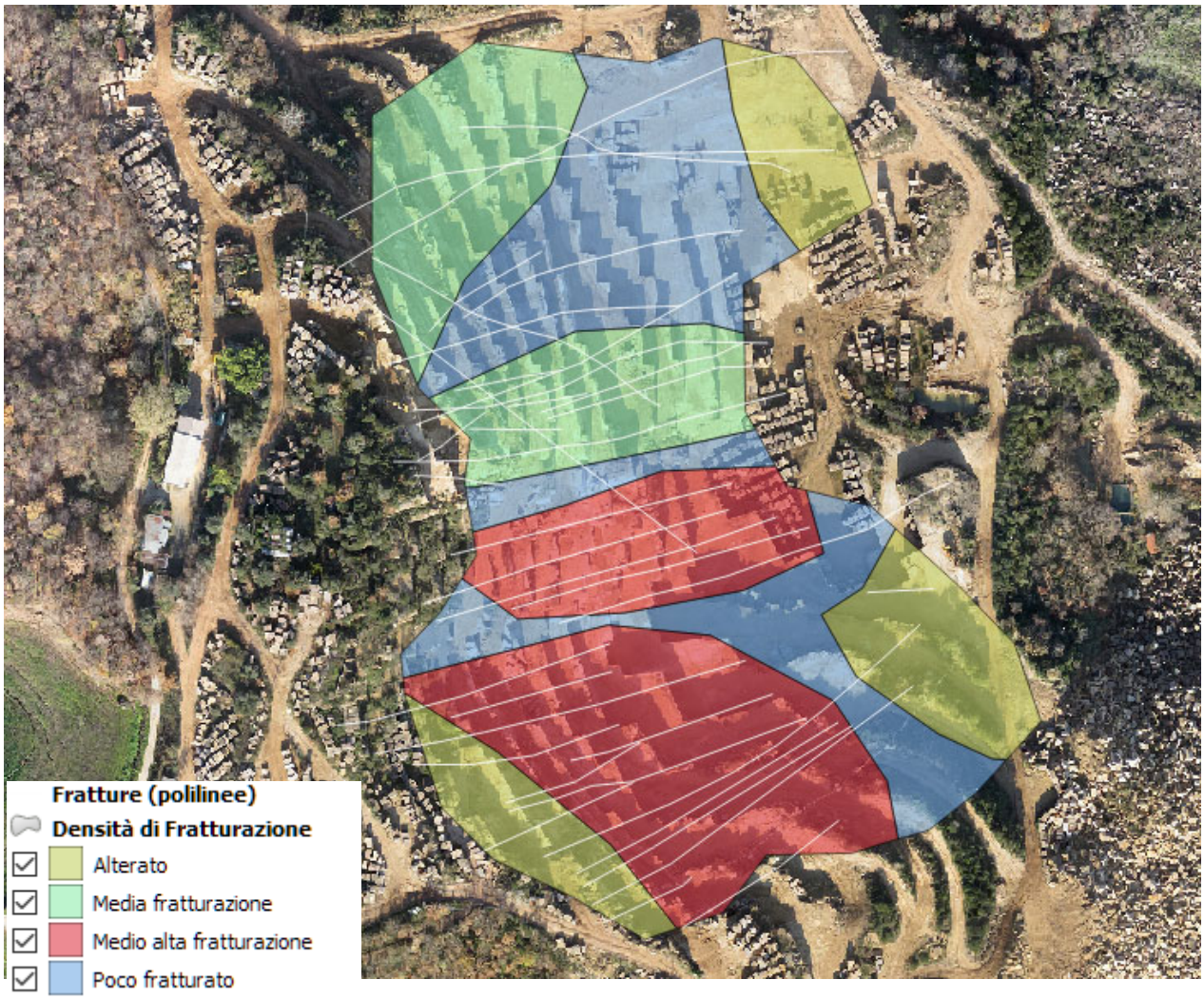
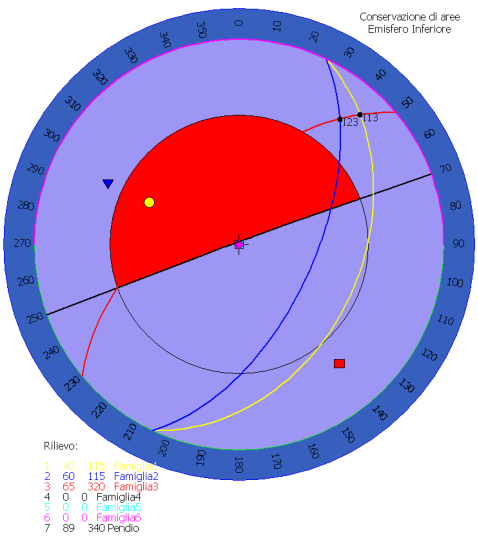


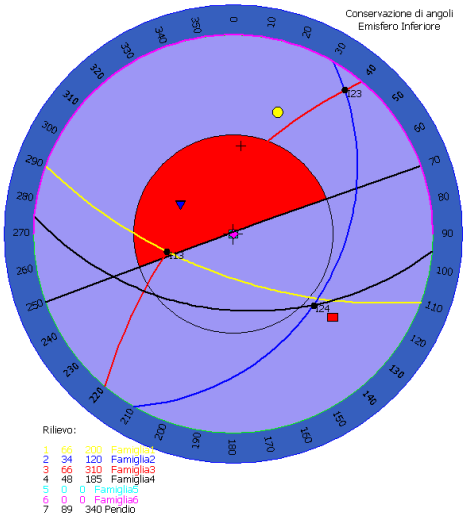
Figura 7.12 Ortofoto 1:3.000 con evidenziata le fratture (in bianco) e le diverse aree a densità di fratturazione Poggio la Vecchia

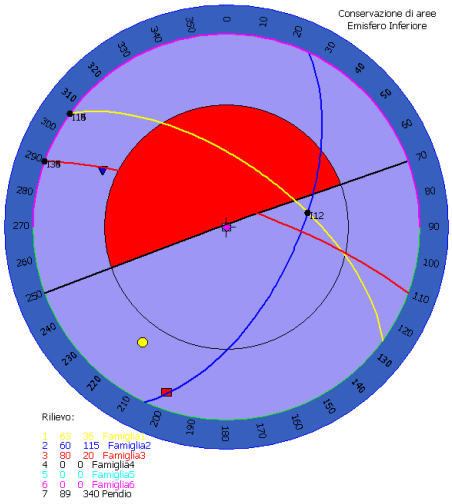
7.4.1.1 Stato di fratturazione stabilità dei fronti di scavo

Dopo il rilievo geomeccanico, per ognuna delle stazioni RMR scelte all'interno delle tre cave come da paragrafo 7.4, si è valutata la stabilità dei fronti come da par. 2.4. I risultati generali indicano probabili instabilità per cuneo di scivolamento in diverse stazioni e talvolta instabilità per scivolamento o ribaltamento. Di seguito le miniature rappresentanti i diversi stereogrammi ottenuti per le diverse cave ed il relativo test di Markland (cfr. par. 2.4.2) eseguito attraverso il software RockMechanics della Geostru®. Un rilievo geomeccanico più approfondito e di dettaglio è sicuramente necessario ma esula dalla finalità del presente lavoro. Le informazioni raccolte sulla fratturazione sono comunque utili, come si vedrà nei prossimi paragrafi, anche per le finalità di studio e valorizzazione di alcune varietà commerciali, in special modo per descriverne la genesi e le caratteristiche principali (colorazione e geometrie).

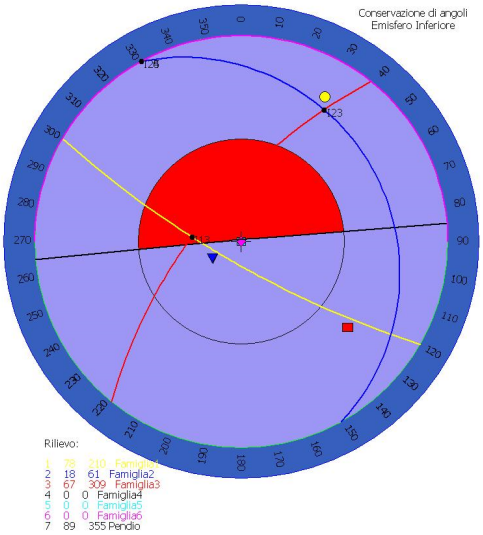
Pietra Dorata

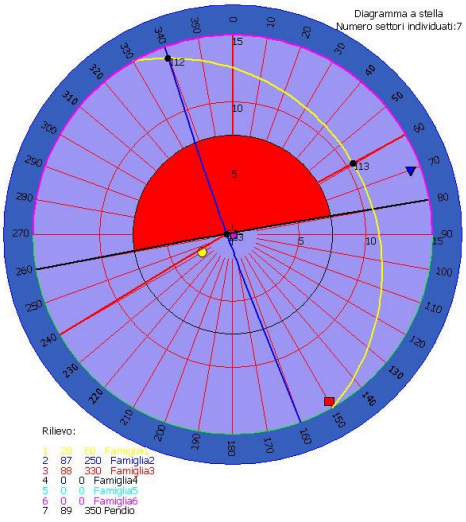




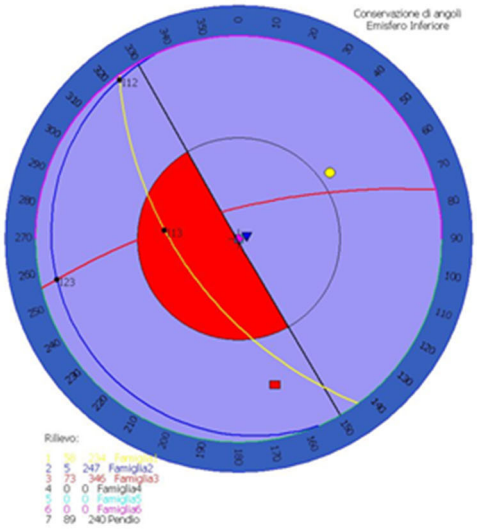


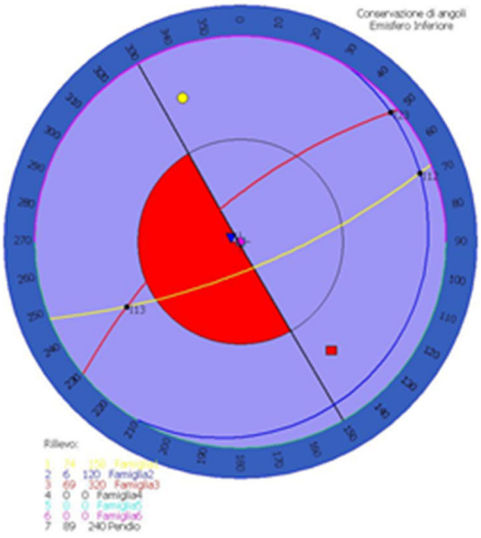
Scarceta

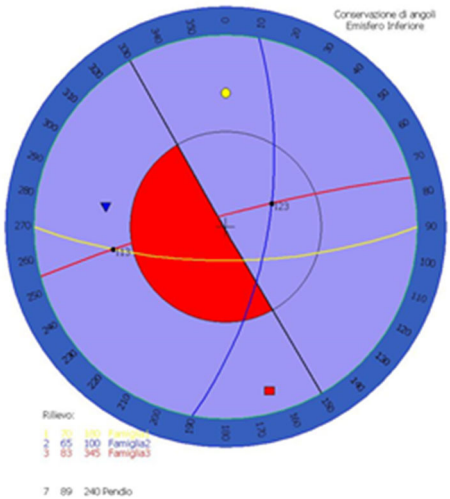




Poggio la Vecchia







7.5 Strutture di Liesegang

Le strutture di Liesegand sono connesse alla fratturazione, poiché legate al passaggio di fluidi all'interno degli ammassi rocciosi delle Arenaria di Manciano. Tale caratteristica ha abbondantemente influenzato le forme e i colori di alcune delle pietre estratte. Mentre nella cava Pietra Dorata (Gamberaio) il fondo risulta più chiaro e gli anelli di Liesegang color giallo ocra o marrone, nella cava di Scarceta il fondo risulta rossiccio ed intorno alle fratture si vedono delle "decolorazioni" giallastre molto chiare ma sono assenti i caratteristici "anelli" o bande come descritti al par. 2.5. Nella cava Poggio la Vecchia sono presenti entrambi gli effetti delle due cave a seconda della zona. Si riportano esempi per tutte e 3 le cave.

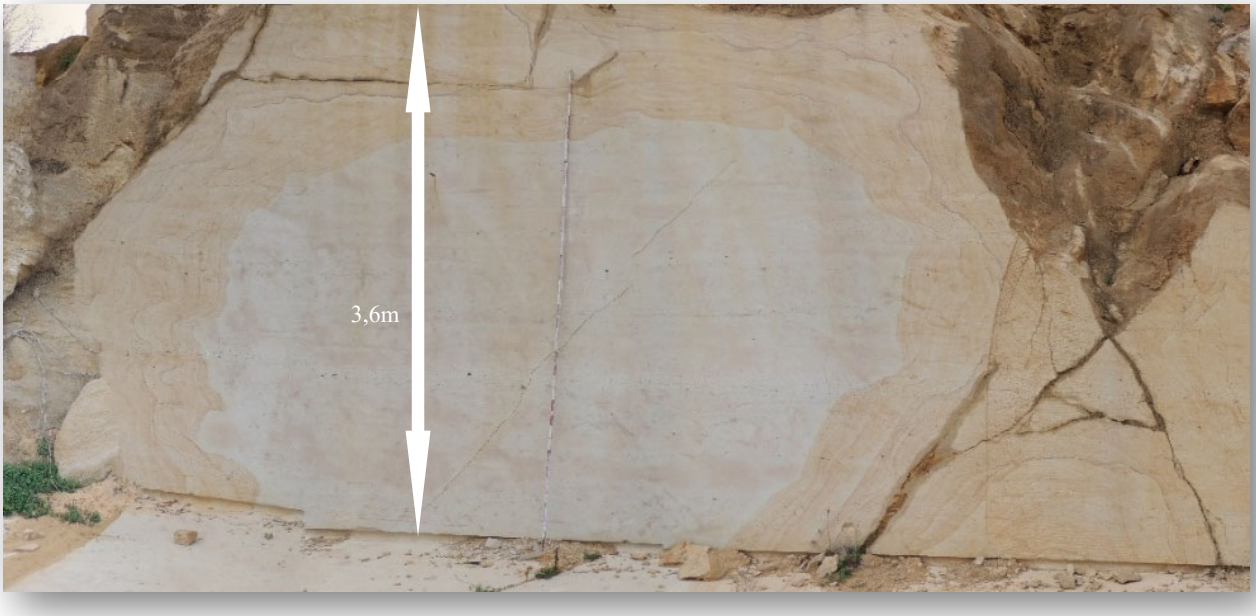


Figura 7.13 Esempio di strutture di Liesegang nella cava di Gamberaio Piano 14 sx



Figura 7.14 Esempio di strutture di Liesegang nella nella cava di Scarceta Piano 8 dx



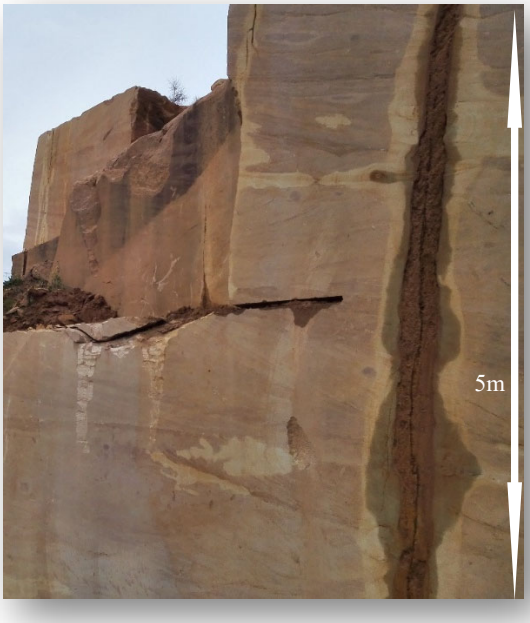


Figura 7.15 Esempio di strutture di Liesegang nella cava di Poggio la Vecchia Piano 10 dx e Piano 9dx

Tali fenomeni di colorazione o decolorazione sono strettamente correlati con la fratturazione dell'ammasso roccioso. Da notare che le pigmentazioni si espandono in maniera differenziale a seconda della tessitura della roccia che si incontra. Talvolta è stato osservato in campagna, specialmente nella cava di Gamberaio, che negli strati a prima vista con tessitura più grossolana (quindi generalmente più conduttivi) l'espansione era rallentata, ciò è da ricondurre al fatto che tali strati, solo apparentemente erano formati da sabbie grossolane ma in effetti erano costituiti da elementi molto più fini che diminuivano la conducibilità idraulica del mezzo (Fu et al., 1994).



Figura 7.16 Esempio di strutture di Liesegang nella cava di Gamberaio Piano 6

8 Rilievi sui principali affioramenti di Arenaria di Manciano

Al fine di inquadrare nel contesto geologico generale le Arenarie di Manciano, ma anche per valutare eventuali ulteriori giacimenti da poter sfruttare ove ne sussistessero le condizioni, sono stati esaminati i principali affioramenti, oltre a quelli di Manciano, di questa formazione (Figura 8.1), che è presente esclusivamente nel Lazio Settentrionale e in Toscana meridionale (4.4.2). Per ognuno dei siti sono stati prelevati dei campioni, e sono stati descritti gli affioramenti anche attraverso l'utilizzo di una documentazione fotografica. Sono stati inoltre acquisiti tutti i dati disponibili in bibliografia per ciascun affioramento. Gli affioramenti studiati sono:

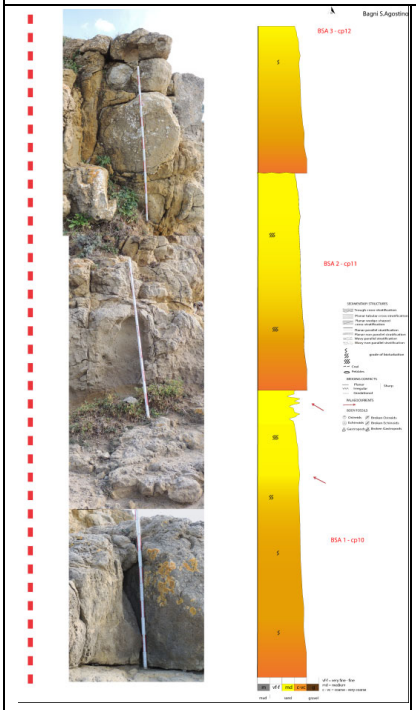
- Bagni S.Agostino (Civitavecchia)
- Tarquinia
- Monte Romano
- Pescia Fiorentina
- Capalbio

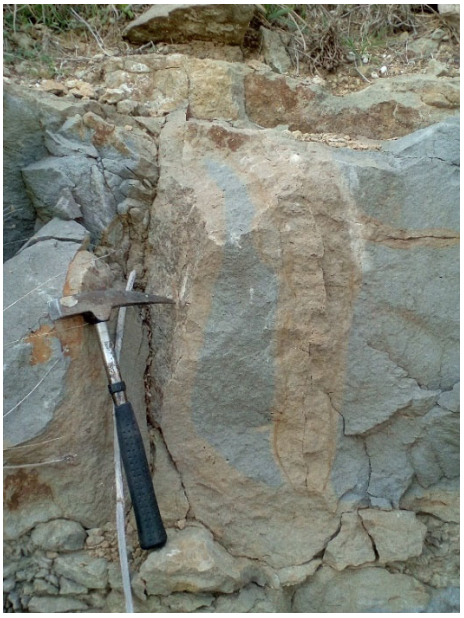
Per l'affioramento di Colle Diana (Ronciglione) sono stati utilizzati solo i dati raccolti da Chiocchini, (1998) e da Barbieri et al., (2003) in quanto il sito è stato completamente antropizzato e gli affioramenti non sono più osservabili.



Figura 8.1 Distribuzione degli affioramenti di Arenaria di Manciano fra Toscana meridionale e Lazio settentrionale, fuori scala.

Per ognuno dei precedenti siti si riportano di seguito delle piccole schede riassuntive:

Bagni S.Agostino	
Sigla: BSA	
Campioni raccolti	BSA1 - cp10; BSA2 - cp11; BSA3 - cp12; BSA4 - cp1; BSA5 -cp2 BSA6 -cp3; BSA7- cp6; BSA8 - cp8; BSA9 - cp9;
	
	Visuale di Google Earth con files .Kml degli affioramenti 
	Per tale sito è stato possibile ottenere diversi campioni e ricostruire anche un log stratigrafico in un affioramento mediamente potente a picco sul mare. Purtroppo, a causa dell'alterazione superficiale anche in considerazione dell'aloclastismo localmente molto importante. I campioni raccolti e sottolineati sono stati utilizzati per analisi petrografiche.

Tarquinia	
Sigla: TA	
Campioni raccolti	BSA10, da aggiungere a TA84; TA85: TA86; TA87
	
	Visuale di Google Earth con files .Kml degli affioramenti 
	Per tale sito è stato possibile recuperare un campione ma non è stato possibile logisticamente ricostruire un log stratigrafico. I campioni provenienti dallo studio di Barbieri et al. (2003) sono stati utilizzati per analisi petrografiche.

Monte Romano	
Sigla: MR	
Campioni raccolti	MR1 (3 campioni)



Visuale di Google Earth con files .Kml degli affioramenti



	Per tale sito è stato possibile recuperare più campioni ma non è stato possibile ricostruire log stratigrafici in assenza di affioramenti potenti censibili.

Pescia Fiorentina	
Sigla: PF	
Nella zona di Pescia Fiorentina possono essere individuati cinque principali affioramenti. Il primo è situato a sud di Casetta di Capita e ad Est rispetto al Fosso delle Vene. Il secondo è compreso tra il Fosso delle Vene ed il Fosso delle Ciance. Gli altri affioramenti si sviluppano ad Ovest del Fosso delle Vene tra Poggio la Pescia e Garavicchio. Gli affioramenti sono tutti abbastanza tettonizzati ed alterati e non è stato quindi possibile procedere con la misura di log stratigrafici. La base della formazione, segnalata anche Fontana, (1980b) è visibile a Casetta di Capita dove è visibile il conglomerato di base, costituito in prevalenza da ciottoli calcarei appartenenti ai complessi liguri, e da abbondanti ostree, lamellibranchi ed echinidi. Le migliori esposizioni delle arenarie si hanno in località Garavicchio e nel rilievo a quota 104m s.l.m. a Ovest del Fosso delle Vene. Le arenarie presentano una notevole componente bioclastica, talora concentrata in lenti o livelli con abbondanti gusci di echinidi, valve di lamellibranchi ed allineamenti di piccoli ciottoli calcarei o argillosi. Le arenarie sono quasi ovunque fortemente bioturbate, al punto che sono state obliterate quasi completamente tutte le strutture sedimentarie.	
Campioni raccolti	PF1; PF2; PF3, da aggiungere a CD4; CD5; CD6
	

	Visuale di Google Earth con files .Kml degli affioramenti 
	Per tale sito, è stato possibile recuperare diversi campioni in Loc. Garavicchio, di cui uno con un fossile ben conservato (pettinide, in foto), ma non è stato possibile ricostruire log stratigrafici in assenza di affioramenti potenti censibili e accessibili. I campioni provenienti dallo studio di Barbieri et al. (2003) sono stati utilizzati per analisi petrografiche.

Capalbio

Sigla: CP

Nell’area di Capalbio sono presenti diversi e discontinui affioramenti di Arenarie di Manciano, un primo gruppo più a sud in località Cutignolo, ed un secondo gruppo a Nord in località Sgrilla – Lago Acquato

Località Cutignolo

In particolare in quello affiorante ad Ovest e Nord-Ovest rispetto alla Località Monteti, già desritto e campionato da Fontana, (1980a,b) è possibile osservare il contatto tra le unità liguri ed il conglomerato fortemente arrossato e ben cementato, presente alla base delle arenarie per uno spessore di circa 50- 60 cm. L'arenaria si presenta stratificata in grossi banchi immergenti verso Ovest e presenta le caratteristiche alternanze di livelli bioturbati ad altri nei quali sono conservate le strutture sedimentarie.

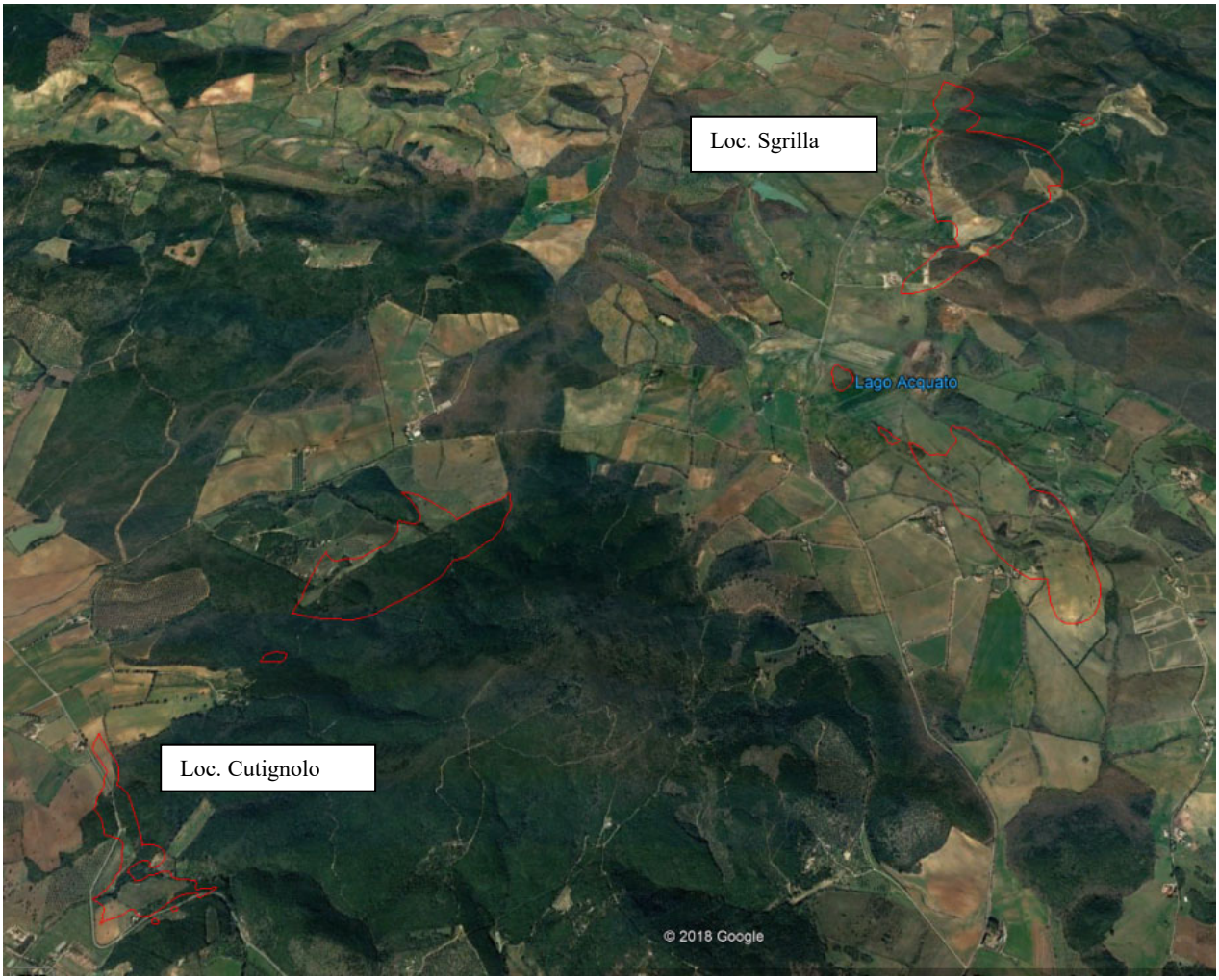
Località Sgrilla – Lago Acquato

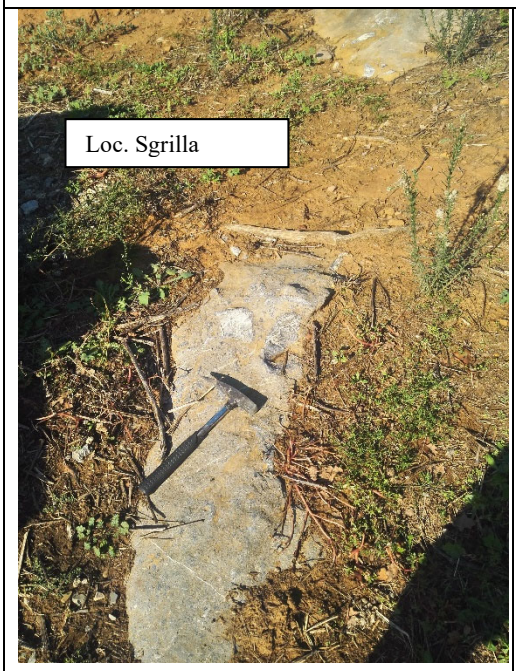
Questi affioramementi, studiati anche da Fontana, (1980b), sono ubicati a Nord-Ovest della località Poggi Alti, intorno al Lago Acquato ed a Est di località Lagaccioli. Sono di spessore molto limitato, notevolmente fratturati ed in pessime condizioni di esposizione. Le arenarie si presentano relativamente omogenee ed a luoghi molto bioturbate.

Campioni raccolti	(loc. Cutignolo) CP1; CP2; CP3 e (loc Sgrilla) CP4: CP5; CP6



Visuale di Google Earth con files .Kml degli affioramenti





A Capalbio è stato possibile recuperare diversi campioni sia in Loc. Cutignolo che in Loc. Sgrilla quest'ultima in special modo, presentava una porzione fossilifera (ostreidi) abbastanza estesa. Purtroppo, non è stato possibile ricostruire log stratigrafici in assenza di affioramenti potenti, censibili e accessibili.

Colle Diana	
Sigla: CD	
Gli affioramenti di Colle Diana sono stati dettagliatamente descritti da Chiocchini, (1998) che li ha per la prima volta individuati, ma non sono più attualmente osservabili in quanto gli scavi di fondazione per la realizzazione di edifici ed infrastrutture che hanno permesso a questo Autore di fare le sue osservazioni sono stati coperti. Comunque, in base alle osservazioni di Chiocchini, (1998), risulta che gli affioramenti sono ubicati sul rilievo collinare di Colle Diana, tra gli abitati di Capranica e di Sutri, sul bordo meridionale dei distretti vulcanici dei M. Cimini e di Vico: il primo si trova a quota 370 m s.l.m; il secondo a quota 363 m s.l.m., trecento metri circa a WSW del primo. L'estensione areale complessiva delle areniti ibride organogene è molto limitata perché esse occupano un'area di circa 6 ettari per uno spessore osservabile variabile da pochi metri a qualche decina di cm. L'affioramento di quota 37m esso mostra la sovrapposizione delle Arenarie di Manciano sulle unità liguri della Formazione di Tolfa lungo una superficie di inconformità piana. La stratificazione non è evidente probabilmente a causa di fenomeni di bioturbazione e, l'affioramento è costituito da areniti ibride organogene grossolane con grado di cementazione molto variabile da zona a zona, di modo che esse si presentano da poco a molto lapidee. Nella parte centrale dell'affioramento sono presenti lenti e nuvole di ciottoli e di conglomerati, costituiti da clasti ben arrotondati di calcari marnosi e marne giallastri, con clasti concentrati alla base dell'affioramento, localmente sono a spigoli vivi e con dimensione dell'asse maggiore fino a 40 cm. Sono stati rinvenuti gusci ben conservati di bivalvi dei generi Ostrea e Pecten, non facilmente isolabili a causa della elevata cementazione della roccia I gusci sono isorientati con la concavità verso l'alto. Nel secondo affioramento di quota 363 esteso circa 40 m, si notano le areniti ibride organogene a grana medio-fine ben stratificate. Gli strati sono medi e sottili e sono raggruppati in alcuni sets separati da discordanze angolari. Lo spessore dei sets varia da un minimo di 40 cm ad un massimo di 2.15 m; i sets immergono esattamente verso N, con angoli compresi tra 5° e 20° e formano una stratificazione incrociata di tipo tabulare, connessi sempre secondo questo Autore alla migrazione di increspature bidimensionali a grande scala. I valori angolari dei singoli sets, ad eccezione del valore di 5° relativo al set centrale più continuo, sono superiori a 10°.	
Campioni raccolti	Nessuno. Campione presente: CD1

Visuale di Google Earth con files .Kml degli affioramenti



	Per questo affioramento sono disponibili i risultati delle analisi petrografiche (Chiocchini, 1998) e Geochimiche (rapporto $^{87}Sr/^{86}Sr$) (Barbieri et al., 2003) effettuati su campioni prelevati da questi Autori

9 Analisi ed elaborazione dei dati acquisiti

In questo capitolo verranno sinteticamente illustrati i principali risultati che derivano dalle analisi condotte sulle sezioni stratigrafiche misurate nelle tre cave. Verranno quindi descritte le principali facies riconosciute, le associazioni a icnofossili, i risultati delle analisi petrografico-composizionali, micropaleontologiche, geochimico-isotopico e della materia organica; infine, sulla base dei dati ottenuti, verranno descritte le ipotesi formulate circa l'assetto deposizionale, la paleogeografia e l'età delle Arenarie di Manciano.

9.1 Descrizione delle principali facies individuate

Di seguito verranno descritte le varie facies che sono state riconosciute durante il lavoro di campagna nelle tre cave. I caratteri tessiturali dei depositi unitamente alla stratificazione e alla laminazione riconosciuta consentono di suddividere tali depositi in due principali litofacies, una arenacea prevalente e una conglomeratica molto subordinata, al cui interno si possono riconoscere una serie di facies che possono essere attribuite a differenti meccanismi deposizionali, la cui associazione, unitamente alle indicazioni derivanti dal tipo di tracce fossili e dal grado di bioturbazione presenti in questi depositi, ha consentito di poter interpretare la successione investigata come deposta nell'ambito di una sistema deposizionale deltizio dominato dalle onde. Queste facies hanno caratteri molto simili a quelle descritte originariamente da Martini et al., (1995) sebbene la nostra interpretazione delle stesse, il contesto ambientale e la posizione paleogeografica delle Arenarie di Manciano, differiscono decisamente rispetto a quanto proposto dagli Autori citati.

Per la descrizione dei caratteri tessiturali di questi depositi è stata utilizzata la classificazione di Blott e Pye (2012) relativamente alle dimensioni granulometriche dei clasti e quelle di Blott e Pye (2008) per quanto riguarda l'arrotondamento delle particelle.

Conglomerati

Facies Cg

Descrizione: Si tratta di depositi ghiaiosi da poco a moderatamente classati con matrice sabbiosa da media a grossolana a molto grossolana; i ciottoli sono da subangolari a subarrotondati, con dimensioni da fini a molto grossolani e di forma da sferoidali allungati a sub-sferoidali. Questi depositi formano strati che arrivano, localmente, ad uno spessore di 40 cm, sebbene si chiudano lateralmente suddividendosi in sottili strati, su distanze variabili da qualche centinaio di metri a circa 1,5 km (Figura 9.1). La base di questi strati è generalmente netta ed erosiva e si presenta da piana a ondulata,

con locali infossature profonde fino a circa 10 cm. Internamente, risultano da disorganizzati a localmente organizzati con accenni a superfici interne che separano le porzioni basali più grossolane e più disorganizzate da quelli sommitali con granulometria minore e più organizzate. Nella porzione superiore il passaggio alle sabbie sovrastanti, avviene in alcuni casi in modo netto e, in altri in modo transizionale. Tali strati contengono, a volte, valve di ostree, sia intere, sia in frammenti e gusci di echinidi del genere *Scutella*; inoltre alcuni ciottoli si presentano spesso perforati per effetto dei processi di bioerosione. I litotipi che costituiscono le ghiaie sono rappresentati da calcari, marne, arenarie e selci, unitamente ad altre litologie che formano il substrato geologico su cui le Arenarie di Manciano si appoggiano, vale a dire le Unità Liguridi. Tale facies è ben rappresentata nelle porzioni basali e mediane della cava di Poggio La Vecchia con gli strati più potenti, mentre si riscontrano strati conglomeratici da sottili a molto sottili nella Cava di Gamberaio.



Figura 9.1 Facies conglomeratica CG. Aspetto generale degli strati conglomeratici. Da notare, l'appoggio dei letti ghiaiosi sulle sottostanti arenarie bioturbate tramite una superficie netta, l'organizzazione interna dei depositi, la forma dei ciottoli spesso perforati per effetto della bioerosione e i locali frammenti di Ostrea e Scutella. Cava di Poggio La Vecchia. La sezione di questo strato è orientata perpendicolarmente alle paleocorrenti

Interpretazione: I caratteri sedimentologici che presenta questa facies indicano che la messa in posto di questi depositi sia avvenuta attraverso un trasporto in massa su un substrato sabbioso bioturbato, che era soggetto ad erosione per effetto della turbolenza presente alla base del flusso; quest'ultima sarebbe inoltre responsabile della formazione dei locali *scours* riscontrati. Le indicazioni sono quelle di un flusso bipartito che trasportava una porzione più concentrata alla base, rappresentata dal letto ghiaioso-sabbioso e una porzione sommitale, relativamente più diluita e turbolenta, che trasportava sabbia. I piccoli strati di ciottoli riscontrati possono essere interpretati come l'espressione laterale sottocorrente della stessa facies. La deposizione sarebbe avvenuta per decelerazione del flusso; le

variazioni d'inclinazione del pendio deposizionale sono da ritenersi le principali responsabili di questa deposizione che ha consentito il congelamento della parte più grossolana, mentre quella più sabbiosa poteva in parte bypassarla andandosi a depositare sottocorrente. La sabbia connessa con l'evento deposizionale risulta bioturbata e praticamente indistinguibile dalle porzioni sabbiose sovrastanti.

Arenarie

Facies A1

Descrizione: questa facies è costituita da sabbie da grossolane e molto grossolane con piccoli ciottoli, la composizione dei quali è simile a quelle che abbiamo visto per la Facies *Cg*. Queste arenarie sono da poco a moderatamente classate e formano degli strati più o meno continui dello spessore di 20-30 cm al cui interno è possibile riconoscere una laminazione inclinata con contatto basale delle lamine di tipo tangenziale, dove le sabbie si alternano con i piccoli ciottoli (Figura 9.2).



Figura 9.2 Strati con laminazione inclinata verso ovest della facies A1. Da notare il contatto basale tangenziale delle lamine e la evidente separazione, all'interno degli strati, tra la porzione inferiore a granulometria più grossolana e quella superiore a granulometria più fine. Sezione tagliata parallelamente alla direzione di scorrimento della corrente. Cava Gamberaio

Gli strati mostrano inoltre una gradazione con le frazioni molto grossolane alla base e grossolane al tetto. Associate alle arenarie si rinvengono inoltre frammenti di ostree e/o echinoidi. Questa facies è comune a tutte e tre le cave, sebbene mostri una maggiore frequenza nelle porzioni inferiori stratigraficamente più basse dove i singoli strati sono sovrapposti l'uno sull'altro senza mostrare internamente bioturbazione, mentre nelle porzioni stratigraficamente più alte tali strati sono più rari e sono separati da depositi attribuibili alle facies A2 e A3 o ad arenarie da parzialmente a completamente bioturbate (facies A6). La disponibilità di fronti di cava diversamente orientati, consente di vedere in tre dimensioni questi strati che complessivamente mostrano una geometria della

stratificazione che può essere definita tabulare concava nella direzione di inclinazione delle lamine e curva e non parallela in sezione perpendicolare (Figura 9.3).



Figura 9.3 Facies A1, sezione tagliata perpendicolarmente alla direzione di scorrimento della corrente; da notare la geometria curva non parallela delle superfici di stratificazione. Cava Poggio La Vecchia, Piano 2.

Interpretazione**:** i caratteri che mostra questa facies suggerisce che essa può essere considerata il prodotto della migrazione di forme di fondo, prevalentemente 3D e della dimensione delle dune, con *scours* frontali che si sviluppavano durante la migrazione delle stesse che avveniva, sulla base delle inclinazioni delle lamine, verso i settori occidentali e subordinatamente in direzione nord-sud.

Facies A2

Descrizione: la facies A2 è costituita da sabbie medie e grossolane organizzate a formare strati discontinui, che si tagliano vicendevolmente, dello spessore di 10-30 cm che arrivano, anche fino ad un 1-1,5 m. Anche in questo caso la laminazione interna agli strati mostra lamine con contatti basali tangenziali che si appoggiano su superfici ondulate dando luogo, complessivamente, ad una geometria della stratificazione che può essere definita curva non parallela (stratificazione a festoni) (Figura 9.4). Sulla base delle diverse orientazioni dei fronti di cava si può riscontrare che le lamine interne agli strati immergono sia verso i settori occidentali e orientali, ma anche in direzione nord-sud, similmente a quanto visto per la facies precedente. La facies A2 è la più comune e anche la più

frequente in tutte le tre cave, sebbene è maggiormente rappresentata nelle cave di Poggio La Vecchia e Gamberaio. Molto spesso la bioturbazione è responsabile della sua parziale o quasi completa omogeneizzazione, sebbene questo processo caratterizza più frequentemente le porzioni mediane e sommitali delle cave investigate (in sostanza le porzioni stratigraficamente mediane e più alte).



Figura 9.4 Stratificazione a festoni della Facies A2. Piano 9 centrale Cava Gamberaio

Interpretazione: la facies A2, al pari della A1, costituisce il prodotto della migrazione di forme di fondo 3D delle dimensioni delle dune. La genesi di queste strutture è legata all'azione combinata di flussi unidirezionali in regime subcritico su cui si sovrappone, anche se subordinatamente, la componente oscillatoria. Non è escluso, in ogni caso, che gli strati più spessi che mostrano una forte aggradazione verticale possano essere il prodotto dell'azione di flussi supercritici che darebbero luogo alla genesi di lamine di *backset* in condizioni di salto idraulico. La maggior parte di queste forme di fondo sono strutture tipiche di ambienti costieri di acqua poco profonda che si sviluppano dove l'interazione tra il fondale marino e il moto ondoso, quando quest'ultimo si avvicina alla costa, lo trasforma in un moto traslatorio unidirezionale che imprime forte trazione sul fondo. La loro orientazione preferenziale verso i settori occidentali suggerisce che la componente unidirezionale del flusso si muoveva in questa direzione, di conseguenza è molto probabile che la genesi delle forme di fondo avveniva, soprattutto, durante le fasi di tempesta quando si generavano flussi di ritorno verso mare, per compensare il grosso afflusso d'acqua verso costa.

Facies A3

Descrizione: la facies A3 presenta granulometrie simili alla facies A2 dalle quale se ne discosta per il tipo di stratificazione che può essere definita tabulare, con lamine interne inclinate verso i quadranti occidentali e con contatti basali da angolari a tangenziali (Figura 9.5). Lo spessore degli strati è mediamente di 20-30 cm. In affioramento questa facies si trova sempre associata alla A2. Essa è meno presente nella cava di Poggio la Vecchia e risulta più abbondante nella cava Gamberaio.

Interpretazione: la facies A3 al pari della A2 rappresenta sempre il prodotto della migrazione di forme di fondo delle dimensioni delle dune; tuttavia le geometrie della laminazione interna e della stratificazione indicano che si tratta di forme di fondo bidimensionali che necessitano di valori di velocità delle correnti meno elevate rispetto a quelli che generano le forme di fondo della facies A2. Si formano, in ogni caso, in un ambiente costiero di acque poco profonde ma comunque in una posizione relativamente più distale rispetto alle strutture della facies A2. Sono inoltre ben preservate e mostrano evidenza di blanda bioturbazione.



Figura 9.5 Facies A3. Da notare la stratificazione tabulare (sezione orientata parallelamente alla direzione di scorrimento delle correnti) il contatto, prevalentemente tangenziale, delle lamine interne agli strati. Piano 2 Cava Gamberaio

Facies A4

Descrizione: la facies A4 è costituita sabbie medio-fini e forma strati di spessore variabile, da 2-3 cm fino a 10-15 cm, al cui interno è presente una laminazione blandamente ondulata. La colorazione che si riscontra è legata ad una diversa concentrazioni nelle lamine di minerali metallici ossidati (Figura 9.6). Questa facies è stata riscontrata in tutte e tre le cave spesso presente o alla base degli strati ghiaiosi o alla base degli strati sabbiosi delle facies A2 e A3.

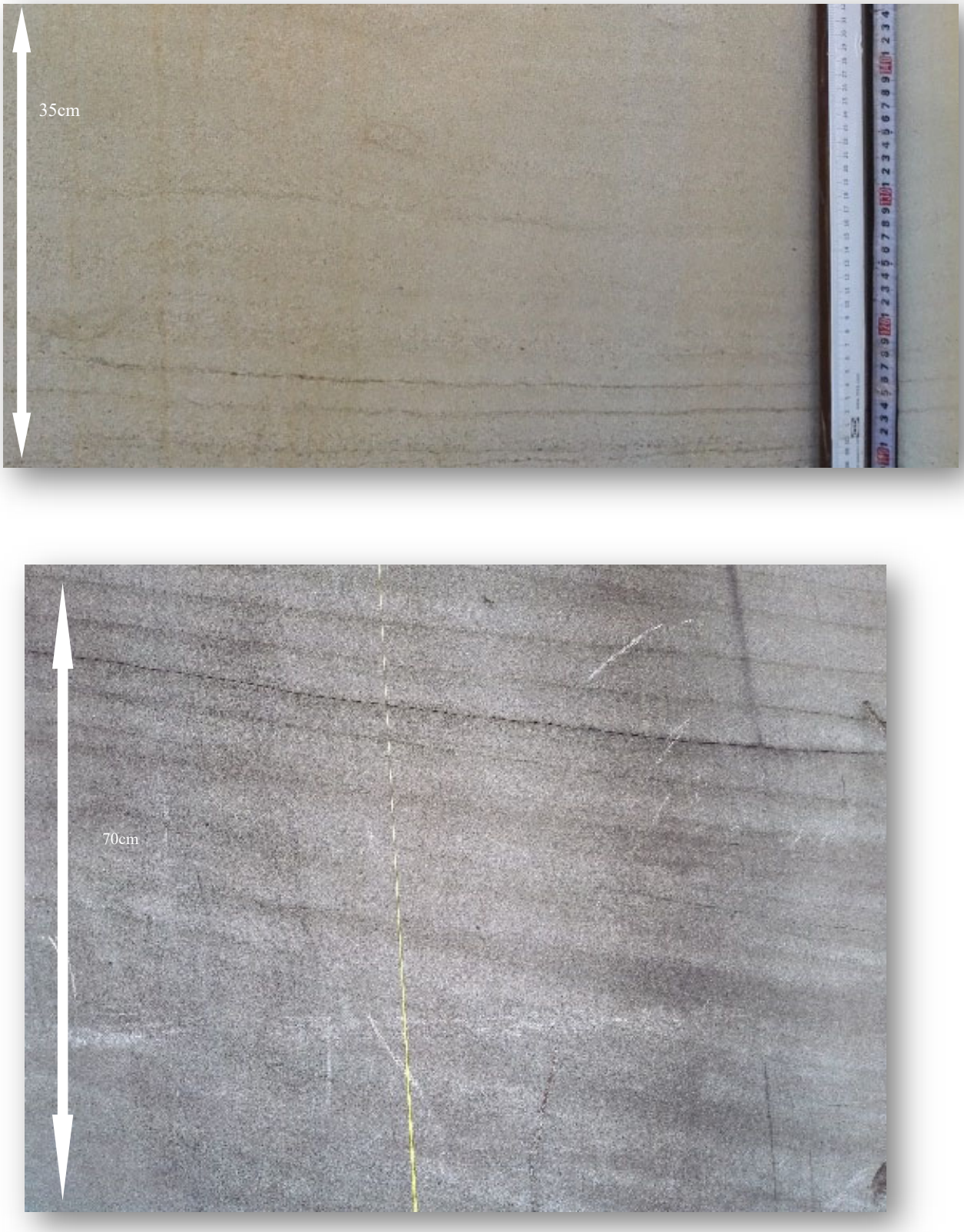


Figura 9.6 Facies A4. Da notare la laminazione blandamente ondulata e la differente colorazione delle lamine legata alla presenza di minerali pesanti. Piano 6 Cave Gamberaio (sopra) e Piano 8 Poggio La Vecchia (sotto)

Interpretazione: La laminazione lievemente ondulata che caratterizza questa facies suggerisuna sua genesi connessa con correnti veloci che indicano regimi di flusso al passaggio tra condizioni subcritiche a condizioni supercritiche. La loro presenza alla base o degli strati ghiaosi (facies Cg) o degli strati delle facies A2 e A3 suggerisce una connessione con i depositi sovrastanti e una probabile transizione, per decelerazione del flusso, che vede quindi il passaggio da condizioni supercritiche a condizioni subcritiche. In quanto tale caratterizza comunque ambienti di alta energia compatibili con le forme di fondo con cui si associa.

Facies A5

Descrizione: Questa facies si sviluppa su arenarie a grana da fine a media ed è caratterizzata da strati amalgamati con all'interno una laminazione ondulata a basso angolo che mostra porzioni sia concave (*swales*) che convesse (*hummocks*) (Figura 9.7). Localmente, questi strati risultano deformati dando luogo a delle convoluzioni; la bioturbazione è rara, sebbene localmente presente. Questa facies è stata principalmente riscontrata nella porzione sommitale della cava Gamberaio.



Figura 9.7 Facies A5. Stratificazione e laminazione ondulata a basso angolo prodotta dall'azione di flussi oscillatori. Cava Gamberaio. L'asta metrica è lunga 1.5m

Interpretazione: La stratificazione/laminazione gibbosa della facies A5 è attribuibile all'azione di flussi oscillatori e/o combinati e, conseguentemente, la possiamo considerare come il prodotto dell'azione del moto ondoso. In effetti non sono state rilevate lamine verso una direzione particolare, di conseguenza sarebbe da escludere una azione legata a flussi di tipo combinato (oscillatori+unidirezionali). Strutture di questo tipo sono conosciute in letteratura come *hummocky cross-stratification/lamination* e vengono imputate all'azione delle tempeste, anche se esse possono formarsi a seguiti dello scorrimento sul fondo marino di flussi iperpicnali, a loro volta connessi con le piene fluviali. L'assenza o la parziale presenza di bioturbazione suggerisce che l'ambiente fosse sistematicamente soggetto a una continua rielaborazione da parte delle onde; di conseguenza la profondità di formazione di queste strutture avvenne in settori della costa al di sopra del livello di base delle onde o compresi tra i livelli di base delle onde normali e delle onde di tempesta. La presenza delle strutture deformative può essere legata a processi di instabilità gravitativa indotti anche da locali sollevamenti del fondo marino connessi con l'attività tettonica.

Facies A6

Descrizione: La facies A6, più che per la granulometria, si caratterizza per il diverso grado di bioturbazione che mostrano le facies arenacee precedentemente descritte, le quali assumono colorazioni variabili dal grigio, al giallastro fino al rossastro. In alcuni casi la bioturbazione è parziale e rimangono preservate le originarie strutture sedimentarie deposizionali insieme ad alcune delle tracce fossili, in altri casi essa è in grado di rielaborare completamente il sedimento; in questo caso il deposito si presenta o completamente omogenizzato o con la preservazione più o meno completa delle diverse tracce fossili (Figura 9.16).

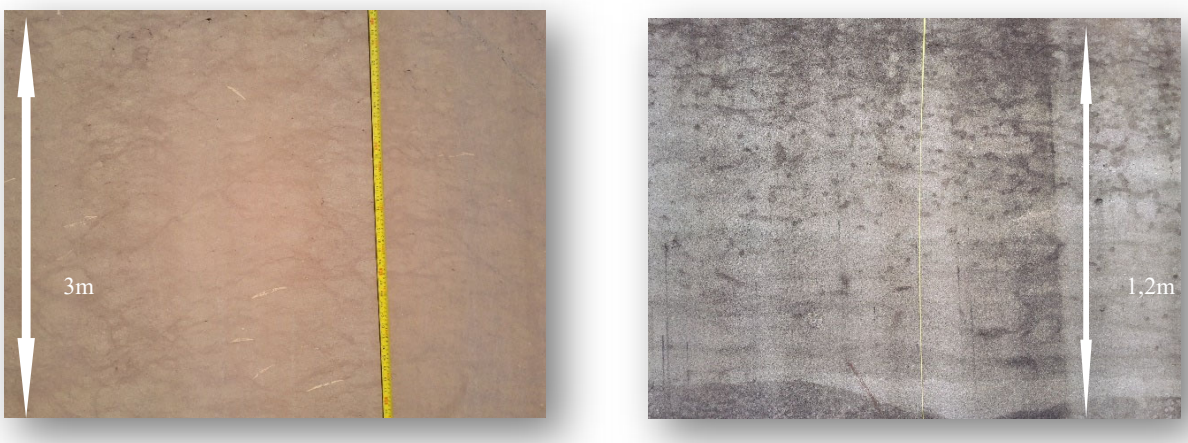


Figura 9.8 Sulla sinistra esempio di arenarie molto bioturbata con tracce fossili indistinguibili (bioturbazione "astratta") (piano 1 cava Scarceta); sulla destra una arenaria con bioturbazione "figurativa" abbondante nella porzione superiore, che via via diminuisce verso il basso (piano 8 cava Poggio La Vecchia)

La bioturbazione osservata nelle tre cave è abbastanza omogenea, possiede usualmente una bassa icnodiversità e diversi gradi di icnodensità. Tale facies caratterizza maggiormente la cava di Scarceta e la cava di Poggio la Vecchia. Nella cava di Gamberaio (PD) la bioturbazione è più rara ma comunque presente, soprattutto nei piani più alti.

Interpretazione: All'interno di questa facies possono essere distinte fino a cinque sottocategorie in base alla abbondanza della bioturbazione (icnodensità). Tale distinzione può essere attuata seguendo lo schema di (Droser e Bottjer, 1989) o quello di (Miller e Smail, 1997) come riportate di seguito in Figura 9.9:

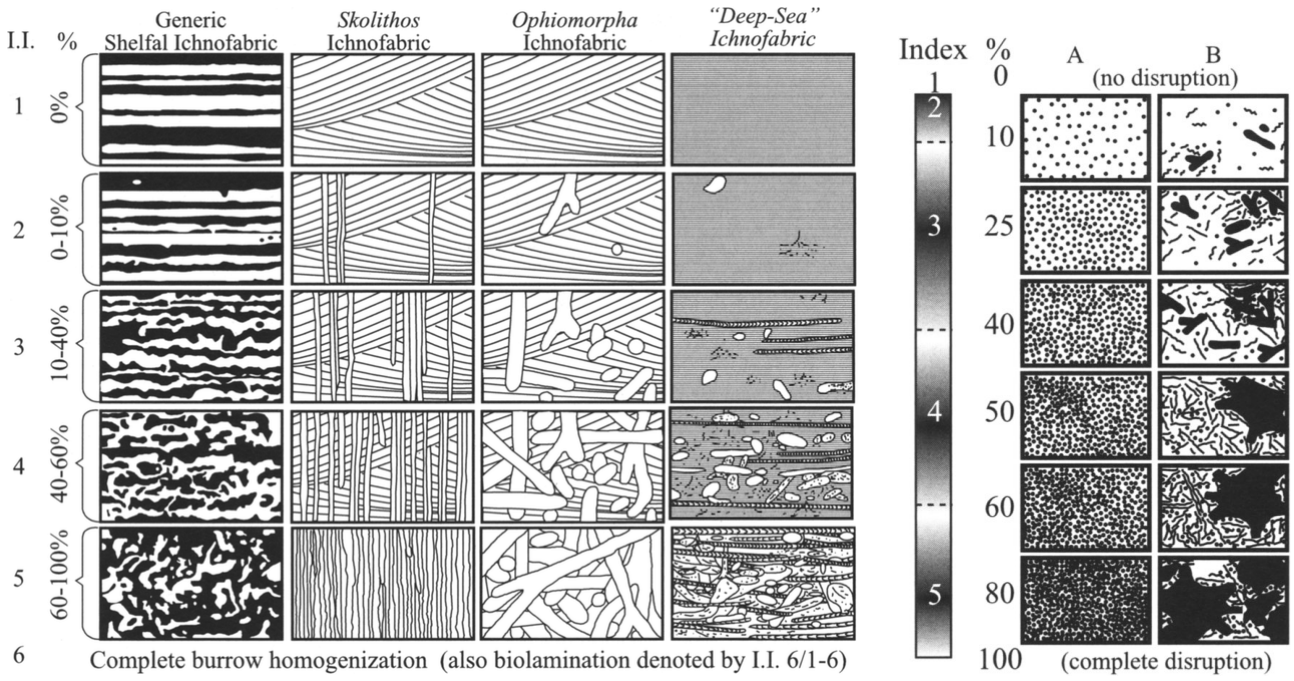


Figura 9.9 Schemi modificati da McIlroy, (2004) McIlroy, (2004) *che mostrano degli esempi generici e specifici di ichnofabric in acque poco profonde (ichnofabric a Skolithos e a Ophiomorpha, e in acque profonde (ichnofabric a Zoophycos o Nereites). 1) La frequenza di ichnofabric è ripresa dallo schema di* Droser e Bottjer, (1989) Droser e Bottjer, (1989) *e indica la porzione di sedimento rielaborata dalla bioturbazione: 2) Schema indicante la proporzione delle tracce fossili con grado di omogenizzazione del sedimento, da* Miller e Smail, (1997).

Dove le tracce fossili sono bene visibili sono stati riconosciuti 5 principali icnogeneri: *Macaronichnus, Ophiomorpha, Conichnus, Chondrite e, Thalassinoides,* le cui associazioni definiscono delle ichnotaxa (Figura 9.10).

Ichnotaxa	Categoria etologica	Gruppo trofico	*Trace-makers*	Ichnofacies	Ambiente deposizionale	Abbrev./ Simbolo
Chondrites	*Chemichnia/ Fodinichnia*	Depositivori/ Chemiosimbionti	Nematodi/Policheti/ Sipunculidi o affini	*Cruziana* I./ *Zoophycos* I.	Marino	*Ch*
Conichnus	*Domichnia/Cubichnia*	Carnivori	Anemoni di mare	*Skolithos* I.	*Shoreface*	*Co*
Macaronichnus	*Fodinichnia*	Depositivori	Policheti	*Skolithos* I.	*Shoreface*	*Mac*
Ophiomorpha	*Fodinichnia/ Domichnia*	Sospensivori/ Depositivori	Granchi/Gamberetti	*Skolithos* I./ *Cruziana* I.	Marino marginale-profondo	*Oph*
Thalassinoides	*Fodinichnia/ Domichnia*	Depositivori	Granchi/Gamberetti (anomuridi)	*Teredolites* I./ *Cruziana* I./ *Zoophycos* I.	*Shallow-marine/* Torbiditico	*Th*

Figura 9.10 Ichnotaxa rinvenuti nei depositi della Arenarie di Manciano. Le diverse categorie e il tipo di tracce che si formano sono riprese da Caruso, (2014 semplificato)

Alcuni degli icnofossili osservati nelle cave oggetto del presente studio si possono interpretare come strutture di abitazione (Domichnia), ovvero tane, con ramificazioni orizzontali e verticali, (*e.g.* l'icnogenere *Ophiomorpha, (*Figura 9.11) riconducibili a diverse tipologie di animali, come gli odierni gamberi e granchi. Altre tracce, invece, sono costituite da semplici cunicoli cilindrici o subcilindrici, orizzontali o obliqui rispetto alla superficie di strato, che rappresentano strutture di alimentazione di organismi vermiformi (*e.g. Chondrites* e *Macaronichnus,*Figura 9.13*)*

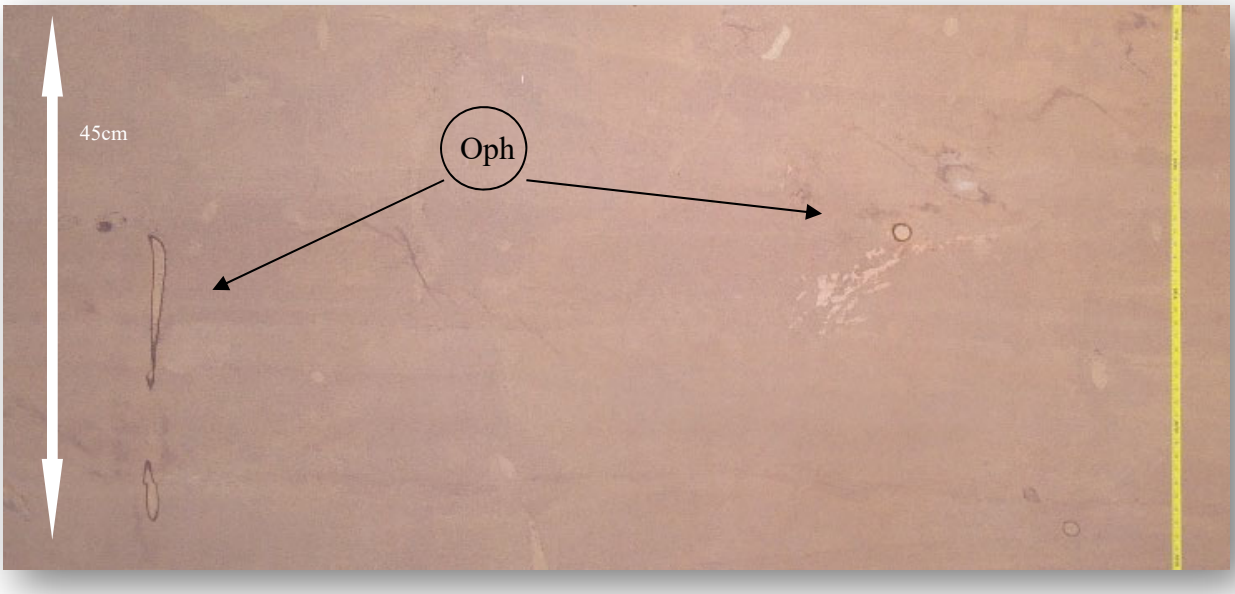


Figura 9.11 Tracce fossili attribuite all'icno9genere Ophiomorpha nodosa (Oph) (Cava di Poggio La Vecchia, Piano 6 dx)



Figura 9.12 Tracce fossili attribuite all'icnogenere Conichnus (Co) (Cava Gamberaio, Piano 6)

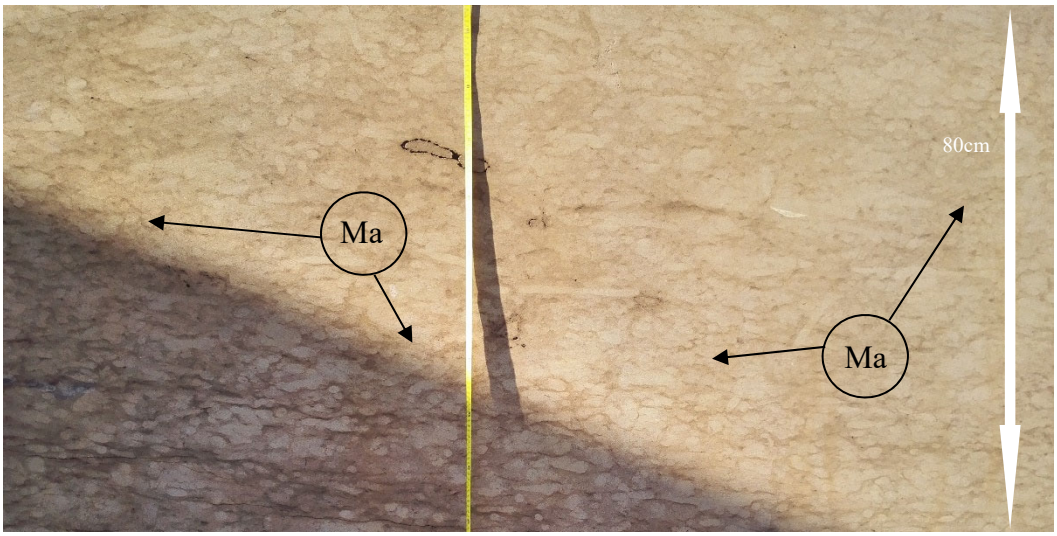


Figura 9.13 Tracce fossili attribuite all'icnogenere Macaronichnus. Cava di Poggio La Vecchia, Piano 5 Dx.



Figura 9.14 Tracce fossili attribuite a Thalassinoides isp su lastre provenienti da blocchi coltivati nella cava di Poggio la Vecchia

Le tracce forniscono anche informazioni paleoclimatiche: *Macaronichnus* è stato segnalato in ambienti tropicali e in depositi delle medie-alte latitudini (Quiroz et al., 2010); *Ophiomorpha* è comune in aree tropicali e sub-tropicali (Goldring et al., 2007; Pervesler et al., 2011)

Sulla base dei dati sedimentologici ed icnologici, quasi tutti gli *ichno*generi individuati testimoniano che la bioturbazione è avvenuta all'interno di un fondale marino di acqua poco profonda, in un substrato probabilmente *soupground* e *softground*, probabilmente prospiciente un apparato deltizio che forniva nutrienti ed un alto tenore di ossigeno, oltre ad un contesto ambientale dove si alternavano differenti condizioni energetiche (Figura 9.15) (Buatois e Mángano, 2011; Caruso, 2014).

D'altronde la ripetizione verticale di strati con diverso grado di bioturbazione che si riscontra nelle successioni affioranti in tutte e tre le cave suggerisce, dei continui e repentini cambi energetici che si possono attribuire, sulla base dei dati sedimentologici, sia all'azione delle tempeste, sia all'azione delle piene fluviali che potevano scorrere sul fondo marino come flussi iperpicnali. I periodi più calmi tra questi processi più intensi erano quelli maggiormente utilizzati dagli organismi per i processi di bioturbazione.

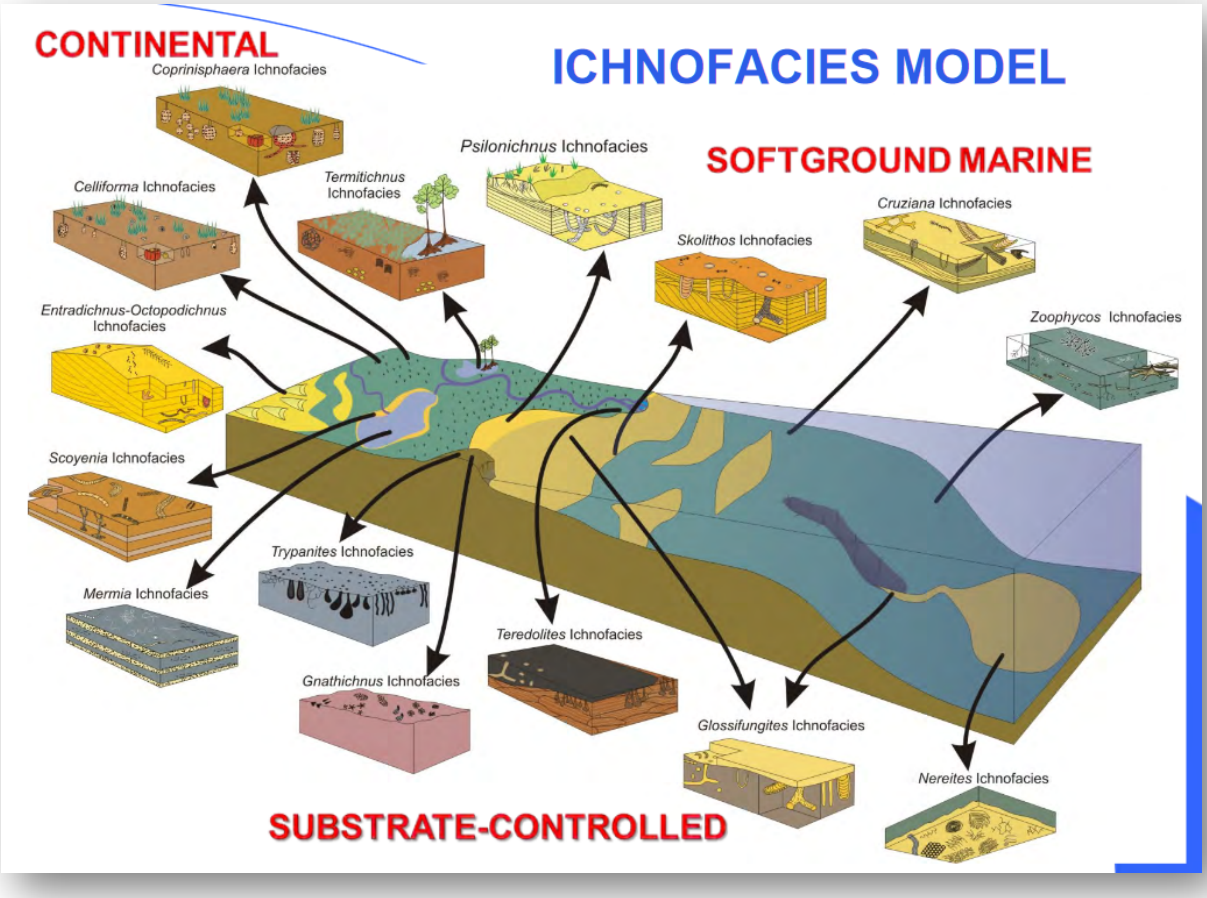


Figura 9.15 Distribuzione delle varie ichnofacies per ambiente di sedimentazione (da Mangano e Buatois, 2011)

Non è da escludere che il maggiore o minore grado di bioturbazione possa essere messo in relazione con la frequenza di questi eventi. In sostanza eventi più ravvicinati non avrebbero consentito agli organismi di bioturbare completamente i depositi all'interno dei quali vivevano, permettendo così la preservazione più o meno completa, delle strutture sedimentarie primarie, come per esempio le diverse forme di fondo presenti. Al contrario, eventi piuttosto distanti in termini temporali, consentivano una completa o quasi bioturbazione degli strati arenacei; è inoltre evidente che poteva giocare un ruolo fondamentale anche la distanza rispetto ai punti dove si concentrava maggiormente l'energia dell'evento. In questo senso, allontandosi sia frontalmente, sia lateralmente, il grado di bioturbazione dovrebbe aumentare e questo in effetti si riscontra, sebbene i fattori locali, come la stessa conformazione morfologica della costa potrebbe influire sulla definizione delle aree con maggiore o minore energia, consentendo così di avere associazioni di tracce fossili che non sarebbero giustificate sulla base del solo contesto deposizionale.

Facies A7

Descrizione: la facies A7 è costituita da sabbie con granulometria variabile dalle medie alle molto grossolane a cui sono associati, in percentuali elevate, gusci interi disarticolari e/o in frammenti di ostree (Figura 9.16).



Figura 9.16 Modalità di rinvenimento dei gusci di ostrea all'interno dei depositi arenaacei (piano 2 cava di Poggio La Vecchia).

Strati di questo tipo hanno spessori variabili da pochi centimetri a diverse decine di centimetri, mostrano geometrie lenticolari e si chiudono lateralmente su distanze variabili dalle decine a qualche centinaio di metri. I gusci di ostrea sono, generalmente, flottanti all'interno di queste unità e sono separati l'uno dall'altro dalla componente sabbiosa. Essi sono spesso sovrapposti a strati arenacei bioturbati e mostrano una discreta continuità laterale, sia nei tagli perpendicolari, sia in quelli paralleli alla direzione di scorrimento delle correnti. Tale facies è presente diverse volte e con spessori variabili nella cava di Poggio la Vecchia, mentre è molto rara nella cava Gamberaio e assente in quella di Scarceta.

Interpretazione: Gli strati sabbiosi con accumuli di ostree indicano un evidente trasporto da parte di correnti o flussi energetici. Il trasporto sarebbe avvenuto in massa, in condizioni subacquee, senza nessuna selezione del materiale, e con una deposizione dello stesso piuttosto repentinamente, probabilmente in condizioni di brusco cambio di inclinazione del pendio deposizionale tanto da consentire una sorta di congelamento del flusso. La bioturbazione che spesso si riscontra in questi strati sarebbe avvenuta successivamente alla deposizione degli stessi. Per una spiegazione del contesto ambientale vedasi il paragrafo 9.5.

9.2 Composizione petrografica e contenuto paleontologico

Le analisi petrografiche e micropaleontologiche elaborate su campioni arenacei della formazione di Arenaria di Manciano sono servite come supporto all'analisi di facies e alle osservazioni di campagna e sono state utilizzate per definire la provenienza del sedimento, il contesto ambientale e la possibile età deposizionale della successione investigata.

Complessivamente, sono stati prelevati 25 campioni arenacei (AM1-AM25) da sezioni stratigrafiche misurate in 4 diverse località (Poggio La Vecchia, Scarceta, Gamberaio, Bagni di S'Agostino). Inoltre, sono stati analizzati ulteriori 10 campioni provenienti dalle località di Tarquinia, Colle Diana e Pescia Fiorentina e derivanti da uno studio precedente (Barbieri et al., 2003), al fine di coprire, per quanto possibile, l'intero areale di affioramento dell'Arenaria di Manciano e contribuire così alla ricostruzione dell'assetto paleogeografico dell'area durante la deposizione della successione esaminata.

Le mode detritiche dei sedimenti arenacei sono state definite attraverso il conteggio per punti (400 per sezione sottile), utilizzando il metodo di Gazzi-Dickinson (Ingersoll et al., 1984). Sono stati quindi analizzati i principali caratteri tessiturali (cemento, matrice e porosità) e composizionali definendo le percentuali dei frammenti litici, dei granuli monomineralici e biogenici (per le categorie utilizzate vedi tabella riportata nell'allegato 6). I parametri ricalcolati sono stati determinati utilizzando fogli di lavoro Excel (Allegato 7); le mode detritiche sono state plottate in diagrammi ternari Dickinson, (1985), Garzanti, (2016), Zuffa, (1980, 1985). La descrizione micropaleontologica della componente biogenica è stata utilizzata per definire le principali microfacies e gli ambienti deposizionali.

L'analisi è stata condotta dal Dott. Daniel Tentori, dottorando della SAPIENZA Università di Roma: di seguito i risultati ottenuti:

I campioni prelevati dalle sezioni misurate in località Gamberaio (AM1-AM9), Scarceta (AM14-AM18), Poggio La Vecchia (AM19-AM25) e Manciano (74) sono costituiti da sabbie fini e grossolane con granuli da sub-angolari a ben arrotondati; presentano solitamente una classazione da moderata a buona, cemento carbonatico e siliceo e scarsa matrice argillosa. L'analisi ha evidenziato una predominanza di granuli non-carbonatici extrabacinali (NCE) e in particolare della frazione monomineralica ,quarzo e feldspati (Figura 9.17, Figura 9.18 e Figura 9.19): il quarzo, , è prevalentemente monomineralico ad estinzione prevalentemente normale, tuttavia è presente anche quarzo con estinzione ondulata e policristallino; tra i Feldspati domina il Plagioclasio con minore k-feldspato (Vedi All. 6 e 7). I frammenti litici sono presenti in percentuali minori e includono frammenti litici vulcanici (Lv) a tessitura microlitica (Lvml) e felsitica (Lvf), frammenti litici metamorfici di basso grado con protolite pelitico e psammitico, e frammenti litici di roccia sedimentaria silicoclastica (Lsi ovvero frammenti di siltite, Lsa ovvero frammenti di pelite) e carbonatica (CE). La componente bioclastica (CI) è generalmente scarsa (<15%) e include frammenti di bivalvi, briozoi, echinodermi, alghe rosse, serpulidi (*Ditrupa*), foraminiferi bentonici (Textularides, Buliminoidea, *Rotalida*, *Ammonia, Elphdium, Lobatula, Cibicides, Amphistegina, Lenticulina, Elphidium Crispum)* tra cui alcune forme rimaneggiate di *Lepidocyclina, Miogypsina*.

Le arenarie di Tarquinia (TA84, TA86, TA87), Pescia Fiorentina (CD4, CD5, CD6), e Bagni di S. Agostino (AM10-AM12) sono composte da granuli sabbiosi sub-angolari, mal classati con granulometria variabile da fini a grossolane e cemento e matrice carbonatica. Esse mostrano una elevata percentuale di granuli carbonatici intrabacinali (CI) (essenzialmente bioclasti), mentre la frazione non-carbonatica extrabacinale (NCE) è caratterizzata da granuli di quarzo, feldspati e minori percentuali di miche e minerali pesanti. I frammenti litici comprendono litici vulcanici a tessitura felsitica (Lvf), frammenti litici metamorfici di basso grado con protolite pelitico e psammitico, e frammenti litici di roccia sedimentaria silicoclastica (Lsi ovvero frammenti di siltite, Lsa ovvero frammenti di pelite) e carbonatica (CE). La componente bioclastica comprende frammenti di Ditrupa, alghe rosse, briozoi, echinodermi, oltre a foraminiferi bentonici (Buliminoidea, Textularidae, Rotaliida, *Amphistegina*, *Ammonia*, *Heterostegina*, *Elphidium*, *Triloculina*, *Quinqueloculina, Lenticulina*) e planctonici (Globigerinidae).

I conglomerati di Colle Diana (CD1) sono costituiti da ghiaie ben arrotondate e mal classate e con cemento carbonatico. Essi includono granuli monomineralici extrabacinali di quarzo e feldspato, e abbondanti litici sedimentari silicoclastici e carbonatici con tessitura micritica e sparitica. I bioclasti sono presenti sia nella matrice carbonatica (e.g., Amphistegina, *Elphidium, Textularia*) sia nei clasti carbonatici extrabacinali micritici (CE) (e.g., *Orbulina, Globigerina).*

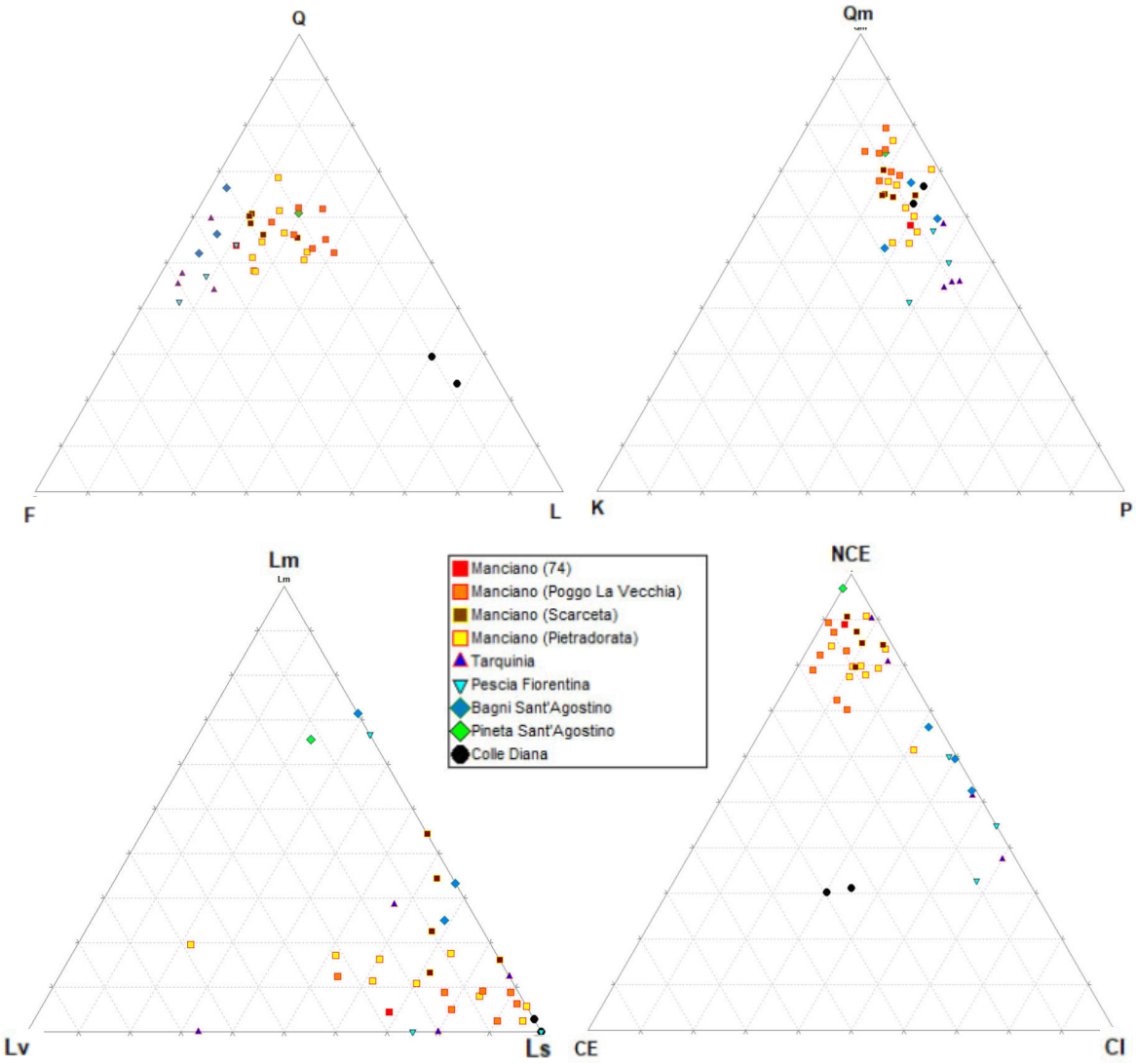


Figura 9.17 Diagrammi ternari dell'Arenaria di Manciano (Q= Quarzo totale; F= plagioclasio (P) e K-feldspato (K); L=frammenti Litici totali; Qm= quarzo monomineralico; Lm= frammenti litici metamorfici; Lv= frammenti litici vulcanici; Ls= frammenti litici sedimentari; NCE= granuli extrabacinali non sedimentari; CE= granuli carbonatici extrabacinali; CI= granuli carbonatici intrabacinali

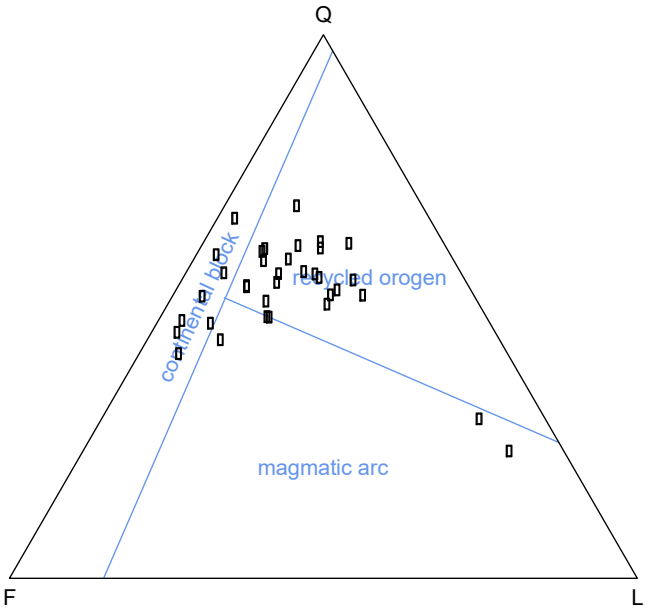


Figura 9.18 Diagramma ternario QFL e campi di provenienza definiti da Dickinson (1985)

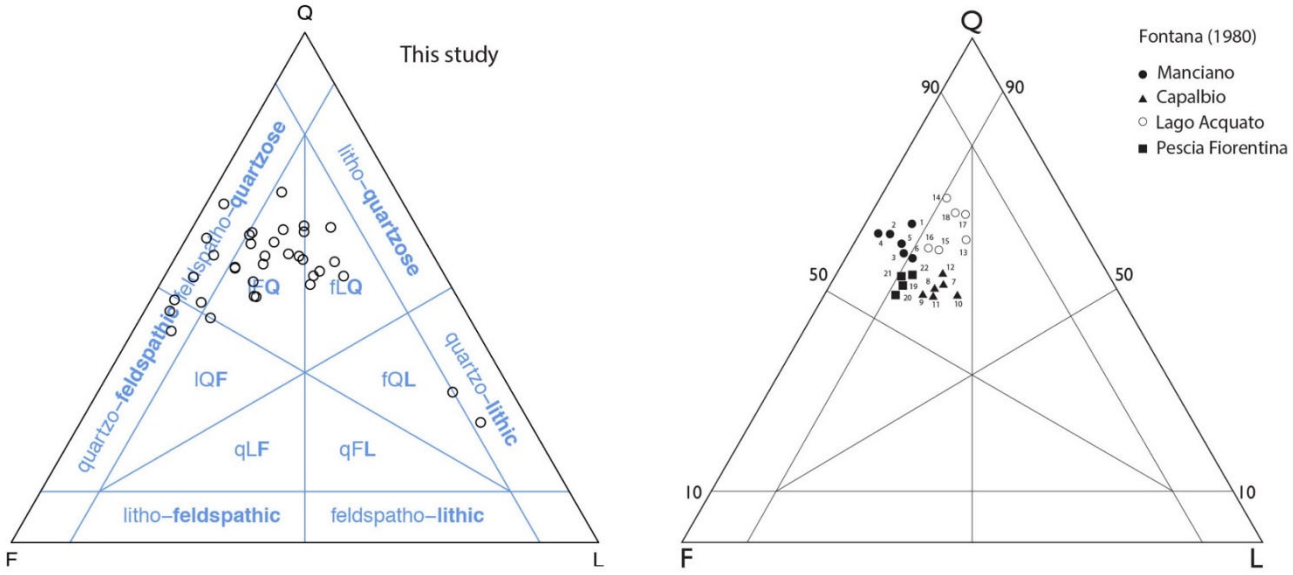


Figura 9.19 Diagramma ternario QFL e campi composizionali definiti da Garzanti, (2016)*(sinistra) e comparazione con l'analisi composizionale di* Fontana, (1980b)*) (destra)*

Per un raffronto completo, si riportano di seguito anche i risultati dell'analisi fornita dalla società Santafiora, relativa ad una relazione tecnica eseguita ad Aprile 2015 presso i laboratori S.E.L.M. (di Bertollini Mario & C snc) sui campioni di Arenaria di Manciano provenienti dalla cava di Poggio la Vecchia.

Risultati dell'esame macroscopico*: È una "Roccia sedimentaria a grana media-fine (elementi submillimetrici), dall'aspetto omogeneo, senza salti dimensionali o orientazione preferenziale dei componenti. Il colore è marrone chiaro – rossastro. La componente carbonatica è prevalentemente presente nella matrice (60%) di cui ne costituisce il cemento; le altre componenti sono costituiti in ordine decrescente da: quarzo (> 25%), feldspati alcalini, plagioclasi, ossidi (Fe/Ti) e muscovite. Il Litotipo si presenta compatto e poroso; si riga con una lama metallica. Rock Color Chart (Munsell): 5YR 3/4 (moderate brown) e 5YR 4/4."*

Esame microscopico su Sezione sottile: "L'analisi al microscopio polarizzatore evidenzia una struttura cristallina, dalla tessitura abbastanza omogenea, ad elementi prevalentemente arrotondati. L'insieme è caratterizzato da cristalli di quarzo, secondariamente di feldspato e plagioclasi, circondati e legati da bei cristalli di calcite. Quest'ultima costituisce il componente principale della sezione (vedi ingrandimento 3.2x a nicol paralleli). Si notano abbondanti minerali opachi, spesso in granuli, costituiti da ossidi e idrossidi di ferro che si concentrano soprattutto ai bordi dei cristalli e lungo le fratture e la cui variabilità, che si mantiene in percentuali inferiori al 5%, fornisce le diverse sfumature di colore."

Quanto sopra esposto evidenzia che la composizione dei granuli detritici carbonatici (CE) e non carbonatici (NCE) extrabacinali delle arenarie di Manciano, indica una possibile provenienza del sedimento dai domini Liguri e Toscani che includono le successioni carbonatiche del Cretaceo e torbiditiche Paleoceniche-Oligoceniche (vedi anche Carmignani et al., 1994; Fontana, 1980b; Garzanti et al., 2002; Pascucci et al., 1999).

La disposizione degli affioramenti consentirebbe di posizionare i conglomerati di Colle Diana nelle parti più interne e più spostate verso terra, suggerendo così per questi depositi una alimentazione fluviale molto prossima ad una paleolinea di costa. I campioni derivanti dai siti di Gamberaio (Pietradorata), Scarceta, Poggio La Vecchia e Manciano mostrano una tessitura (granuli mediamente arrotondati e ben assortiti) e una associazione fossilifera che può essere attribuita ad un ambiente deposizionale marino di acque poco profonde, tipicamente costiero e/o deltizio. Di fatto questi campioni occuperebbero una posizione intermedia tra quelli di Colle Diana e quelli degli affioramenti di Tarquinia, Pescia Fiorentina, e Bagni di S. Agostino i quali, più ricchi di materiale bioclastico, indicherebbero un ambiente marino con minori apporti terrigeni e quindi più lontano dalla costa; questo è anche suggerito dalla componente fossilifera che mostra associazioni che registrano il passaggio da condizioni poco profonde a maggior profondità.

I campioni analizzati mostrano composizioni quarzo-feldspato-litiche che ricadono nei campi di provenienza da contesti tettonici quali *recycled-orogen, continental-block* e *magmatic-arc* definiti da Dickinson, (1985). In particolare, il riciclo orogenico potrebbe essere avvenuto in un contesto estensionale come quello che ha interessato il margine Tirrenico sin dal Miocene ed avrebbe interessato le porzioni via via deformate, sollevate ed erose della catena appenninica durante la sua migrazione verso est. Lo studio composizionale dell'arenaria di Manciano e in particolare l'analisi dei frammenti litici suggerirebbe, quindi, un trasporto di questi sedimenti dai settori orientali verso quelli occidentali, tramite sistemi fluviali che drenavano le successioni sedimentarie affioranti nell'Appennino settentrionale relative ai domini Toscano e Liguride.

9.3 Analisi della materia organica

L'analisi della materia organica permette, ove è presente, di valutarne lo stadio di maturità nei sedimenti in cui è dispersa. Infatti, la materia organica subisce dei processi di alterazione chimico-fisica dovuti alle variazioni termiche e di pressione che può subire in fase di seppellimento.

L'informazione che tale analisi può fornire è molto importante anche a livello sedimentologico poiché definisce i carichi tettonici che la roccia ha subito nei primi chilometri di profondità ed aiutare nella definizione dei limiti del bacino in cui si è sedimentata o alla ricostruzione della storia tettonica dell'area di interesse (Deming et al., 1990). Nello specifico, l'analisi della materia organica per fornire una serie di vincoli quantitativi all'analisi dei bacini sedimentari e, in particolare, alla ricostruzione dell'evoluzione della storia di seppellimento e termica delle successioni sedimentarie dalla loro storia deposizionale alla loro evoluzione tettonica (Allen, 1982; Allen e Banks, 1972; Allen e Allen, 1990; Brogi, 2008; Corrado et al., 1998; Dorè et al., 1993; Naeser e McCulloh, 1989; Ricci Lucchi e Ori, 1985; Zuffa, 1985).

Nel caso delle Arenarie di Manciano, anche a causa di una scarsità di strati a prevalente contenuto di materia organica, sebbene essa risulti dispersa nei depositi, tale analisi è stata condotta su un solo campione presso il Laboratorio di Analisi di Bacino del Dipartimento di Scienze dell'Università di Roma Tre, dalla prof.ssa Sveva Corrado.

Il campione, composto esclusivamente da frammenti carboniosi compatti di colore nero, è stato inglobato in resina non fluorescente e lucidato in accordo con le procedure di preparazione standard descritte in Bustin et al., (1990). Le misure di riflettanza della vitrinite sono state eseguite su frammenti di materia organica non alterati, non ossidati e non fratturati, di dimensioni mai inferiori ai 5 μm e orientati in maniera casuale. Il valore medio di riflettanza è stato calcolato utilizzando la media aritmetica di queste misure.

Per il campione esaminato (Par.7.3) sono stati misurati 83 frammenti di macerali del gruppo delle uminiti-vitriniti, con particolare riguardo a frammenti di telinite, telocollinite e collinite. Il valore di riflettanza (Ro%) è pari a 0.399 con una deviazione standard 0.040, corrispondente allo stadio di immaturità di generazione idrocarburi e al rank dei carboni brown coal (Figura 9.20).

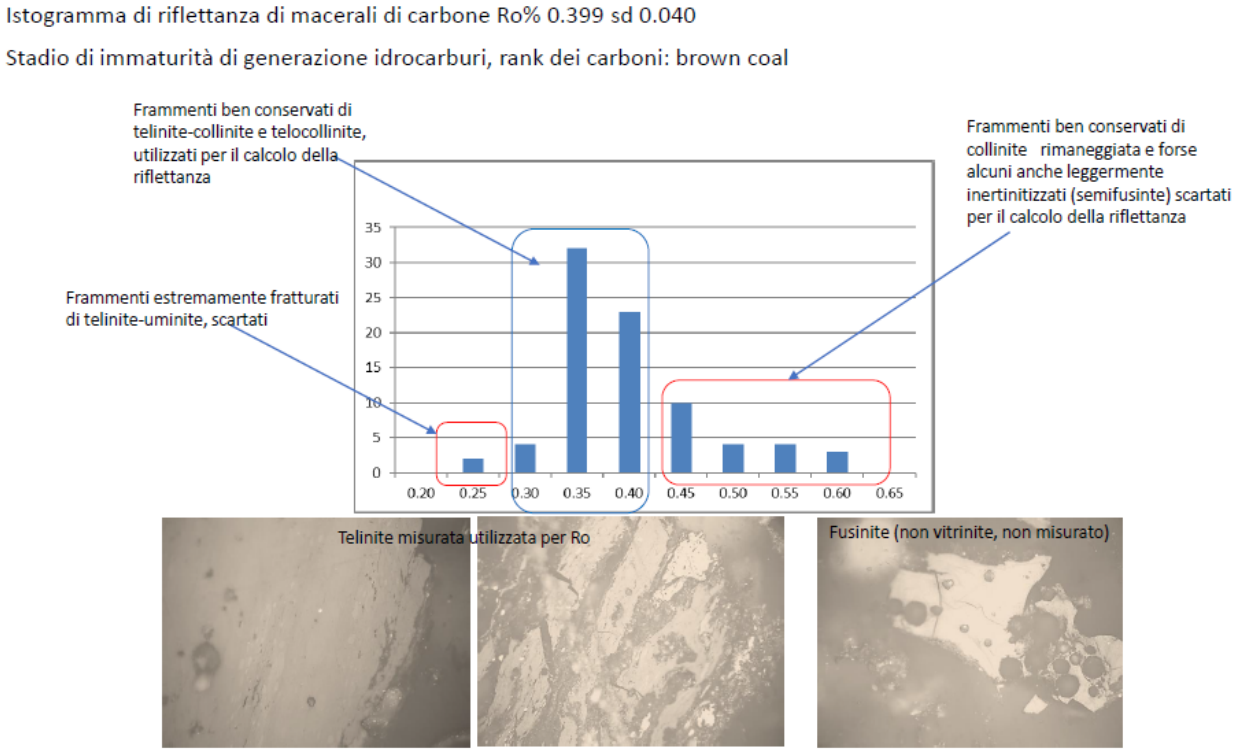


Figura 9.20 Istogramma di riflettanza con i risultati dell'analisi sul campione carbonioso prelevato nella cava di Poggio la Vecchia. Sul grafico delle ascisse, la riflettanza, nelle ordinate la frequenza.

I risultati indicano che l'unico orizzonte carbonioso presente nelle tre cave ha un grado di maturità molto basso; questo suggerisce che la trasformazione della materia organica è avvenuta solo parzialmente, indicando con ciò che il nostro campione non è stato sottoposto a particolari carichi litostatici e/o tettonici che ne potessero permettere una evoluzione verso un grado di maturazione più elevata. Indirettamente, quindi, tale analisi sembra confermare che per i depositi in questione, si può ipotizzare una evoluzione compatibile lungo un margine che non è stato sottoposto a sovraccarichi tettonici legati, per esempio, alla migrazione di *thrusts*. Di conseguenza, si ritiene più compatibile una deposizione di questi sedimenti lungo un margine soggetto, prevalentemente, a tettonica estensiva con carichi litostatici che avrebbero indotto solo una parziale o quasi assenza di maturazione della materia organica.

9.4 Analisi geochimiche isotopiche

geocronologia radiometrica. Di conseguenza, data l'importanza geologica che hanno queste rocce, è stato promosso l'uso di traccianti geochimici elementari come lo stronzio, il ferro, il manganese e il magnesio e isotopici come quelli dell'Ossigeno, del Carbonio, dello Stronzio e dell'Uranio che potessero essere utilizzati ai fini di una migliore caratterizzazione geocronologica delle rocce stesse.

Uno tra gli elementi che è risultato particolarmente utile a questo scopo è quello dello stronzio. Questo è un elemento alcalino terroso che presenta una carica (+2) ed un raggio ionico che gli consente di sostituire, sia il calcio, sia il potassio nel reticolo cristallino dei minerali che contengono tali elementi. Anche se lo Sr può formare minerali propri, quali celestina e stronzianite, esso si trova per lo più nei minerali di calcio: apatite, plagioclasio, calcite ed aragonite. In particolare, il carbonato di Calcio, sia di natura biogenica, sia di precipitazione chimica, contiene una certa quantità di Sr che è funzione, sia della specie che fissa il carbonato dall'acqua di mare, sia del tipo di struttura cristallina. Inoltre, è stato dimostrato che il rapporto isotopico $^{87}Sr/^{86}Sr$ in un carbonato di calcio, originato in acqua di mare, rimane invariato nel tempo, quando i processi diagenetici post- deposizionali non sono tanto spinti da modificare le caratteristiche primarie del sedimento (McArthur, 1994; McArthur et al., 2001).

La misura del rapporto isotopico $^{87}Sr/^{86}Sr$ di rocce carbonatiche di ambiente marino rende, quindi, possibile la correlazione temporale di campioni, geograficamente separati, grazie alla "firma" geochimica lasciata dagli elementi radiogenici. Il rapporto isotopico $^{87}Sr/^{86}Sr$ è applicabile a studi stratigrafici perché le acque di mare hanno una composizione omogenea, in quanto il tempo di mescolamento è pari a circa l000 anni, molto più breve rispetto al tempo di residenza.

Il flusso annuale in entrata e in uscita dello stronzio è trascurabile rispetto al totale di stronzio che risiede negli oceani, tanto che sono necessari tempi lunghissimi affinché l'apporto fluviale dello stronzio possa modificare il rapporto $^{87}Sr/^{86}Sr$ negli oceani. Lo stronzio presente nelle acque oceaniche deriva principalmente da 3 sorgenti principali:

- alterazione idrotermale dei basalti dei fondali oceanici, e delle dorsali oceaniche;
- alterazione supergenica delle rocce ignee crostali (apporto dei fiumi);
- diagenesi e dissoluzione di carbonati antichi.

La prima sorgente tende ad abbassare il rapporto isotopico dello stronzio in quanto i materiali mantellici hanno rapporto $^{87}Sr/^{86}Sr \sim 0.703$). La ricristallizzazione dei carbonati apporta solo una piccola quantità di stronzio che attualmente ha un rapporto isotopico corrispondente a 0.708. I fiumi contengono lo stronzio apportato dal *weathering* dalle rocce crostali, che ha rapporto isotopico variabile in base all'età, al tipo di roccia che viene alterata e alla velocità di erosione della roccia. Il valore medio globale del rapporto $^{87}Sr/^{86}Sr$ nei fiumi è di ~ 0.712 (McArthur e Howarth, 1998).

Queste attività regolano la variazione del rapporto $^{87}Sr/^{86}Sr$ nelle acque oceaniche nel corso del tempo geologico e quando integrate, rispetto al tempo, producono una curva, come quella riportata nel modello di McArthur et al., (2001), la quale è stata costruita considerando 3366 dati di età compresa tra 0 e 509 Ma (Figura 9.21)

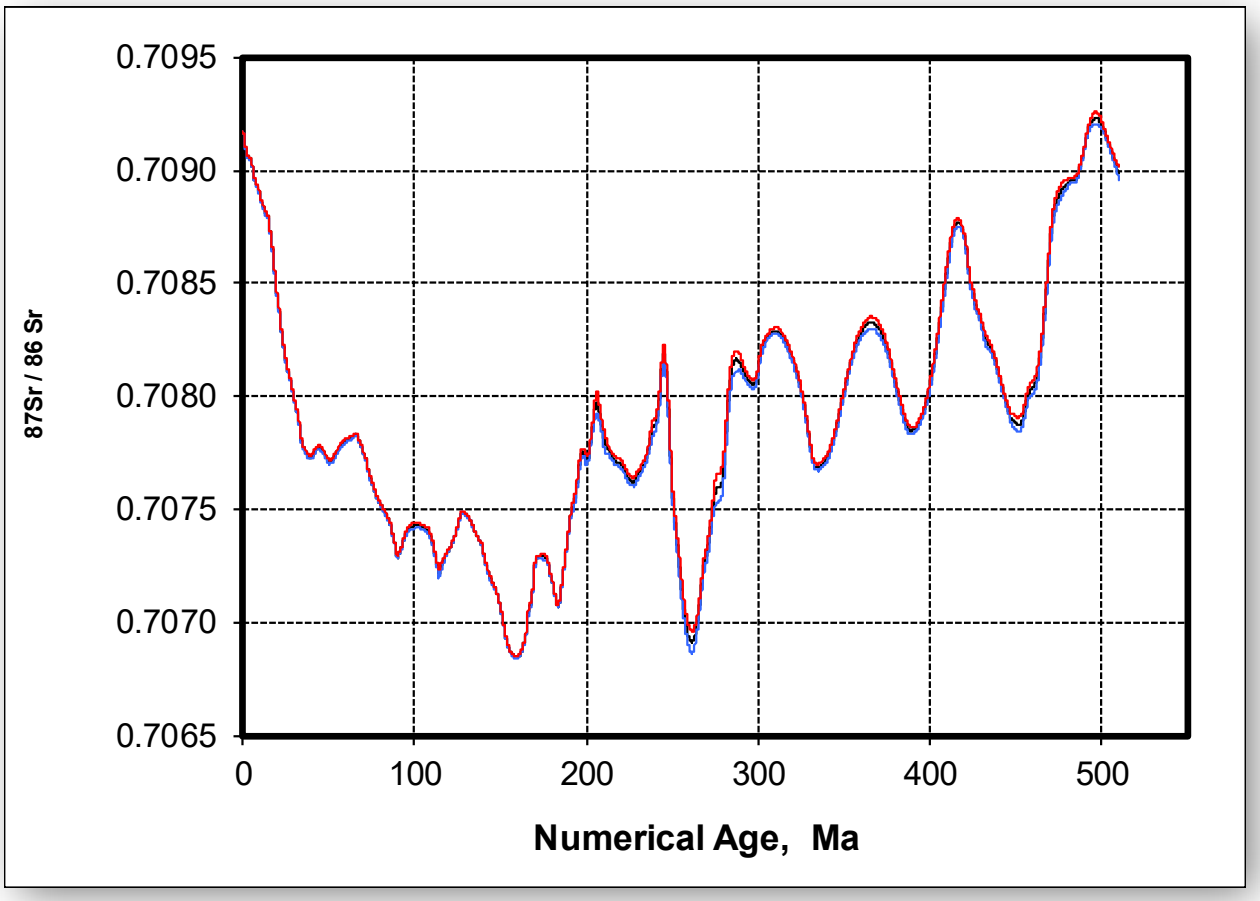


Figura 9.21 Variazione del rapporto $^{87}Sr/^{86}Sr$ in carbonati marini di età 0-509 Ma ((McArthur et al., 2001)*)*

Dalla Figura 9.21 si può osservare che durante tutto il Fanerozoico il rapporto $^{87}Sr/^{86}Sr$ nell'acqua marina è variato secondo un andamento sinusoidale che riflette i contributi prevalenti delle "sorgenti" crostali e mantelliche associabili ad eventi geologici globali del tipo rifting e orogenesi.

I campioni prevelevati nelle Arenarie di Manciano provengono tutti dalla Cava di Poggio la Vecchia e sono stati esaminati presso il Laboratorio di Isotopi radiogenici dell'Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria del-CNR c/o Dipartimento di Scienze della Terra della SAPIENZA Università di Roma, dalla prof. Francesca Castorina, usando uno spettrometro di massa FINNIGAN MAT 262RPQ multicollettore, in modalità statica. L'errore associato alla misura è espresso come 2 errore standard

e risulta dalla media 50 cicli di misura composti ciascuno di 20 rapporti isotopici, usando un segnale sulla massa 88 maggiore di 1V. Durante le analisi isotopiche dei campioni, ripetute misure dello Standard di riferimento NBS 987, hanno dato i seguenti valori: $^{87}Sr/^{86}Sr$ = 0,710245 ± 0,000010(n=20), normalizzato al rapporto $^{86}Sr/^{88}Sr$ = 0.1194.

Nella seguente Tabella 9-1 sono riportati i valori del rapporto isotopico $^{87}Sr/^{86}Sr$ dei campioni studiati e i possibili riferimenti cronologici considerando i vincoli geologici e il contesto ambientale. Di seguito l'elenco dei campioni con la posizione stratigrafica derivante dai punti di campionamento all'interno della cava:

campione	*posizione stratigrafica*	*87Sr/86Sr ±2se*	*età*	
F-1	184 m s.l.m.	*0,09018±0,000013*	*5,50 Ma*	*Messiniano*
F-2	186m s.l.m.	*0,708877±0,000012*	*10,2 Ma*	*Tortoniano*
F-3	233 m s.l.m.	*0,708915±0,000013*	*8,75 Ma*	*Tortoniano*
F-4	220 m s.l.m.	*0.708807±0,000011*	*13,05 Ma*	*Serravalliano*
F-5	213 m s.l.m.	*0.708915±0,000010*	*8,75 Ma*	*Tortoniano*
nbs 987 STD		*0,710255±0,000010*		

Tabella 9-1 Risultati dell'analisi compiuta

I rapporti isotopici dello Sr sono compresi tra i valori 0, 70881 e 0,70902 e possono essere datati al Miocene in accordo con i dati di natura stratigrafica (Figura 9.22).

Tali valori indicano età che sono in parziale accordo con le osservazioni geologiche e stratigrafiche. I campioni però, hanno età che non sono in continuità stratigrafica e ciò suggerisce che:

- il rapporto $^{87}Sr/^{86}Sr$ del carbonato dei campioni è stato modificato da fenomeni diagenetici e/o di ricristallizzazione, in entrambi i casi si ha un miscelamento tra Sr originario e Sr apportato dai fluidi post-deposizionali.
- Le età dei campioni non sono vere. Al tempo della deposizione del carbonato il bacino marino era costituito da un mare poco profondo fortemente influenzato dagli apporti fluviali. In un simile scenario le acque salate si mescolavano frequentemente con quelle dolci di apporto continentale e nel bacino sedimentario non si poteva raggiungere l'omogeneizzazione isotopica dello Sr. Va osservato che l'apporto fluviale depositava Sr con basso rapporto $^{87}Sr/^{86}Sr$ ereditato dall'alterazione del basamento toscano e dei carbonati mesozoici (Liguridi);; (McArthur et al., 2001; Tribuzio et al., 2004) che mescolandosi con lo Sr marino ne abbassava il rapporto isotopico producendo età più vecchie (es. campione F-4).

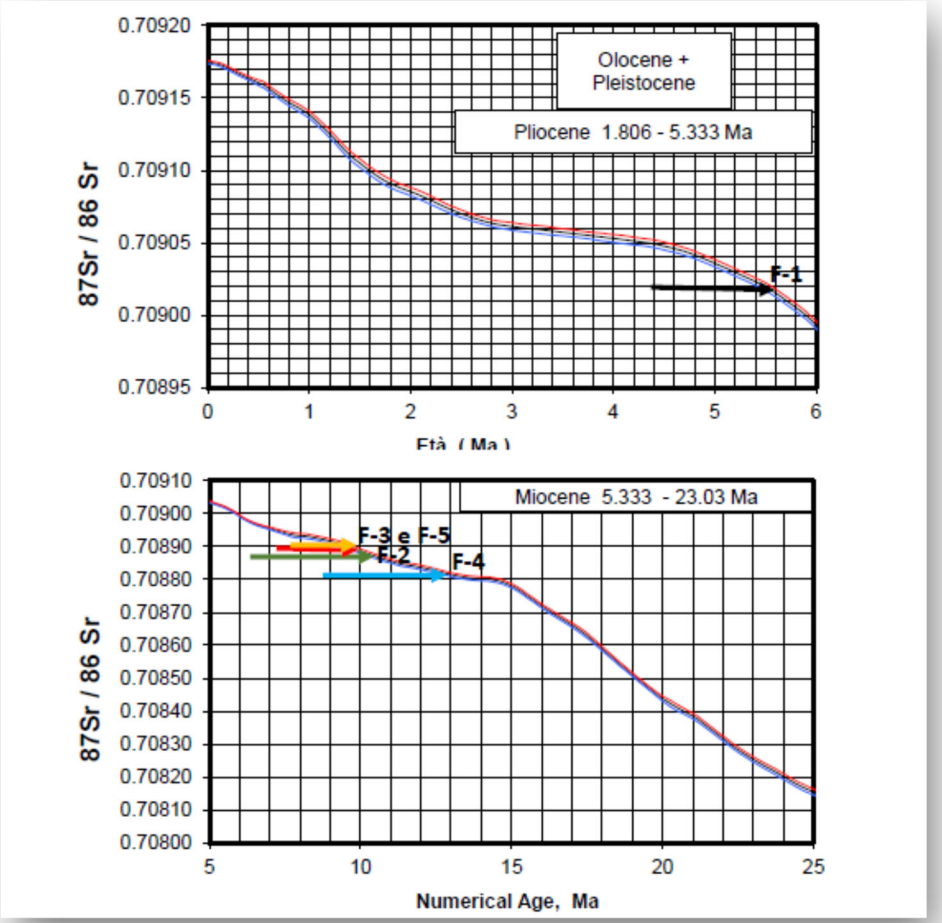


Figura 9.22 Proiezione dei campioni studiati sulla curva di variazione del rapporto $^{87}Sr/^{86}Sr$ dell'acqua di mare di McArthur et al., (2001)

In entrambi i casi il rapporto $^{87}Sr/^{86}Sr$ dei campioni studiati non rispecchia quello che avrebbe dovuto avere l'acqua di mare al tempo della deposizione delle Arenarie di Manciano. Tuttavia, le indicazioni emerse sono compatibili con il contesto ambientale; nonostante, infatti, le possibili modificazioni post-deposizionali, si ritiene che sulla base dei dati stratigrafici (rapporti con le unità formazionali sovrastanti e sottostanti), le variazioni del rapporto isotopico $^{87}Sr/^{86}Sr$ siano prevalentemente da imputare ai processi di diluizione delle acque marine con quelle dolci che derivavano dall'apporto fluviale. Questo costituisce un importante tassello nella ricostruzione paleogeografica dell'area e risulta coerente con le altre indicazioni di carattere sedimentologico emerse dall'analisi di facies dei depositi (per il quadro riassuntivo vedi il paragrafo successivo). Coerentemente, quindi, con quanto emerso dalle misure del rapporto isotopico dello stronzio e da quanto si evince dalla Figura 9.22 possiamo sostenere, con un certo margine di sicurezza, che la messa in posto dell'Arenaria di Manciano avvenne in un lasso di tempo compreso fra il Serravalliano ed il Tortoniano; l'età dei

depositi verrebbe, di conseguenza, ringiovanita rispetto a quanto originariamente era riportato in letteratura, solo su base biostratigrafica.

9.5 Assetto deposizionale, paleogeografia ed età delle Arenarie di Manciano

I dati provenienti dall'analisi di facies e icnologica (cfr Par. 9.1), dall'analisi petrografica (cfr par. 9.2) e da quella geochimica (cfr par. 9.4) e dall'unico risultato sulla materia organica (cfr par. 9.3) consentono di poter tranne alcune conclusioni sull'assetto deposizionale, il contesto paleogeografico e tettonico delle Arenarie di Manciano, che ben lungi dall' essere quello definitivo, permette di meglio puntualizzare alcuni aspetti di carattere geologico e ambientale che risultano differenti rispetto a quelli proposti da Martini et al. (1995).

9.5.1 Contesto geologico e possibile età delle Arenarie di Manciano

Come evidenziato in precedenza, le Arenarie di Manciano rientrano tra quelle unità originariamente definite Epiliguri da Ricci Lucchi (1986). Gli studi che sono stati condotti successivamente, di recente riassunti nella carta geologica della Toscana (Carmignani et al., 2013), evidenziano che queste unità possono essere suddivise in: Unità Epiliguri appenniniche e Unità Epiliguri tirreniche. Le prime affiorano solo nel settore orientale della catena e si sarebbero deposte in bacini satellite (*thrust-top basins*) in traslazione verso nordest insieme alle sottostanti unità liguridi alloctone. L'età sarebbe compresa tra l'Oligocene ed il Serravalliano superiore**.** Le seconde**,** affiorano solo nel settore tirrenico della catena e, in modo molto frammentario, nella Toscana e nel Lazio Settentrionale; esse comprenderebbero oltre alle Arenarie di Manciano anche la Formazione di Marina del Marchese e le Arenarie di Ponsano avendo un'età variabile compresa tra il Burdigaliano inferiore ed il Tortoniano.

Le considerazioni emerse dal nostro studio, basate su una differente interpretazione ambientale dei depositi, unitamente a quanto deriva dalle analisi composizionali e dalle analisi geochimiche, suggerisce una deposizione delle Arenarie di Manciano sul lato tirrenico della Catena Appenninica in un contesto di tettonica estensionale connesso con l'iniziale apertura del Bacino Tirrenico. Questo era già emerso in un lavoro di Elter e Sandrelli (1995) ma è stato ulteriormente avvalorato dagli studi più recenti di Pascucci et al. (1999) e Cornamusini et al. (2011, 2014) a cui si rimanda per le ulteriori indicazioni di carattere bibliografico.

Nei siti estrattivi investigati le Arenarie di Manciano sono comprese tra le sottostanti unità alloctone delle Liguridi del Cretaceo Superiore-Paleocene della Formazione di S. Fiora (FIA), messe in posto successivamente alle fasi deformative liguri dell'Oligocene superiore-Miocene Inferiore e le sovrastanti unità neoautoctone, costituite da depositi lacustri del Turoliano Inferiore (FOS) attribuiti alla Formazione del Torrente Fosci, e alla formazione del Torrente Sellate del Tortoniano superiore-

Messiniano inferiore (Regione Toscana, 2007), di conseguenza i sedimenti che contribuivano allo sviluppo delle Arenarie di Manciano dovevano provenire, principalmente, dallo smantellamento delle successioni alloctone (unità liguridi esterne) precocemente strutturate. Il margine continentale su cui le Arenarie di Manciano si depositavano doveva, quindi, essere caratterizzato dalla presenza di più bacini (Figura 9.23), in rapida subsidenza, formatisi in modo diacrono durante le fasi tettoniche distensive mioceniche.

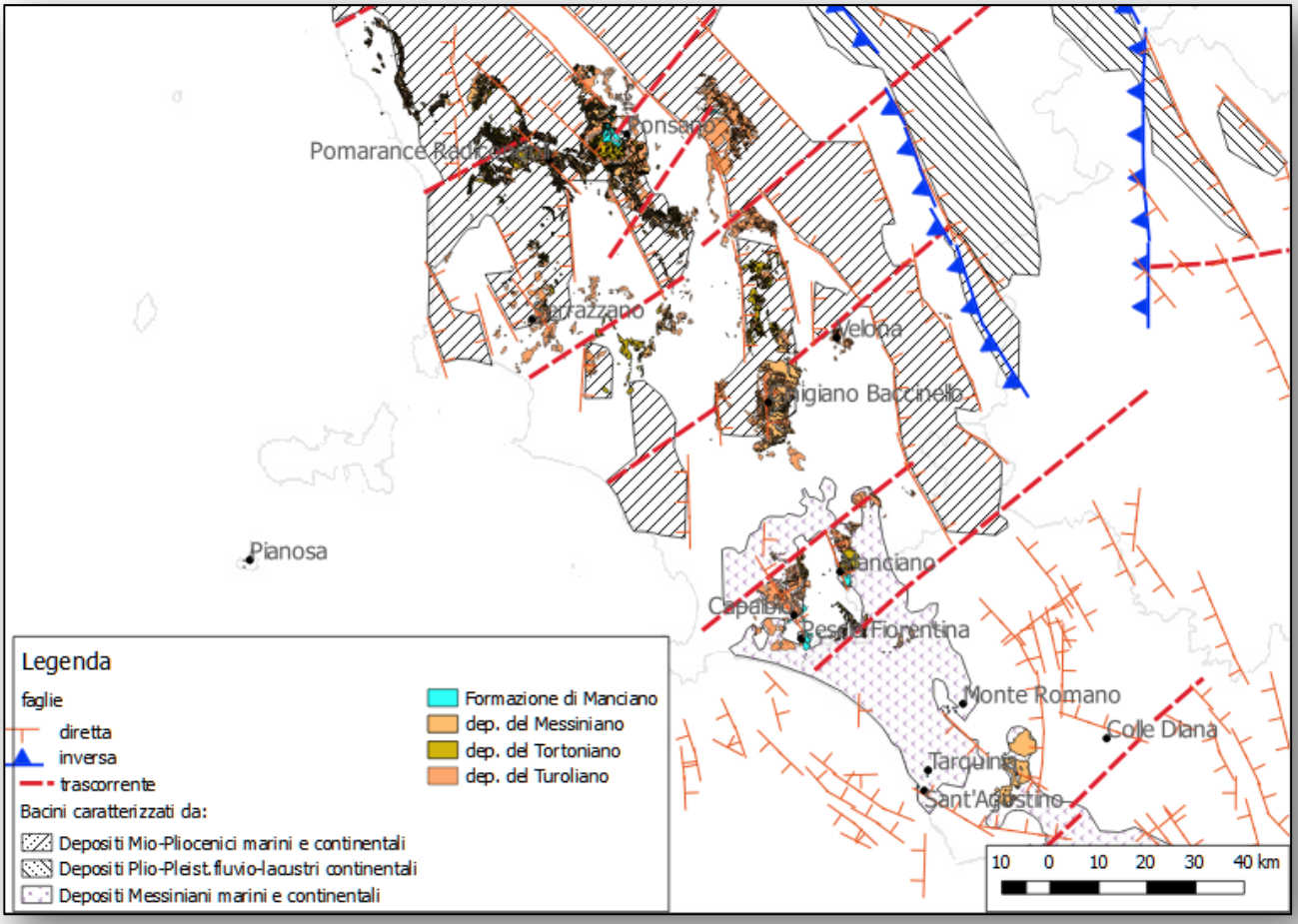


Figura 9.23 Stralcio non in scala raffigurante la distribuzione dei bacini di sedimentazione mio-pliocenici nel settore tirrenico dell'Italia centrale. Le faglie sono estratte da (Buttinelli et al., 2014; Martini et al., 2001; Toro, 1978). *I bacini sono ripresi da* (Bortolotti, 1992) *e da* (Barberi et al., 1994) *esclusivamente per i depositi Messiniani marini e continentali del Lazio.*

Se correliamo i bacini di sedimentazione della formazione delle Arenarie di Manciano con quelli delle altre formazioni riferibili alle unità Epiliguri tirreniche (formazione della Marina del Marchese e delle Arenarie di Ponsano (Figura 9.24). il quadro strutturale e paleogeografico che ne deriva, vede una progressiva migrazione del fronte distensivo verso Est con la deposizione prima dei sedimenti riferibili alla formazione di Marina del Marchese e successivamente a quelle delle Arenarie di Manciano e Ponsano (Figura 9.25), coerentemente con tutti i più recenti studi di carattere strutturale

che hanno riguardato questo settore (Brogi, 2011; Brogi et al., 2005; Brogi e Liotta, 2008; Buttinelli et al., 2014; Carmignani et al., 2013; Lazzarotto et al., 2002).

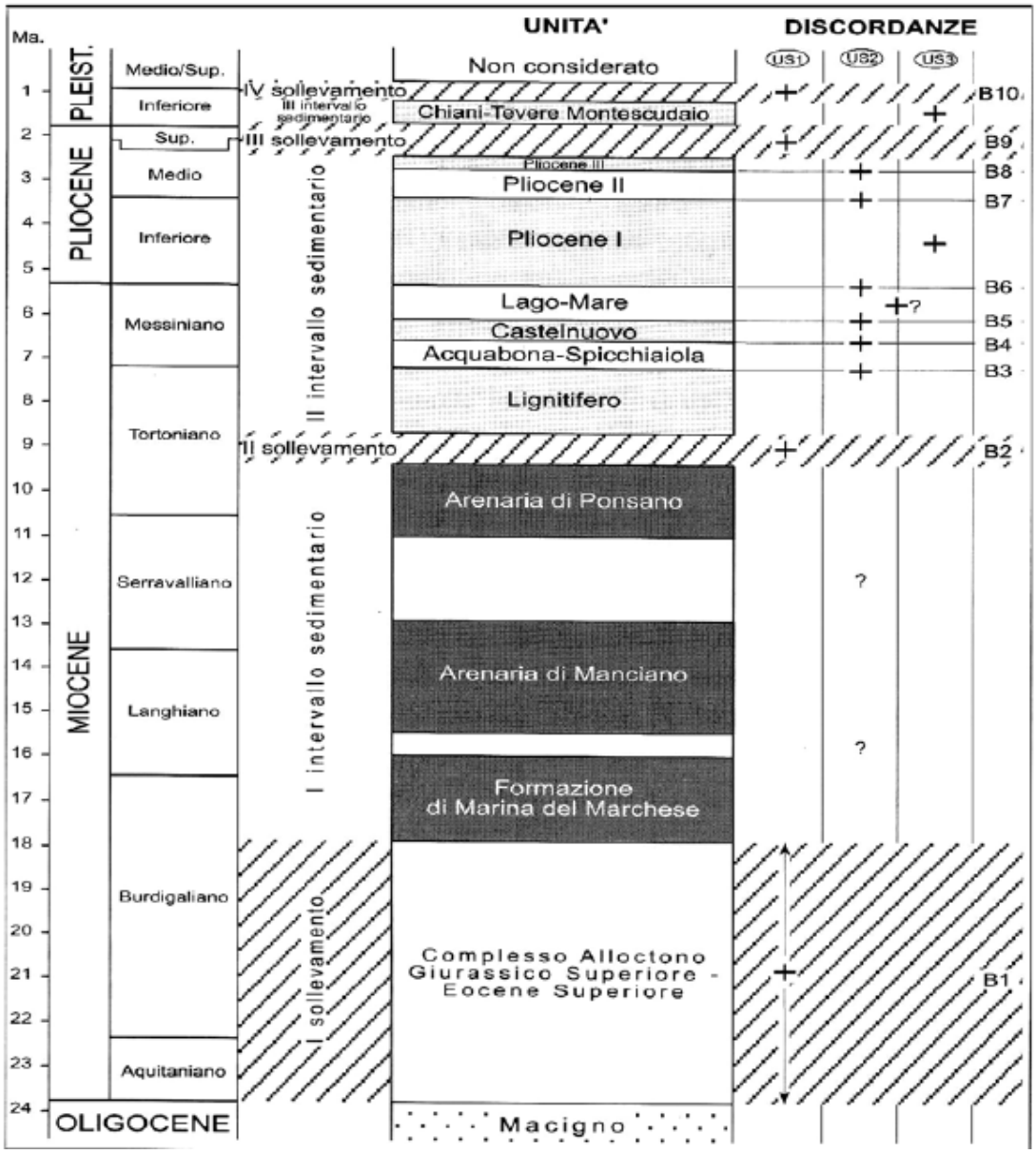


Figura 9.24 Distribuzione cronostratigrafica delle Unità deposizionali riconosciute nella Toscana Meridionale (da Bossio et al., 1998 *con modifiche introdotte da* Lazzarotto et al., 2002)*: in nero sono rappresentate le formazioni Epiliguri (Burdigaliano sup.-Tortoniano inf.); in grigio quelle relative all'intervallo di tempo Tortoniano sup.-Pleistocene medio; in rigato obliquo sono rappresentate le lacune stratigrafiche. Ogni sollevamento è seguito da un intervallo sedimentario. L'intervallo sedimentario post-Pleistocene medio non è stato considerato. B1, B2...B10, indicano le discordanze che rappresentano i limiti di unità: US1 - discordanze di primo ordine, riconosciute cioè in tutta la parte occidentale dell 'Appennino Settentrionale; US2 - discordanze di secondo ordine, locali, delle quali la relativa concordanza è sempre riconoscibile; US3 - discordanze di terzo ordine, locali, nelle quali non è possibile riconoscere la relativa concordanza. Il segno + indica sollevamento a scala regionale e/o locale. I punti interrogativi indicano incertezza nella interpretazione dovuta alla scarsità dei dati a disposizione.*

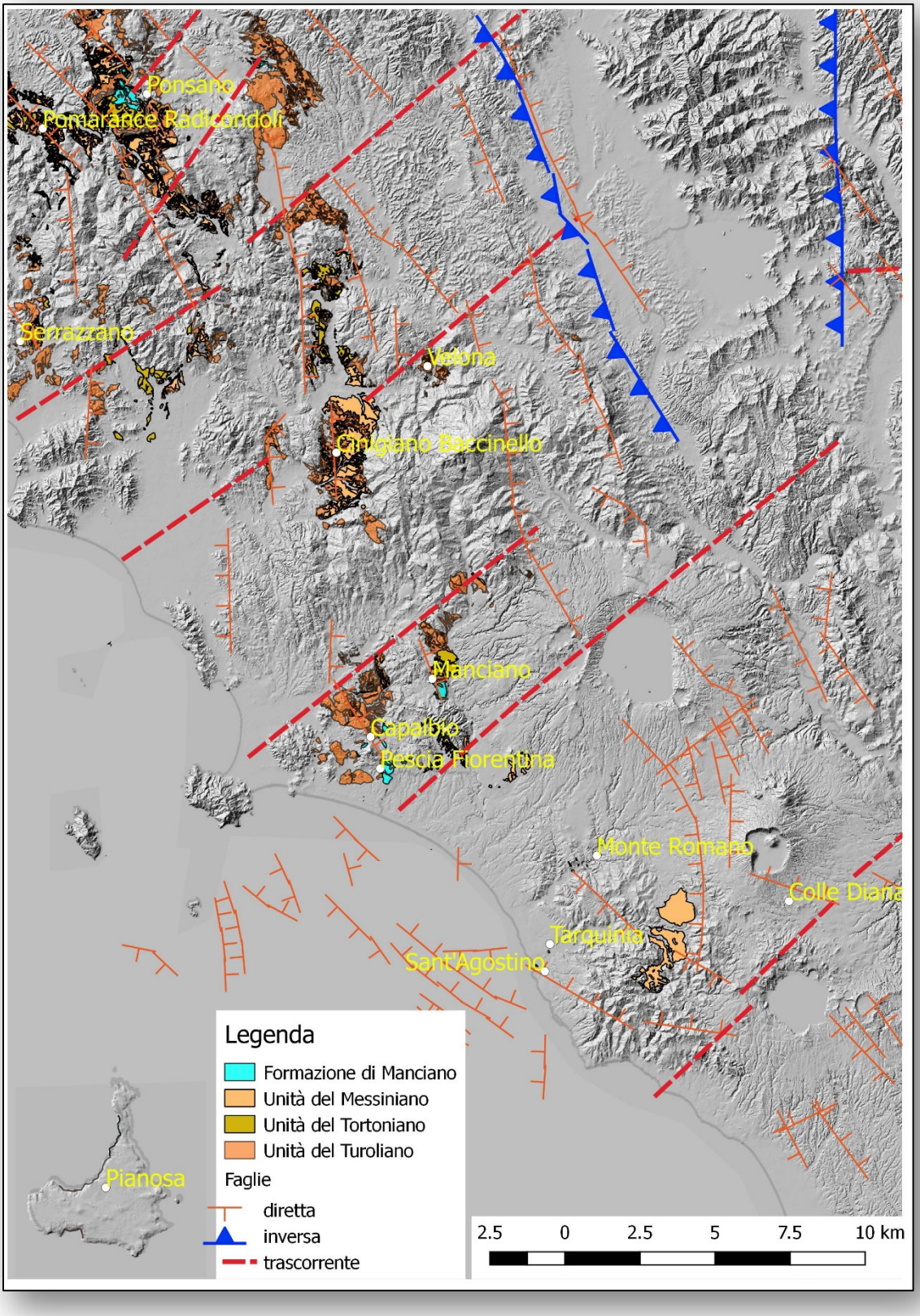


Figura 9.25 Stralcio non in scala indicante i siti indagati ed i bacini miocenici più importanti nel settore Tirrenico dell'Italia centrale su base cartografica modello digitale del terreno (DTM 20m). Le faglie sono estratte da (Buttinelli et al., 2014; Martini et al., 2001; Toro, 1978). *Le Unità divise per età di sedimentazione e la formazione delle Arenarie di Manciano sono riprese dal foglio 355 (Ronciglione) e dal foglio 354 (Tarquinia) del progetto CARG oltre che da* Fazzini et al., (1972) *per la Regione Lazio e dalla Carta Geologica Regionale della Regione Toscana* (2007)

Stabilire l'esatta cronologia di questi eventi deposizionali nei vari bacini può risultare, tuttavia, molto complesso in quanto il tema dell'età delle Arenarie di Manciano rimane ancora molto controverso a causa della assenza di microfaune o di nannoplancton utile ai fini biostratigrafici. Come accennato in precedenza, in base ai macrofossili presenti ed alla posizione stratigrafica Le Arenarie di Manciano sono state attribuite: al Langhiano (Dessau, 1951, Giannini, 1957, Alberti et al., 1970), al Miocene superiore (Bettelli, 1985; Signorini, 1967), al Burdigaliano – Serravalliano (Fazzini et al., 1972; Martini et al., 1995). Tuttavia, gli unici dati paleontologici disponibili, rimangono ancora solo quelli di Giannini (1957), che basava l'attribuzione delle Arenarie di Manciano al Langhiano sulle seguenti otto forme, di cui solo cinque classificate con sicurezza: *Scutella leognanensis*, *Scutella striatula*, *Scutella paulensis*, *Amphiope cfr. bioculata*, *Clypeaster* sp., *Gryphaea (Crassostrea) gryphoides*, *Gryphaea (Crassostrea) gryphoides* var. *gingensis*, *Lima* sp.. Va rilevato tuttavia che nei recenti studi di carattere paleontologico, rispetto al 1957, il range di età in cui risultano distribuite le forme utilizzate da Giannini è notevolmente cambiato. Néraudeau e Masrour, (2008) segnalano associazioni a *Scutella striatula* nel Tortoniano, nella costa atlantica del Marocco, concordemente con l'attribuzione sempre al Tortoniano di associazioni ad Amphiopi e Scutelle (tra cui *Scutella striatula*) identificate nella regione occidentale della Francia a Noyant (Néraudeau, 2007). Tali associazioni di macrofossili quindi non possono essere più considerate indicative del Miocene medio inferiore e tendono ad essere utilizzate più per il loro significato paleoambientale che per datazioni biostratigrafiche.

Barbieri et al., (2003) avevano definito per le arenarie di Manciano un'età compresa tra 5,77 e 5,47 Ma corrispondente al Messiniano superiore. Tuttavia, tale attribuzione non è risultata coerente con i vincoli stratigrafici emersi durante la realizzazione e successiva pubblicazione della Carta Geologica della Toscana in scala 1:10.000 (Regione Toscana, 2007); in base a questi ultimi dati, l'età delle Arenarie di Manciano dovrebbe ricadere in un intervallo compreso tra la messa in posto delle sottostanti unità Liguridi (complesso alloctono) e la deposizione delle sovrastanti unità neoautoctone del Tortoniano Superiore-Turoliano (Figura 9.24). Inoltre, le associazioni fossilifere presenti nei campioni prelevati (cortesemente esaminate dal Prof. Johannes Pignatti), coerentemente ai vincoli stratigrafici esistenti per i siti estrattivi investigati avevano suggerito un'età deposizionale compresa tra il Langhiano e il Tortoniano superiore. Sulla base di queste indicazioni e tenendo conto di quelle emerse dalle analisi geochimiche basate sul rapporto isotopico dello stronzio, noi suggeriamo che la messa in posto dell'Arenaria di Manciano avvenne in un lasso di tempo compreso fra il Serravalliano ed il Tortoniano.

9.5.2 Contesto deposizionale

Quanto emerso dall'analisi di facies che è stata condotta consente di fare alcune considerazioni sugli ambienti e sul sistema o sistemi deposizionali che erano attivi durante la messa in posto delle Arenarie di Manciano. E' evidente dal carattere sabbioso, dal tipo di strutture sedimentarie presenti e dalla geometria dei depositi, che questa successione rappresenti il prodotto della sedimentazione in un ambiente marino di acqua poco profonda; le diverse tracce fossili riscontrate, unitamente ai tipi di stratificazione suggerirebbe infatti una ambiente di *shoreface*, prevalentemente limitato a quello superiore nella porzione medio-bassa della successione investigata con un passaggio alla porzione prossimale dello shoreface inferiore in quella sommitale. Non ci sono evidenze di facies di piattaforma, né tanto meno di strutture che facciano pensare ad un possibile influenza tidale come invece suggerito da Martini et al., (1995). Quanto invece emerge anche sulla base dei dati delle paleocorrenti e delle geometrie della stratificazione a grande scala, riscontrata in alcuni nuovi fronti presenti nelle cave di Poggio la Vecchia (Figura 9.26) e Gamberaio, è che le Arenarie di Manciano si deposero nell'ambito di uno o, probabilmente, due sistemi deltizi dominati dalle onde.

Per questi sistemi, come è descritto in letteratura (vedi Bhattacharya, 2006; Bhattacharya and Giosan, 2003), la suddivisione nei diversi settori di un delta ha una corrispondenza con gli ambienti dei sistemi costieri dominati dalle onde.

Di conseguenza, il fronte deltizio superiore coinciderebbe molto bene con l'*upper* e il *lower shoreface*, ovvero con quegli ambienti che, sia le forme di fondo, sia le tracce fossili, sembrano indicare per le Arenarie di Manciano. Questi sistemi si affacciavano sul margine estensionale tirrenico e si sviluppavano all'interno dei bacini che si erano andati individuando durante l'apertura dello stesso. I delta erano alimentati da un sistema idrografico impostato su aree in erosione collocate nei settori orientali. Un semplice esame degli affioramenti delle Arenarie di Manciano (Figura 9.25), può consentire, con un certo grado di approssimazione, di riconoscere una serie di fasce isopiche che collocano i Conglomerati di Colle Diana nelle parti più interne; questi facevano transizione, verso ovest, agli ambienti più schiettamente marini costieri e deltizi tipici delle Arenarie di Manciano che sono state investigate.

Nell'ottica di questo contesto deposizionale trovano collocazione le diverse facies che sono state riscontrate e che sono coerenti con l'ipotesi del, o dei, sistemi deltizi a dominio ondoso. In particolare, le facies A4, A1, A2 e A3 possono essere considerate come l'espressione laterale sottocorrente di flussi che si muovevano lungo il fronte deltizio superiore e che depositavano e rielaboravano i sedimenti trasportati durante le fasi di piena come flussi iperpicnali. Queste stesse facies registrano, sulla verticale e lateralmente, il passaggio da condizioni supercritiche a condizioni subcritiche dei

flussi, i quali deceleravano nello spazio e nel tempo, dando luogo alle diverse forme di fondo che sono state riscontrate. I dati delle paleocorrenti indicano, infatti, un prevalente trasporto di sedimenti verso i quadranti occidentali, sebbene non mancano forme di fondo che si muovono verso i settori settentrionali e meridionali, le quali vengono interpretate, o come il prodotto di un trasporto laterale da parte degli stessi flussi iperpicnali, o come legate a processi di deriva litorale, che potevano essere attivi in relazione alla diversa direzione di provenienza del moto ondoso.



Figura 9.26 A) Geometria clinoforme a grande scala con immersione degli strati verso ovest, attribuita al sistema deltizio che caratterizza la porzione basale della Cava di Poggio La Vecchia. Da notare come le superfici di stratificazione più inclinate, attribuite al fronte deltizio superiore, passano sottopendio e transizionalmente a depositi sabbiosi del fronte deltizio inferiore. B) dettaglio che mostra la porzione superiore del fronte deltizio

Connessi a processi simili sono le facies Cg e A7, per la cui messa in posto sono sempre ipotizzati flussi in massa che trasportavano sedimenti e organismi, bypassando i settori più inclinati del fronte deltizio superiore e iniziando a depositare il tutto nel momento in cui diminuiva l'inclinazione del pendio deposizionale, passando verso il fronte deltizio inferiore.

La presenza delle ostree in valve disarticolate all'interno di strati sabbiosi prive di strutture, costituisce non un indizio di assetti riparati in corrispondenza di *ridge* e/o *bars* come suggerito da Martini et al., (1995), ma al contrario sarebbero l'evidenza, che ben si associa con l'assetto deposizionale deltizio *wave-dominated*, di un sistema di baie/lagune (purtroppo non preservate nella successione affiorante, di cui però l'abbondante presenza e le ben sviluppate ostree rappresentano un ottimo indizio), posto alle spalle di possibili *spits* litorali che consentivano lo sviluppo di queste forme di lamellibranchi in aree relativamente più protette (vedi Dan et al., 2011; Van Maren, 2005). Solo il passaggio di eventi di piena in questi ultimi settori o gli effetti dei flussi di ritorno connessi con delle tempeste, potevano mettere in sospensione questi materiali, trascinarli verso mare e depositarli più al largo, in un ambiente di *shoreface*, in maniera così caotica, come si riscontra in diversi orizzonti della successione esaminata.

Infine, la facies A5, caratterizzata dalla presenza di *hummocky cross-stratification,* ben si accorda con il contesto di un sistema deltizio a dominio ondoso. La genesi di queste strutture è legata sia all'azione di flussi oscillatori, sia all'azione di flussi combinati. Le geometrie riscontrate sembrano più compatibili con quelle dei flussi oscillatori, il che porrebbe queste strutture in un contesto di *lower shoreface* che, riscontrabile nella porzione sommitale della successione investigata, conferirebbe a quest'ultima una chiara tendenza all'approfondimento degli ambienti deposizionali.

9.5.3 Evoluzione stratigrafica

Per lo spessore affiorante, relativamente modesto (ordine di un centinaio di metri), la successione delle Arenarie di Manciano mostra internamente una ciclicità che si esprime con differenti spessori, da quelli metrici a quelli dell'ordine delle decine di metri. I primi, si ritiene siano connessi alla dinamica deposizionale di un sistema deltizio dove si alternavano periodi di maggiore o minore energia. Tali periodi si traducevano in unità sabbiose poco bioturbate e con stratificazione incrociata, prodotta dalla migrazione delle forme di fondo, e unità sabbiose altamente bioturbate che si generavano durante i periodi relativamente più tranquilli (da un punto di vista energetico), utilizzati dagli organismi per bioturbare i sedimenti deposti durante le fasi più energetiche.

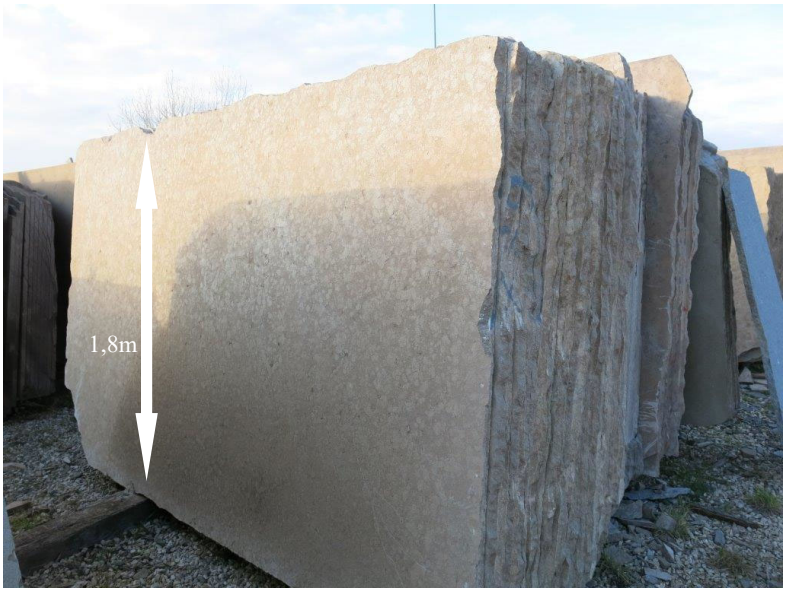
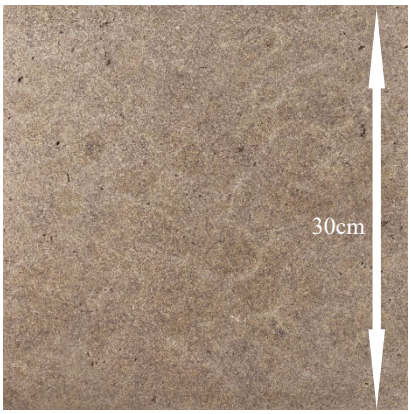
Ad una scala maggiore la ciclicità riscontrata dovrebbe riflettere gli effetti delle variazioni relative del livello marino (tettonica + variazioni eustatiche). Nel suo complesso, infatti, l'intera successione esaminata mostra un trend trasgressivo, con le facies di fronte deltizio superiore alla base che passano via via verso l'alto alle facies sommitali con *hummocky cross-stratification* che sono imputabili ad un ambiente di *shoreface* inferiore. Questi ultimi depositi sono troncati al tetto da una importante superficie di discontinuità su cui poggiano le facies continentali del Turoliano. Risulta quindi evidente che la successione investigata, essendo delimitata al tetto e alla base da due superfici di inconformità,

si potrebbe configurare come l'espressione di una porzione di una sequenza deposizionale di alto rango di cui rimane preservata solo una piccolissima parte. Lo scopo di questa tesi non consente di approfondire ulteriormente questa tematica, che necessiterebbe di un inquadramento più esteso dell'area, prendendo in considerazione anche le unità più antiche e più recenti al fine di un confronto stratigrafico più completo.

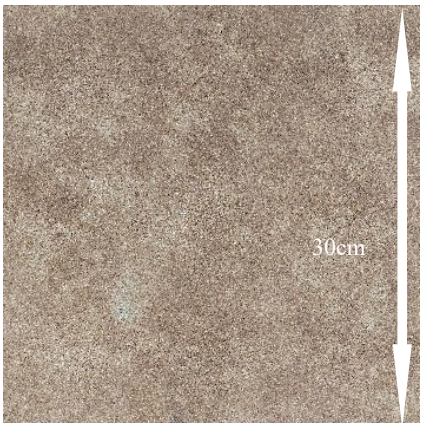
10 Varietà Commerciali e strategie di recupero

Di seguito verranno presentate alcune schede che presenteranno le maggiori varietà commerciali e come esse si presentano in cava. Per ognuna di esse si attribuirà una facies così come classificate al paragrafo 9.1.

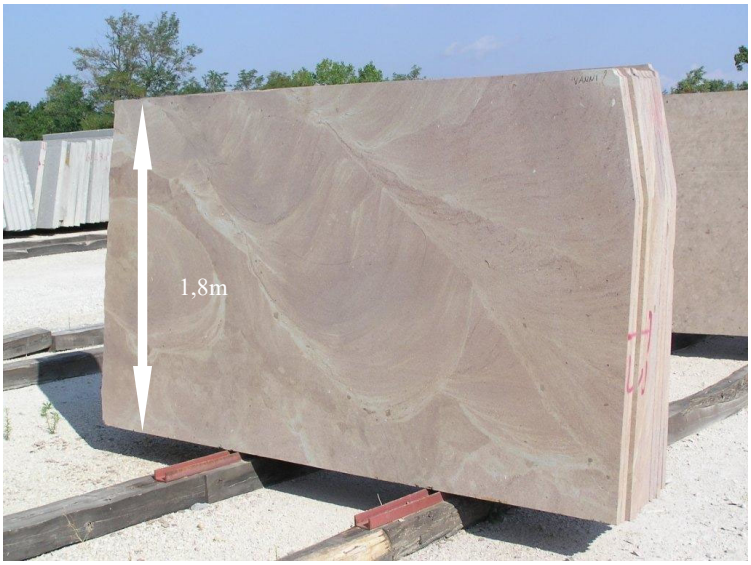
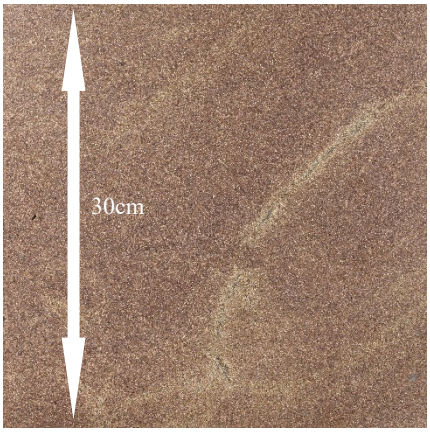
10.1 Identificazione e caratteristiche delle varietà commerciali (ATLANTE)

Varietà commerciale
 
Fiorito- Levigato
In cava

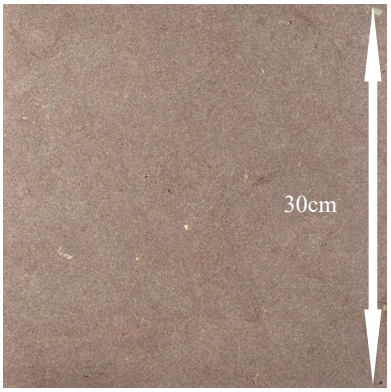
P6
Facies A6

Varietà commerciale
 
Leopard- Levigato
In cava

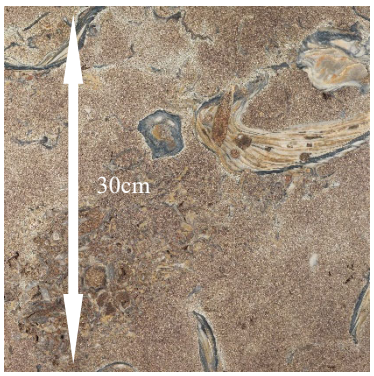
P1
Facies A4/A6 con alterazione da passaggio di fluidi

Varietà commerciale
 
Venato - Levigato
In cava

P4
Facies A1 e A2

Varietà commerciale
 
Brown- Levigato
In cava

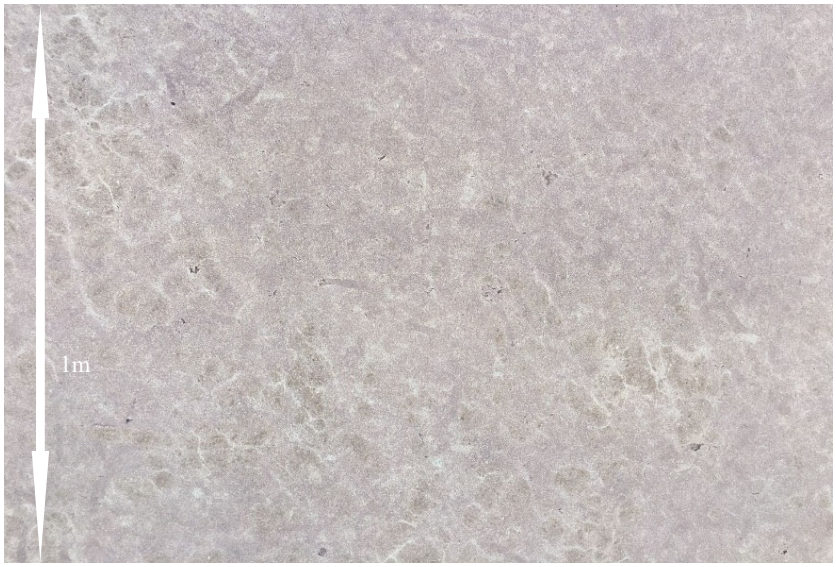
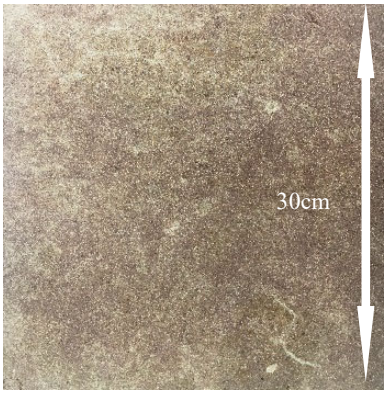
P1
Facies A6

Varietà commerciale
 
Ostrea – resinato e levigato
In cava

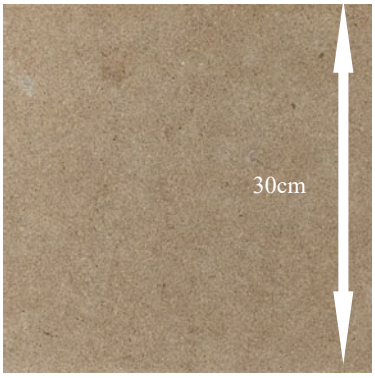
P2
Facies A7

Varietà commerciale
 
Bicolore (O giallino) - Limaia
In cava

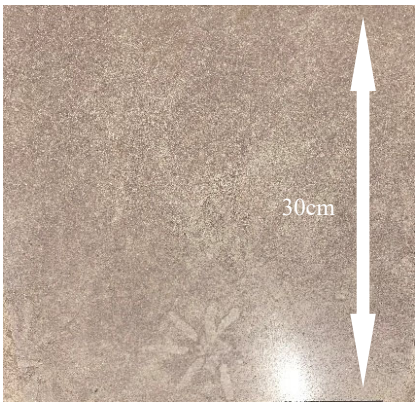
P10
Facies diverse con anelli di Liesegang

Varietà commerciale
 
Flower - Levigato
In cava

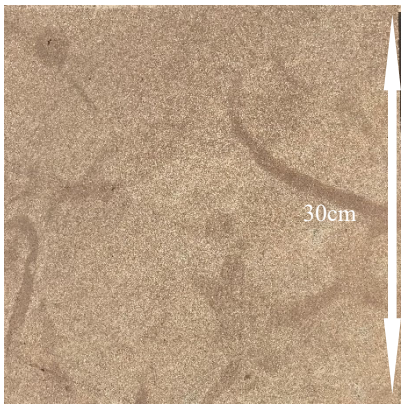
P5
Facies A6

Varietà commerciale
 
Uniforme - Limaia
In cava

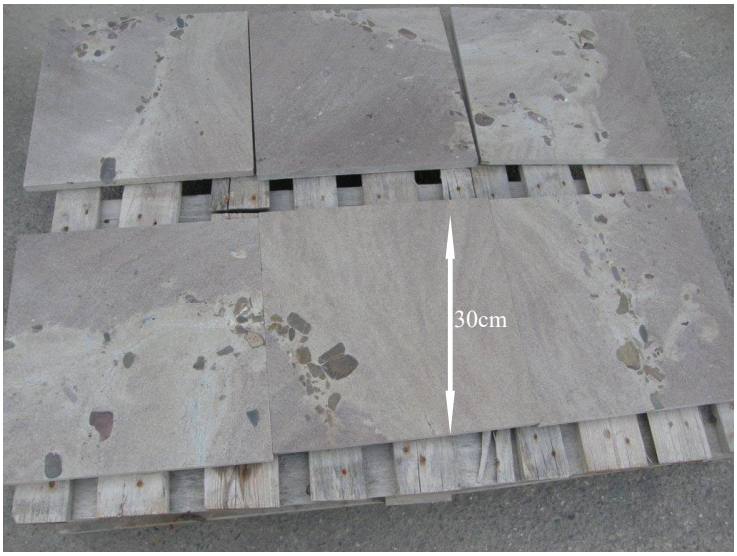
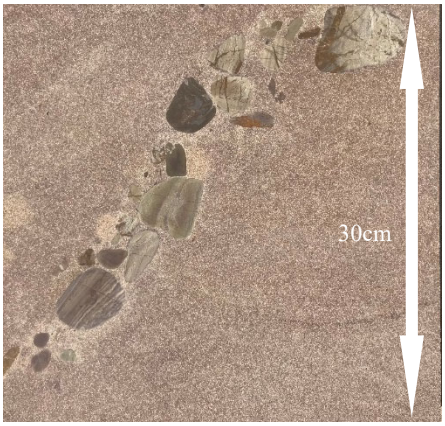
P3
Facies A6 (Icnoassociazione: *Ophiomorfa nodosa* e *Thalassinoides* isp)

Varietà commerciale
 
Speciale: Fiore o Manina o Zampa di Gallina – Levigato fino
In cava

P9
Varie facies con bioturbazione specifica ma di difficile attribuzione

Varietà commerciale
 
Bisciato (o Tiger) - Levigato
In cava

P8
Facies A6 con bioturbazione differenziata tra la porzione apicale e quella centrale-basale.

Varietà commerciale
 
River – Levigato
In cava

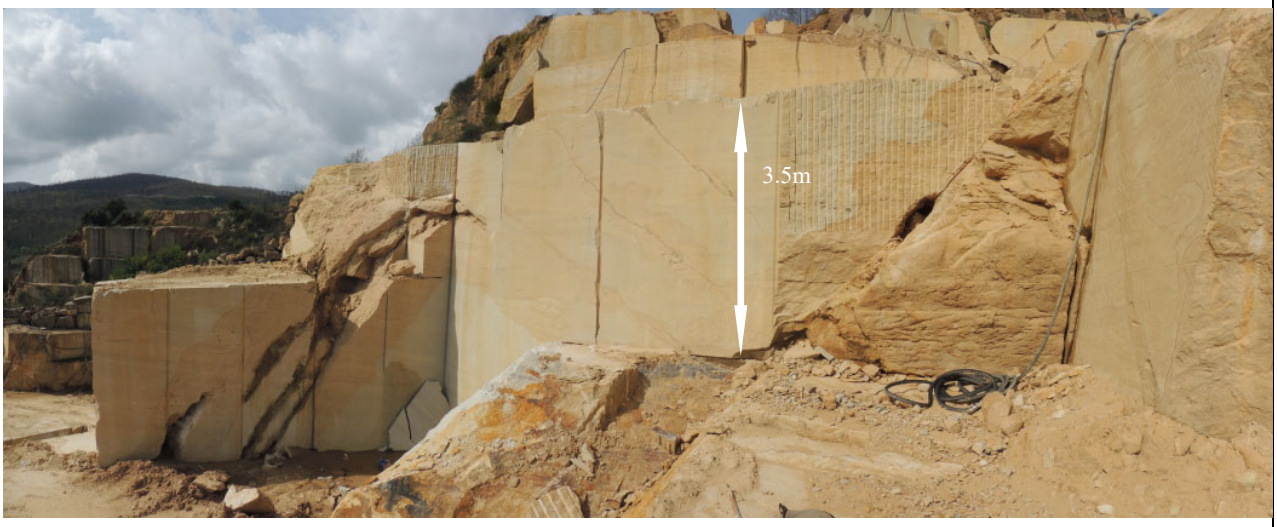
P6
Facies Cg in espressione laterale

Varietà commerciale

Grigio Perla Toscano
In cava

P6
Facies A2 e A3

Varietà commerciale

Pietra Dorata® Toscana
In cava

P8
Facies A2 e A3 con anelli di Liesegang

10.2 Possibili interventi volti alla valorizzazione delle varietà commerciali

Come già osservato nel paragrafo 1, il rapporto fra pietra ornamentale e scarto per le varie province toscane, può avere valori anche intorno al 15%-20%, ovvero si scarta l'80-85% del tout venant coltivato.

Per le Arenarie di Manciano, la quantità degli scarti (al netto del diverso uso non ornamentale del prodotto) è in linea con quello delle altre attività estrattive. Per tale motivo si è cercato, con le informazioni raccolte nel presente lavoro, di trovare degli spunti per valorizzare il prodotto e diminuire gli scarti.

Da quel che si è appreso durante lo studio, spesso il mercato cerca prodotti omogenei, che possano garantire al cliente finale un risultato certo. Talvolta il risultato atteso è addirittura previsto attraverso modelli grafici quali rendering e fotoinserimenti dal quale i clienti non vorrebbero discostarsi di molto. Tali modelli usano fondamentalmente delle "texture" omogenee che quindi differiscono da quelle dei prodotti naturali che invece come caratteristica fondamentale hanno delle "variabili".

Prodotti artificiali come le ceramiche, usano delle "texture" ripetibili e omogenee, e sono sicuramente più adatti al tipo di mercato di "progettazione". Non a caso le ceramiche rappresentano il competitor principale dei materiali lapidei.

Negli ultimi periodi, il mercato delle ceramiche, cercando di acquisire nuovi clienti, si è spinto a stampare "texture" che riproducono pietre naturali. Tale procedimento ha ulteriormente intaccato il mercato lapideo.

Contrastare quindi il mercato della ceramica, ricercando l'omogeneo e la ripetibilità delle forme è sicuramente uno dei più grossi errori che le società facenti parte del comparto delle attività estrattive in generale possono commettere. Addirittura, talvolta si scartano delle rocce con particolarità dovute alla decolorazione, alla presenza di tracce fossili o di inclusi (fossili, ciottoli, ecc), segno di disomogeneità.

La valorizzazione del materiale lapideo dovrebbe invece enfatizzare tali "peculiarità" poiché, sicuramente, le ceramiche non potranno mai riprodurle tutte. Per tale ragione in questo studio ci si è spinti, con una analisi di dettaglio, a studiare tutte le informazioni legate al litotipo specifico "Arenaria di Manciano".

I dati riguardanti il paleoambiente di formazione, il contesto strutturale, la composizione petrografica ed il contenuto paleontologico possono fornire sicuramente un "valore aggiunto" ad ogni singolo "pezzo" venduto.

Inoltre, i dati riguardanti le facies descritte ed interpretate, i macrofossili ritrovati e le icnostrutture rinvenute possono "raccontare" al cliente finale una storia, una unicità, che solo lui potrà possedere, ponendo l'eterogeneità quale base della qualità del prodotto.

Sebbene quindi sia importante non esasperare la suddivisione commerciale del materiale alla ricerca di omogeneità, è dirimente la ripartizione in ulteriori sottocategorie per lavori di ripristino di monumenti o opere realizzate in passato. Il costo di tale operazione sarebbe comunque coperto dalla vendita di tale materiale al dettaglio e sarebbe propedeutico per ulteriori processi come si vedrà nel prossimo paragrafo (cfr par. 10.3).

Alcune icnostrutture, le facies con ciottoli, alcune geometrie dovute al passaggio di acqua (anelli di Liesegang, ecc) e le facies ricche di fossili, potrebbero inoltre essere venduti in piccoli tagli, per realizzare intarsi o porzioni in discontinuità con le altre parti realizzate. Il costo dei tagli supplementari e del marketing sarebbe ricoperto dalla vendita al dettaglio anche di tale materiale.

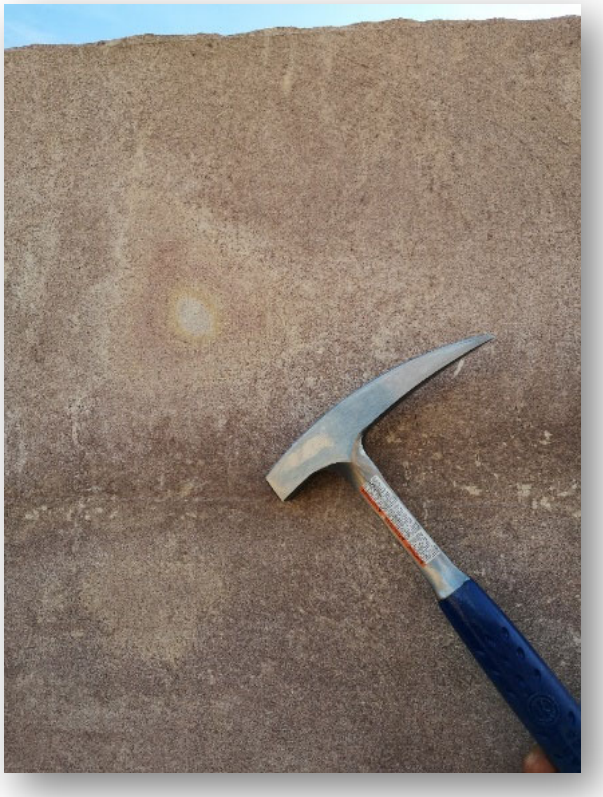


Figura 10.1 Variazione cromatica puntuale

Un discorso a parte invece, andrebbe fatto per il colore. Esistono nelle diverse cave, alcune varietà commerciali tra loro molto simili, specialmente fra le facies bioturbate. La differenza principale infatti non è né nella icnodiversità né nella icnodensità ma nel colore di fondo, che spazia dal grigio chiaro, al giallino fino al rossastro/marrone.



Figura 10.2 Confronto fra tre blocchi di materiale "fiorito" con diverse tonalità cromatiche. a) grigiastro, b) rossastro, c) giallastro

Per valorizzare tali materiali e non produrre ulteriori scarti le soluzioni sono essenzialmente 2:

- La vendita di materiale misto a colorazioni differente (per progetti che lo permettono), classificando il materiale solamente per le geometrie e le strutture sedimentarie / bioturbate che lo compongono
- L'efficientamento della struttura di produzione e stoccaggio al fine di permettere quantità sufficienti di materiale per gamma di colore

Nel paragrafo successivo si tratterà il tema della valorizzazione attraverso l'ottimizzazione dell'attività estrattiva stessa, fornendo alcuni spunti per diminuire gli scarti.

10.3 Ottimizzazione attività estrattiva

In questo paragrafo si è cercato di fornire spunti per l'ottimizzazione della attività estrattiva, attraverso l'implementazione della commercializzazione di ulteriori varietà commerciali, l'efficientamento dell'organizzazione di cantiere e attraverso consigli pratici su alcuni dettagli.

10.3.1 Distribuzione delle Varietà commerciali e loro aggiornamento

Per cercare di aumentare l'efficienza della produzione si è proceduto per step. Il primo dei quali è stato quello di cartografare le varietà commerciali, suddividendo il cantiere per aree entro le quali sono coltivate.

Sulla base di questa cartografia si sono valutate aree in cui la coltivazione è più efficiente ed aree invece in cui il rapporto fra prodotti e scarti è minore. Proprio nelle aree in cui l'efficienza è minore è stata implementata l'analisi svolta nei paragrafi precedenti e sono state individuate alcune "Varietà commerciali" aggiuntive, che potrebbero essere offerte al mercato poiché in quantità sufficienti a giustificarne la commercializzazione.

Ad esempio, nella cava Gamberaio, potrebbero essere coltivate e vendute le aree bioturbate a Nord-Est o le aree con sedimentazione tipo Hummocky o a strati rovesciati più in quota (Rossi et al., 2017).

Nella cava Scarceta sono state individuate altre tre aree con varietà abbastanza omogenee. La prima presenta alterazioni di colore da passaggio di fluidi, con geometrie molto particolari di colore chiaro su un fondo rosso, tipo "bicolor". Le altre due sono "varietà bioturbate" con diversa icnodensità. In entrambe è distinguibile l'ichnofabric ma in una l'icnodensità è minore e nell'altra maggiore, inoltre quest'ultima è caratterizzata da macule cromatiche abbastanza evidenti.



Figura 10.3 Esempi di materiale "bicolor" in cava a Scarceta. Piano 8

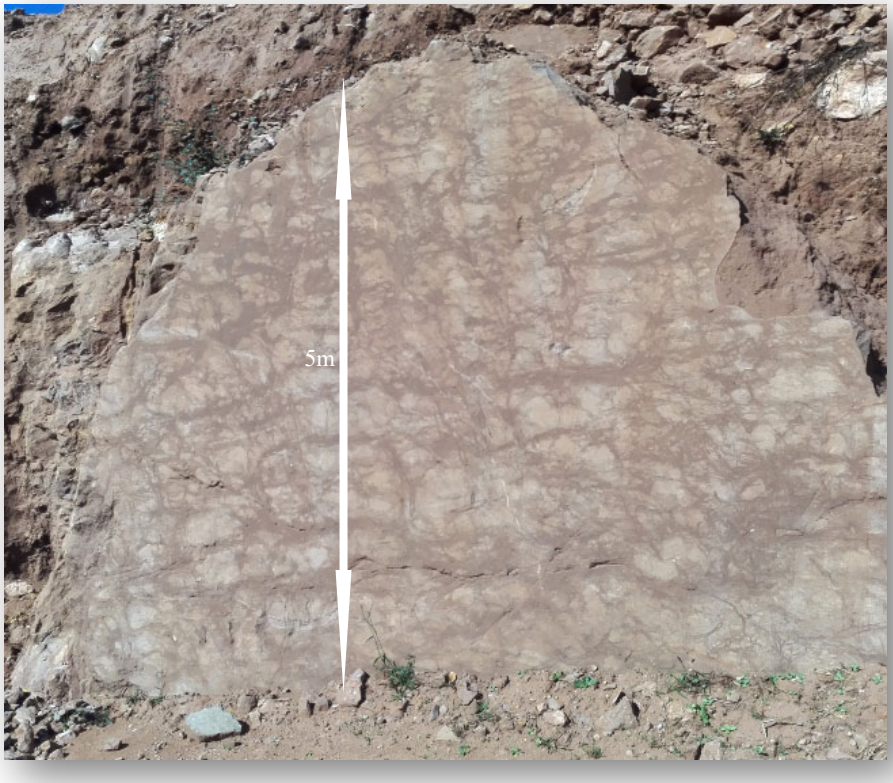


Figura 10.4 Esempio di materiale con alta icnodensità nella cava Scarceta. Piano 6



Figura 10.5 Esempio di materiale con media icnodensità nella cava Scarceta. Piano 7

Nella cava di Poggio la Vecchia, il materiale negli ultimi piani in alto, ovvero i piani 10 e 11 a Nord, è classificabile in una varietà commerciale già commercializzata, l'Uniforme, ma con cromatismi molto più chiari. La quantità di tale materiale non è trascurabile e la sua coltivazione è necessaria per l'avanzamento della cava, rappresentando la "scoperta" per i materiali dei piani inferiori. Se ne consiglia quindi lo stoccaggio come accennato nel par. 10.2.



Figura 10.6 Poggio la Vecchia, piano 11. Materiale Uniforme "giallo"

Ancora, nella cava di Poggio la Vecchia, in alcuni punti più in quota e vicino alle fratture più beanti e consistenti, è possibile trovare, seppur in modeste quantità, un materiale che presenta anelli di Liesegang (cfr par. 7.5) tipo Pietra Dorata, anche tale materiale potrebbe essere stoccato (Figura 10.7). In altri punti della cava, sempre vicino alle fratture maggiori ma con molta più frequenza, è possibile trovare del materiale con colorazioni gialle molto nette che "entrano" nella roccia per 20 o 30cm. Questo materiale rappresenta sicuramente una sfida dal punto di vista della produzione poiché è molto frequente ma con bassissimi volumi e difficilmente coltivabile data la presenza delle fratture. Ad ogni modo, la sua commercializzazione permetterebbe di recuperare moltissimo materiale ad oggi scartato, fornendo un a grande quantità di una varietà "simil-bicolor" (cfr Figura 10.8).

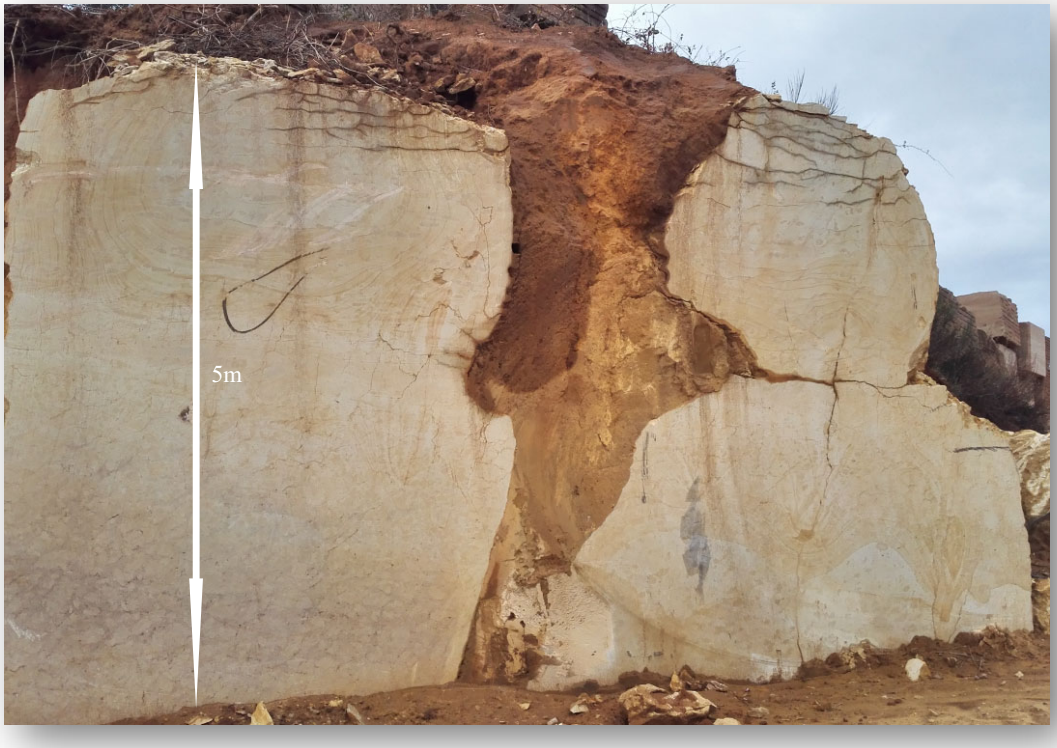


Figura 10.7 Poggio la Vecchia, piano 11, materiale con anelli di Liesegang



Figura 10.8 Piano 4 Poggio la Vecchia. Fasce gialle intorno alle fratture maggiori

Di seguito si riportano le cartografie realizzate su ortofoto di dettaglio, delle aree del cantiere divise per varietà commerciali comprensive di quelle aggiuntive proposte. Ovviamente si tratta di un modello semplificato poiché su un singolo fronte sono presenti a volte anche 2 o 3 varietà commerciali insieme, ma può fornire una visione di insieme, uno spunto, per l'organizzazione del cantiere. Se aggiornata continuamente, questa carta può essere di supporto all'ufficio commerciale, fornendo ulteriori informazioni sulle disponibilità dei materiali in cava.

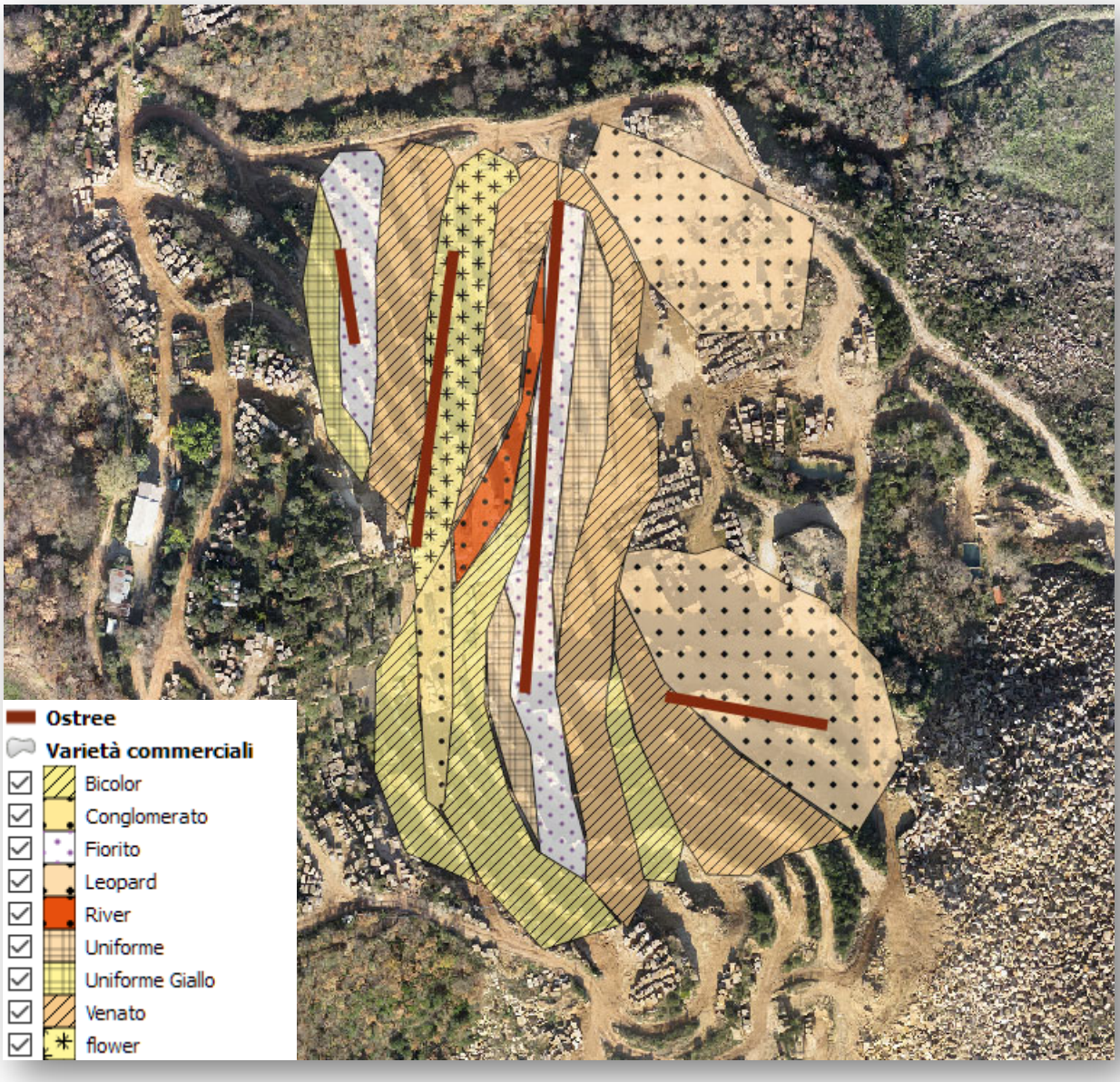


Figura 10.9 Cava di Poggio la Vecchia. Dettaglio in scala 1:3.000 su Ortofoto delle aree di cava divise per Varietà Commerciali

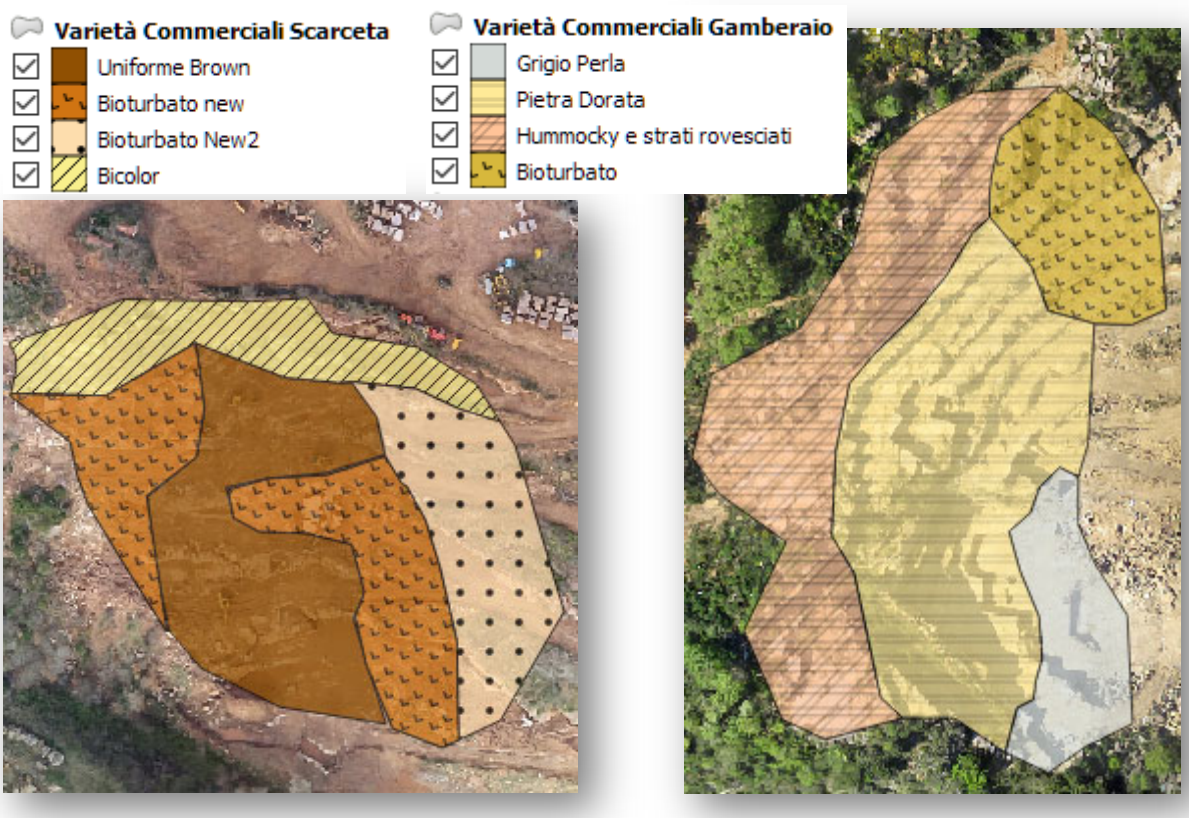


Figura 10.10 Cave di: a) Scarceta, b) Gamberaio (PD). Dettaglio in scala 1:3.000 su Ortofoto delle aree di cava divise per Varietà Commerciali

10.3.2 Possibili suggerimenti per aumentare l'efficienza della produzione

Alcuni spunti applicativi per migliorare la resa finale potrebbero essere:

1. Per il materiale che viene coltivato e non trova una collocazione commerciale in quanto presenta delle piccole "imperfezioni" quali buchini (da tracce fossili ad esempio), carboncini, macchie (da passaggio di acqua o discromie in generale), si potrebbero utilizzare delle finiture che mascherino tali piccole disomogeneità, quali ad esempio:
    - bocciardatura
    - taglio "spaccato"
    - graffiatura
    - sabbiatura

    Tali lavorazioni hanno un costo, ma permetterebbero la vendita di tale materiale che comunque ha avuto un costo per l'estrazione ed il trasporto e ne ha in prospettiva uno sia economico sia ambientale, per lo stoccaggio in discarica in vista del recupero finale.
2. In generale inoltre, sempre in tale ottica, molti dei materiali vengono scartati poiché le misure finali delle lastre non sarebbero di dimensioni sufficienti alla commercializzazione. Tale

materiale è di solito quello che si trova fra più fratture o è lo scarto proveniente da una risagomatura o dal prelievo di un'altra varietà commerciale. Ma anche le porzioni di media pezzatura potrebbero comunque essere vendute, effettuando ulteriori tagli e vendendo il materiale finito con misure minori. Tali prodotti sarebbero utilizzabili per le finiture ma soprattutto per pavimentazioni da esterno.

3. Il taglio di alcuni tipi commerciali come il tipo "Venata" proveniente dalla cava di Poggio la Vecchia, a volte mostra dei piccoli inclusi litici chiamati "breccine". Questo fenomeno è presente soprattutto nella porzione di centro cava. Le breccine sono presenti nella parte più bassa dei "beds" ovvero degli strati di 20-30cm che ripetendosi costituiscono l'ammasso roccioso. Dallo studio delle facies (Par.9.1) è risultato che tali inclusi sono di solito formazioni rocciose strappate al substrato quindi essenzialmente liguridi, spesso arrotondate dal trasporto fluviale e sedimentate con il lato più lungo parallelo alla superficie di sedimentazione. Generalmente la pietra coltivata viene tagliata "a falda" ovvero seguendo gli strati di sedimentazione (Cfr 2.5.1), per tale ragione quando si presentano tali inclusi essi appariranno nella loro completa estensione e subiranno maggiormente i processi naturali che posso portare alla loro rimozione dal resto della roccia col tempo.

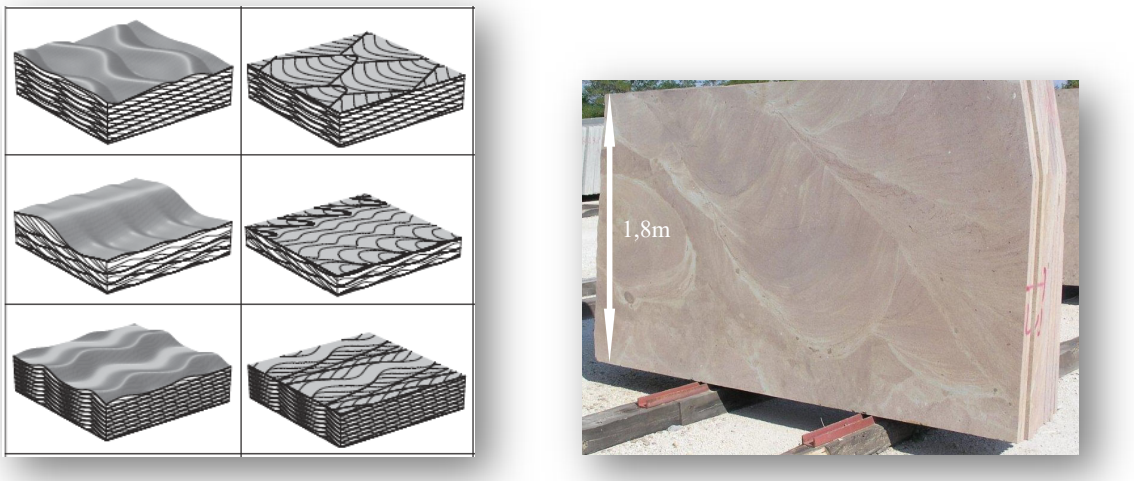


Figura 10.11 a) Immagine tratta da Rubin e Carter, (2006)*. Modello che riporta le geometrie di un taglio orizzontale per arenarie con diversi tipi di sedimentazione incrociata. A Sinistra le forme di fondo, a destra in sezione planare b) foto di una lastra di Venata con breccine. Le breccine sono disposte nella nelle parti inferiori delle forme di fondo.*

Con un taglio a "controfalda" ovvero verticale rispetto al fronte cava, ancor meglio se strike nei confronti della direzione di corrente, gli inclusi litici risulterebbero meno grandi poiché più schiacciati nella componente verticale e garantirebbe una resistenza maggiore poiché più incastonati all'interno della roccia.

4. Il taglio con direzioni differenti da quello “in falda” o “controfalda” inoltre, potrebbe generare lastre con geometrie allungate (Rubin e Carter, 2006), differenti da quelle attualmente vendute.

10.3.3 Implementazione della tracciabilità

Forse il passo più importante che andrebbe fatto in materiali ornamentali con la variabilità fin qui descritta, è quello di implementare un sistema di tracciabilità dalla cava fino al prodotto finale.

Il sistema consisterebbe nel descrivere per ogni abbattimento di fronte cava:

- Ubicazione puntuale
- Dimensioni
- Varianti commerciali presenti

Successivamente, l’operatore addetto alla risagomatrice potrebbe perfezionare tali informazioni dopo il taglio e prima del trasporto.

L’addetto ai telai per il taglio delle lastre potrebbe ulteriormente aggiornare tali informazioni, così come l’ultimo addetto, nei laboratori, per il confezionamento finale.

In questa maniera si potrebbero avere informazioni importanti sia a livello di produzione (livelli di produzione, disponibilità in cava ecc) sia a livello di filiera (eventuali inefficienze, tracciamento degli scarti) sia e soprattutto a livello commerciale per orientare le vendite.

Tutto questo sarebbe poi il viatico per la migliore gestione del magazzino, altrettanto importante se associata alla tracciabilità.

Tutto ciò eviterebbe la perdita di tempo e risorse delle coltivazioni d’emergenza, richieste in assenza di materiale utile a soddisfare importanti ordini già effettuati; inoltre, potrebbe portare a vendite promozionali in caso di surplus di produzione (quindi evitando di accumulare in magazzino o, ipotesi da scongiurare, abbancare in discarica) ecc.

10.4 Geosito “Arenarie di Manciano”

Come è possibile notare dall’immagine seguente, il territorio di Manciano possiede ben due Geositi di importanza Regionale. Il primo sito riguarda i Travertini di Scarceta ed il secondo sito le Arenarie di Manciano (Allegato 8).

Come da shapefiles vettoriali disponibili sul sito della Provincia di Grosseto, per tale ultimo sito è stato individuato un bell’affioramento lungo la strada provinciale 32 Farnese-Manciano ed è rappresentato da un costone di roccia di circa 25 metri, ben visibile seppure moderatamente vegetato ed ossidato.

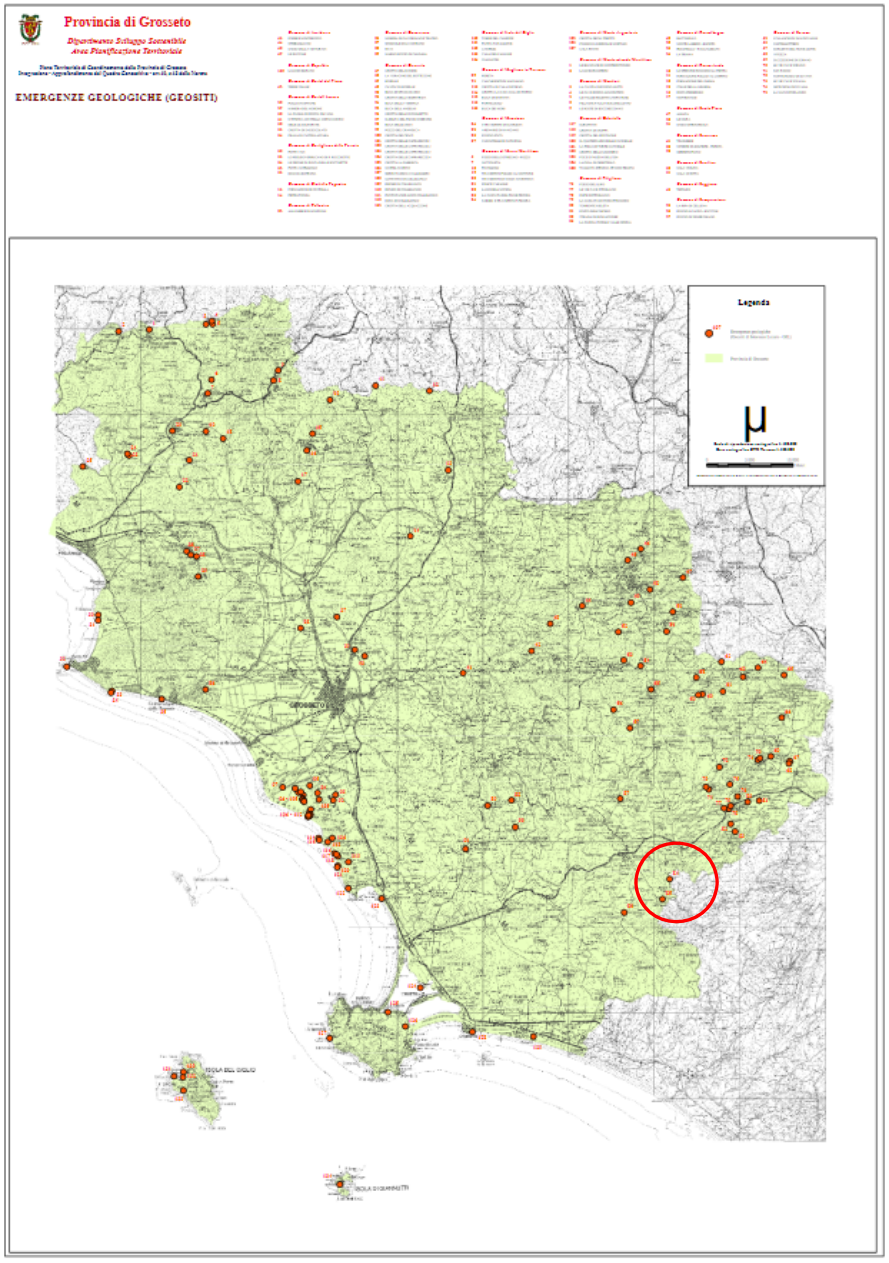


Figura 10.12 Geositi di importanza Regionale in Toscana presenti in Provincia di Grosseto. Nel cerchietto sono evidenziati i due siti nel territorio del Comune di Manciano. Fonte dati: Provincia di Grosseto

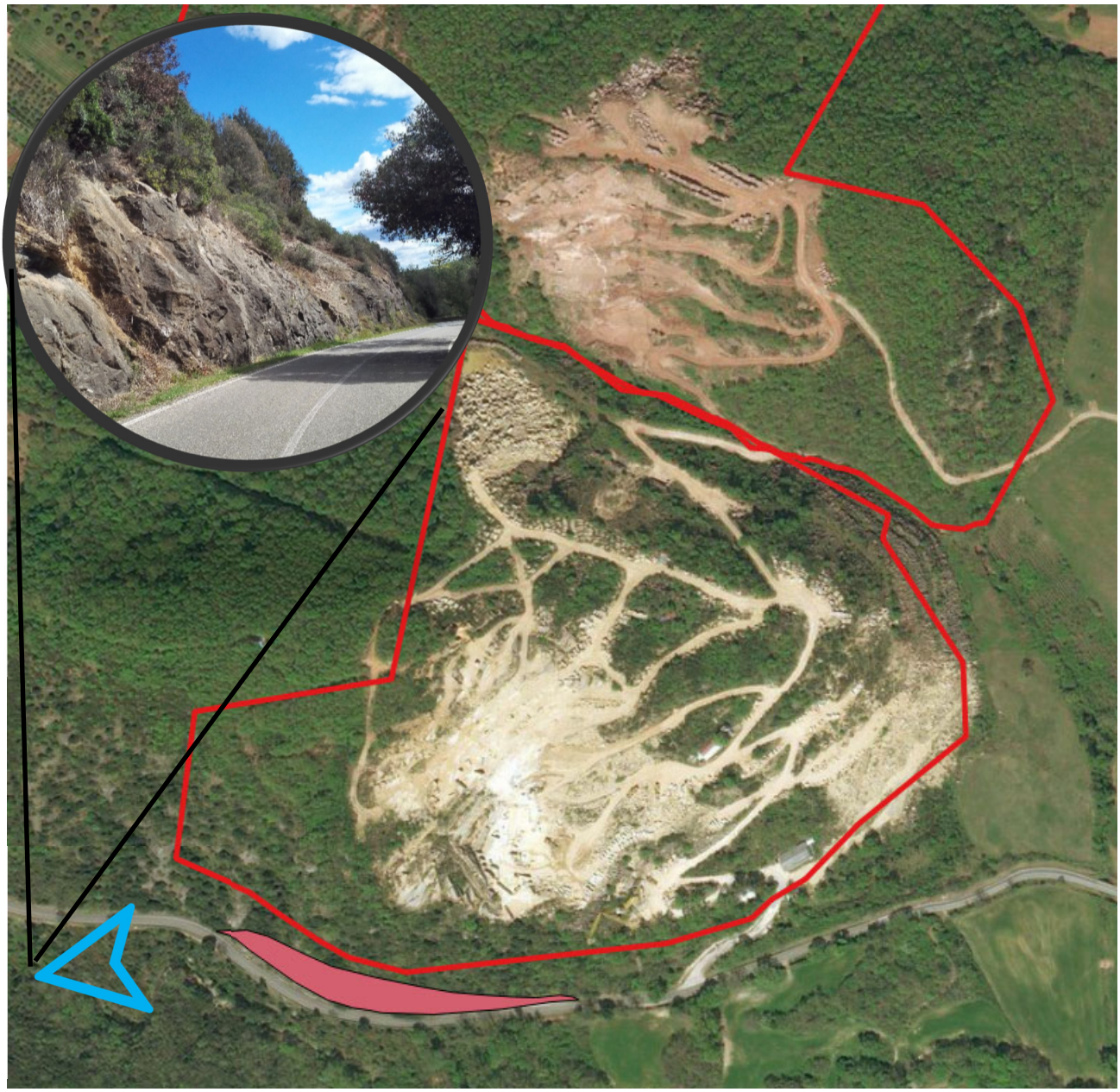


Figura 10.13 Geosito di Interesse Regionale (in rosa): Arenaria di Manciano. In rosso i confini delle cave Gamberaio (PD) a Sud e Scarceta a Nord. La freccia blu indica la visuale da cui è scattata la foto nel cerchio in alto.

Tale area rappresenta la porzione più a Sud di Poggio Sanopia, il poggio ove è ubicata la cava del Gamberaio (PD), ovvero il sito estrattivo più a Sud fra quelli presenti nell'affioramento Arenaria di Manciano nel Comune di Manciano (vedi par. 5.2).

10.4.1 Proposta di recupero funzionale della cava di Poggio la Vecchia a Geoparco attivo

La mole di informazioni raccolte durante tale studio, ha sicuramente confermato il valore del litotipo Arenaria di Manciano in generale e specialmente per l'affioramento di Manciano, quale fonte di informazioni stratigrafiche, paleontologiche, paleoicnologichee paleoambientali già evidenziato con l'attribuzione del Geosito di interesse regionale "Arenarie di Manciano" (Cfr par. 10.4 e Allegato 8).

Stante la presenza di ben 3 attività estrattive molto importanti, stante la disponibilità preliminare della Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesaggistici le Province di Siena e Grosseto e stante la disponibilità preliminare dimostrata dalla società proprietaria di 2 di esse, si propone di estendere il Geosito "Arenarie di Manciano" alla cava di Poggio la Vecchia attualmente in fase di variante al progetto di coltivazione.

Per tale motivo, grazie al presente lavoro, l'Università della Tuscia – Dipartimento D.A.F.N.E., ha già manifestato alla Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesaggistici le Province di Siena e Grosseto, la disponibilità ad una caratterizzazione più approfondita del "Geosito" nel Comune di Manciano.

Tale proposta potrebbe fornire utili dettagli per l'eventuale istituzione di un Geoparco attivo, estendendo il Geosito di interesse regionale già esistente fino alle cave a Nord e garantendo accessibilità al pubblico, ma permettendo contestualmente le attività di coltivazione. L'estrazione del materiale a sua volta permetterebbe l'acquisizione (e la conservazione) di ulteriori nuovi dati, nel tempo. Le modalità di gestione per permettere le due attività contemporaneamente andrebbero sicuramente studiate più in dettaglio nel progetto di coltivazione e recupero da presentare, fondamentalmente gli spazi ed i tempi di fruizione al pubblico andrebbero separati e contestualizzati durante le attività di coltivazione per evitare interferenze sul comparto sicurezza.

11 Conclusioni

Nel seguito, si cercherà di riassumere in modo estremamente sintetico le possibili ricadute nei diversi ambiti applicativi di questo studio volto alla valorizzazione delle pietre ornamentali appartenenti al litotipo "Arenaria di Manciano":

1. Ambito Commerciale: l'intermediario commerciale avrà la possibilità di utilizzare tramite opportuna mediazione e formazione, i risultati delle analisi:
    - geologica / geologico-strutturale
    - sedimentologica
    - paleontologica/icnologica

    Le informazioni raccolte infatti, oltre ad avere valenza scientifica, essendo fortemente contestualizzate sui siti estrattivi, forniscono dettagli sulla genesi, l'ambiente di formazione, gli eventi deposizionali che hanno contribuito a formare la roccia. Tali dettagli potrebbero fornire quindi ad ogni varietà commerciale un plusvalore, una storia che ogni taglio di pietra può raccontare all'utente finale.

2. Ambito Produttivo: attraverso l'analisi di dettaglio effettuata, sono nati diversi spunti per migliorare la produzione ed aumentare l'efficienza di escavazione, suggerendo al mercato alcune varietà ad oggi non sfruttate e al contempo diminuendo gli scarti di produzione.

3. Ambito Progettuale: la possibilità di poter disporre di una cartografia con la distribuzione delle principali varietà commerciali, che può essere anche ulteriormente dettagliata ed integrata, attraverso lo studio delle facies e delle loro associazioni rispetto alle varietà commerciali, potrà permettere una migliore programmazione nello sfruttamento del giacimento, portando al tempo stesso una riduzione degli scarti e quindi dell'impatto ambientale.

4. Ambito Culturale: il rilevante valore scientifico degli affioramenti studiati ha portato alla proposta di estendere il "Geosito" Arenaria di Manciano alle aree in coltivazione. Tale variazione permetterebbe non solo di conservare le informazioni che comunque verrebbero distrutte con la coltivazione, ma anche ad "inaugurare" il primo Sito di interesse Regionale attivo, per la conservazione della geodiversità.

Inoltre, gli studi effettuati potrebbero essere utilizzati per la valorizzazione di altri materiali lapidei, costituendo un nuovo "modus operandi" che, aumentando l'efficienza di produzione ed il valore commerciale, potrebbe conseguentemente limitare gli impatti e lo spreco delle georisorse.

Ulteriori sviluppi della ricerca fin qui svolta potrebbero riguardare:

- Uno studio più approfondito sui meccanismi di formazione delle strutture di Liesegang, sulle tracce fossili e sulle strutture sedimentarie presenti nelle diverse varietà, al fine del loro utilizzo in ambito commerciale;
- Lo sviluppo in ambito tridimensionale dell'analisi di facies eseguita. Tale processo utilizzerebbe le colonnine stratigrafiche ricostruite, quale calibrazione per tutto l'ammasso roccioso (giacimento), permettendo di ubicare e quantificare le varietà commerciali in base alle facies, con una affidabilità molto alta per i successivi anni di coltivazione.
- Applicazione delle tecniche di fotografia 3d, integrata al modello digitale di dettaglio dei siti estrattivi al fine di documentare in itinere, l'avanzamento del piano di coltivazione. Tale materiale, non solo permetterebbe una dettagliatissima cartografia delle diverse varietà commerciali, da utilizzare durante le operazioni di estrazione, ma potrebbe costituire la base per la realizzazione di future esposizioni museali, nel caso di formazione del Geoparco.
- Lo sviluppo di metodiche per la valutazione di ottimali azioni di "restauro" ambientale in un contesto interdisciplinare, integrato con gli aspetti forestali, pedologici ed ambientali in generale.
- L'elaborazione di linee guida utili alla conversione di cave attive o dismesse, in geositi, al fine di agevolare progetti di recupero funzionale. Tali metodiche potrebbero anche essere utili al legislatore per formulare leggi che vanno nella direzione della conservazione delle informazioni geologiche e consentire decisioni più snelle a livello locale o regionale.

12 Bibliografia

Abbate, E., Bortolotti, V., Principi, G., 1980. Apennine ophiolites; a peculiar oceanic crust., in: Tethyan ophiolites. pagg. 59–97. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00095

Abbate, E., Sagri, M., 1984. Le unità torbiditiche cretacee dell'Appennino Settentrionale ed i margini continentali della Tetide. Mem Soc. Geol. It. 24, 115–126.

Abbate, E., Sagri, M., 1970. The eugeosynclinal sequences. Sediment. Geol. 4, 251–340. https://doi.org/10.1016/0037-0738(70)90018-7

Alberti, A., Bertini, M., Del Bono, G.L., Salvati, L., 1970. Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000. Foglio 136 «Tuscania» e Foglio 142 «Civitavecchia». Serv. Geol. d'It 141.

Aldinucci, M., Gandin, A., Sandrelli, F., 2007a. The Mesozoic continental rifting in the Mediterranean area: insights from the Verrucano tectofacies of southern Tuscany (Northern Apennines, Italy). Int. J. Earth Sci. 97, 1247–1269.

Aldinucci, M., Ghinassi, M., Sandrelli, F., 2007b. Tectonic and climatic signature in the fluvial infill of a Late Pliocene valley (Siena Basin, Northern Apennines, Italy). J. Sediment. Res. 77, 398–414.

Allen, J.R.L., 1982. Sedimentary Structures Their Character and Physical Basis Volume I, Developments in Sedimentology. https://doi.org/10.1016/S0070-4571(08)71001-X

Allen, J.R.L., Banks, N.L., 1972. An interpretation and analysis of recumbent-folded deformed cross-bedding. Sedimentology. https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.1972.tb00024.x

Allen, P.A., Allen, J.R., 1990. Basin Analysis Principles and Application. Blackwell Scientific Publication.

Argnani, A., 2009. Plate tectonics and the boundary between Alps and Apennines. Ital J Geosci (Boll. Soc. Geol. It.) 128, 317–330. https://doi.org/10.3301/IJG.2009.128.2.317

Baldacci, F., Elter, P., Giglia, C., Lazzarotto, A., Nardi, R., Tongiorgi, M., 1967. Nuove osservazioni sul problema della Falda Toscana e sulla interpretazione dei flysch arenacei tipo "Macigno" dell'Appennino settentrionale. Mem Soc. Geol. It. 6, 213–244.

Barberi, F., Buonasorte, G., Cioni, R., Fiordelisi, A., Foresi, L., Iaccarino, S., Laurenzi, M.A., Sbrana, A., Vernia, L., Villa, I.M., 1994. Plio-Pleistocene geological evolution of the geothermal area of Tuscany and Latium. Mem Desc. Cart. geol. d'It 49, 77–134.

Barbieri, M., Chiocchini, U., Madonna, S., 2003. Nuovi dati sull'eta dell'Arenaria di Manciano (Miocene) sulla base dei valori di rapporto isotopico 87 Sr/86 Sr (Italia centrale). Boll. della Soc. Geol. Ital. 122, 351–354.

Barchi, M.R., De Feyter, A., Magnani, M.B., Minelli, G., Pialli, G., Sotera, M., 1998. Extensional tectonics in the Northern Apennines (Italy); evidence from the CROP 03 deep seismic reflection line. Mem. della Soc. Geol. Ital. 52, 527–538.

Bartole, R., 1995. The North Tyrrhenian-Northern Apennines post-collisional system: constraints for a geodynamic model. Terra Nov. 7, 7–30.

Bartolini, C., 1966. I Foraminiferi dell'Arenaria di Ponsano. Palaeont. Ital. 61, 17–64.

Benvenuti, M., Degli innocenti, D., 2001. The Pliocene deposits in the Central-Eastern Valdelsa Basin (Florence, Italy), revised through facies analysis and unconformity-bounded stratigraphic units. Riv. Ital. di Paleontol. e Stratigr. 107.

Bernini, M., Boccaletti, M., Moratti, G., 1990. Episodi compressivi neogenico-quaternari nell'area estensionale tirrenica nord-orientale. Dati in mare e a terra. Mem Soc. Geol. It. 45, 577–589.

Bertini, G., Cameli, G.M., Costantini, A., Decandia, F.A., Di Filippo, M., Dini, I., Elter, F.M., Lazzarotto, A., Liotta, D., Pandeli, E., Sandrelli, F., Toro, B., 1991. Struttura geologica fra i monti di Campiglia e Rapolano Terme (Toscana meridionale): stato attuale delle conoscenze e problematiche. Stud. Geol. Camerti Spec. 1, 155–178.

Bertini, G., Cornamusini, G., Lazzarotto, A., Maccantelli, M., 2000. Stratigraphic and tectonic framework of the Ligurian Units in the castellina M.ma hills (Souther Tuscany, Italy). Boll. Soc. Geol. It. 119, 687–701.

Bettelli, G., 1985. Geologia delle alte valli dei fiumi Albegna e Fiora (Toscana meridionale). Geol. Rom. 24, 147–188.

Bhattacharya, J.P., 2006. Deltas, in: Posamentier, H.W., Walker, R.G. (A c. di), Facies Models Revisited. SEPM (Society for Sedimentary Geology), pagg. 237–292.

Bhattacharya, J.P., Giosan, L., 2003. Wave-influenced deltas: Geomorphological implications for facies reconstruction. Sedimentology 50, 187–210. https://doi.org/10.1046/j.1365-3091.2003.00545.x

Bieniawski, Z.T., 1989. Engineering rock mass classifications : a complete manual for engineers and geologists in mining, civil, and petroleum engineering. Eng. rock mass Classif. a Complet. Man. Eng. Geol. mining, civil, Pet. Eng. https://doi.org/10.1007/s10886-006-9232-7

Bigi, G., Cosentino, D., Parotto, M., Sartori, R., Scandone, P., 1983. Structural model of Italy, Sheets 1–6. Scale 1:500 000. CNR, Quad. 'La Ric. Sci. 114.

Blott, S.J., Pye, K., 2012. Particle size scales and classification of sediment types based on particle size distributions: Review and recommended procedures. Sedimentology 59, 2071–2096. https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2012.01335.x

Blott, S.J., Pye, K., 2008. Particle shape: a review and new methods of characterization and classification. Sedimentology 55, 31–63. https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2007.00892.x

Boccaletti, M., Bonini, M., Moratti, G., Sani, F., 1995. Nuove ipotesi sulla genesie l'evoluzione dei bacini postnappe in relazione alle fasi compressive neogenicoquaternarie dell' Appennino Settentrionale, in Atti del convegno rapporti Alpi-Apennino e, in: Accademia Nazionale delle Scienze, Scritti e Documenti XIV. pag. 229–262.

Boccaletti, M., Coli, M., Decandia, F.A., Giannini, E., Lazzarotto, A., 1981. Evoluzione dell' Appennino settentrionale secondo un nuovo modello strutturale. Mem Soc. Geol. It. 21, 359–373.

Boccaletti, M., Coli, M., Decandia, F.A., Giannini, E., Lazzarotto, A., 1980. Evoluzione dell'Appennino settentrionale secondo un nuovo modello strutturale. Mem. Soc. Geol. It. 21, 359–373.

Boccaletti, M., Elter, P., Guazzone, G., 1971. Polarità strutturali delle Alpi e dell'Appennino in rapporto all'inversione di una zona di subduzione nord-tirrenica. Mem Soc. Geol. It. 10, 371–378.

Boccaletti, M., Ficcarelli, G., Manetti, P., Turi, A., 1969. Considerazioni sulla «Serie Toscana Ridotta» a sud dell'Arno. Mem Soc. Geol. It. 8, 265–272.

Boccaletti, M., Gianelli, G., Sani, F., 1997. Tectonic regime, granite emplacement and crustal structure in the inner zone of the Northern Apennines (Tuscany, Italy): a new hypothesis. Tectonophysics 270, 127–143.

Boccaletti, M., Sani, F., 1998. Cover thrust reactivations related to internal basement involvement during Neogene-Quaternary evolution of the northern Apennines. Tectonics 17, 112–130.

Bonciani, F., Callegari, I., Conti, P., Cornamusini, G., Carmignani, L., 2005. Neogene postcollisional evolution of the internal Northern Apennines: Insights from the upper Fiora and Albegna valleys (Mt. Amiata geothermal area, southern Tuscany). Boll. Soc. Geol. It. spec., 103–11.

Boncio, P., Brozzetti, F., Lavecchia, G., 2000. Architecture and seismotectonics of a regional Low-Angle Normal Fault zone in Central Italy. Tectonics 19, 1038–1055.

Bonini, M., Moratti, G., 1995. Evoluzione tettonica del bacino neogenico di Radicondoli-Volterra (Toscana Meridionale). Boll. Soc. Geol. ltaliana 114, 549–573.

Bonini, M., Moratti, G., Sani, F., 1999. Evolution and depocentre migration in thrust-top basins: inferences from the Messinian Velona Basin (Northern Apennines, Italy). Tectonophysics 304, 95–108.

Bonini, M., Sani, F., 2002. Extension and compression in the Northern Apennines (Italy) hinterland: Evidence from the late Miocene-Pliocene Siena-Radicofani Basin and relations with basement structures. Tectonics 22, 1–35. https://doi.org/10.1029/2001TC900024

Bortolotti, V., 1992. Appennino tosco-emiliano. Milano, in: Guide Geologiche Regionali, Societa Geologica ltaliana, BE-MA. Milano, pag. 329.

Bossio, A., Cerri, R., Mazzei, R., 1996. Geologia dell'area Spicchiola-Pignano (settore orientale del bacino di Volterra). Boll. della Soc. Geol. Ital. 115, 393–378.

Bossio, A., Cornamusini, G., Ferrandini, J., Ferrandini, M., Foresi, L.M., Mazzanti, R., Mazzei, R., Salvatorini, G., 2000. L'evoluzione sedimentaria neogenica dell'area tirrenica settentrionale (Toscana Marittima, Isola di Pianosa, Bacino di Aléria), in: Proocedings of the Environment et Identité en Mediterranée Congress. Corte, France.

Bossio, A., Costantini, A., Foresi, L.M., 1998. Neogene-Quaternary sedimentary evolution in the western side of the Northern Apennines (Italy) , 52,. Mem Soc. Geol. It. 52, 513–52.

Bossio, A., Costantini, A., Lazzarotto, A., 1993. Rassegna delle conoscenze sulla stratigrafia del neoautoctono toscano. Mem Soc. Geol. It. 49, 17–98.

Bossio, A., Foresi, L.M., Mazzei, R., 1997. Allostratigraphy and seismic stratigraphy of the Miocene sediments of the Spicchiaiola-Pomarance area, southern side of the Volterra basin (Tuscany, Italy). Riv. Ital. di Paleontol. e Stratigr. 103, 357–368.

Bossio, A., Mazzanti, R., Mazzei, R., 1994. II Bacino di Volterra; notizie preliminari sull'evoluzione della sua area centro-meridionale durante il Pliocene, in: Liotta, A.L.D. (A c. di), in Studi preliminari all'acquisizione dati del profilo CROP 18 Larderello-Monte Amiata. Studi Geologici Camerti, pag. 19–32.

Bossio, A., Mazzanti, R., Mazzei, R., Salvatorini, G., Sandrelli, F., 1991. Il Pliocene di S. Dalmazio–Anqua e Radicondoli– Belforte (Siena e Pisa). atti Soc. Tosc. Sci. Nat. 98, 99–191.

Bradford, S.C., 1932. Liesegang rings [10]. Nature. https://doi.org/10.1038/1301002a0

Brogi, A., 2011. Variation in fracture patterns in damage zones related to strike-slip faults interfering with pre-existing fractures in sandstone (Calcione area, southern Tuscany, Italy). J. Struct. Geol. 33, 644–661.

Brogi, A., 2008. The Triassic and Palaeozoic successions drilled in the Bagnore Geothermal field and Poggio Nibbio area (Monte Amiata, Northern Apennines, Italy). Boll. Soc. Geol. It. 3, 599–613.

Brogi, A., 2004. Assetto geologico del nucleo di Falda Toscana affiorante nel settore occidentale del Monte Amiata (Appennino Settentrionale): strutture pre- e sin- collisionali relitte preservate durante lo sviluppo della tettonica distensiva post-collisionale. Boll. Soc. Geol. It. 123, 443–461.

Brogi, A., Lazzarotto, A., Liotta, D., CROP 18 Working Group, 2005. Structural features of southern Tuscany and geological interpretation of the CROP 18 Seismic Reflection Survey (Italy). Boll. della Soc. Geol. Ital. Vol. Spec. 3, 213–236.

Brogi, A., Liotta, D., 2008. Highly extended terrains, lateral segmentation of the substratum, and basin development: The middle-late Miocene Radicondoli Basin (inner northern Apennines, Italy). Tectonics 27. https://doi.org/10.1029/2007TC002188

Bromely, 2007. Sediment–organism Interactions: A Multifaceted Ichnology. SEPM J. Sediment. Res. 88.

Brozzetti, F., 2007. The Umbria Preapennines in the Monte Santa Maria Tiberina area: a new geological map with stratigraphic and structural notes, Bollettino della Societa Geologica Italiana.

Brozzetti, F., Boncio, P., G, P., 2002. Early-middle Miocene evolution of the Tuscan Nappe-western Umbria foredeep system: Insights from stratigraphy and structural analysis, Bollettino- Societa Geologica Italiana.

Buatois, L.A., Mángano, M.G., 2011. Ichnology: Organism-substrate interactions in space and time, Ichnology: Organism-Substrate Interactions in Space and Time. https://doi.org/10.1017/CBO9780511975622

Bustin, R.M., Barnes, M.A., Barnes, W.C., 1990. Determining levels of organic diagenesis in sediments and fossil fuels, in: McIlearath, I.A., Morrow, D.W. (A c. di), Diagenesis: Geoscience S. 4. Canada Reprint, pagg. 205–226.

Buttinelli, M., Scrocca, D., De Rita, D., Quattrocchi, F., 2014. Modes of stepwise eastward migration of the northern Tyrrhenian Sea back-arc extension: Evidences from the northern Latium offshore (Italy). Tectonics 33, 187–206. https://doi.org/10.1002/2013TC003365

Cahn, R.W., 1979. Rock mechanics. Nature. https://doi.org/10.1038/279744b0

Canova, R., 2001. La Pietra Dorata di Manciano nel progetto del Nuovo Casinò di Campione d'Italia.

Carmignani, L., Conti, P., Cornamusini, G., Meccheri, L., 2004. The internal Northern Apennines, the northern Tyrrhenian Sea and the Sardinia-Corsica block. Int. Geol. Congr. 32 59–77.

Carmignani, L., Conti, P., Cornamusini, G., Pirro, A., 2013. Geological map of Tuscany (Italy). J. Maps 9, 487–497. https://doi.org/10.1080/17445647.2013.820154

Carmignani, L., Decandia, F.A., Disperati, L., Fantozzi, P.L., Kligfield, R., Lazzarotto, A., Meccheri, M., 2001. Inner northern Apennines, in: Inner northern Apennines. In G. B. Vai & I. P. Martini (Eds.), Anatomy of an orogen: The Apennines and adjacent mediterranean basins. pagg. 197–214.

Carmignani, L., Decandia, F.A., Disperati, L., Fantozzi, P.L., Lazzarotto, A., Liotta, D., Oggiano, G., 1995. Relationships between the Tertiary structural evolution of the Sardinia-Corsica-Provencal Domain and the Northern Apennines. Terra Nov. 7, 128–137.

Carmignani, L., Decandia, F.A., Disperati, L., Fantozzi, P.L., Lazzarotto, A., Liotta, D., Oggiano, G., Tavarnelli, E., 1996. Relazioni tra il Bacino Balearico, il Tirreno settentrionale e l'evoluzione neogenica dell'Appennino Settentrionale. Stud. Geol. Camerti Vol. Spe., 255 – 268.

Carmignani, L., Decandia, F.A., Fantozzi, P.L., Lazzarotto, A., Liotta, D., Meccheri, M., 1994. Tertiary extensional tectonics in Tuscany (Northern Apennines, Italy). Tectonophysics 238, 295–315. https://doi.org/10.1016/0040-1951(94)90061-2

Carmignani, L., Kligfield, R., 1990. Crustal extension in the Northern Apennines: the transition from compression to extension in the Alpi Apuane Core Complex. Tectonics 9, 1275–1303.

Caruso, C., 2014. Studio integrato di icnologia e sedimentologia delle formazioni di Stilo - Capo d'Orlando e Saraceno (Oligo-Miocene, Calabria ionica). Università della Calabria, Rende.

Cerrina Feroni, A., Ottria, G., Ellero, A., 2004. The Northern Apennine, Italy: Geological structure and transpressive evolution. Int. Geol. Congr. 32 32, 14–32.

Chiocchini, U., 1998. Affioramento di Arenaria di Manciano (Miocene) nel Lazio nord-occidentale. Boll. Serv. Geol. d'It. 117, 17–26.

Cipollari, P., Cosentino, D., 1991. Considerazioni sulla strutturazione della catena dei Monti Aurunci: vincoli stratigrafici. Stud. Geol. Camerti Vol. Spec., 151–156.

Cipollari, P., Cosentino, D., Gliozzi, E., 1999. Extension- and compression-related basins in central Italy during the Messinian Lago-Mare event. Tectonophysics 315, 163–185.

Civitelli, G., Corda, L., 1993. The allochthonous succession of the Sabatini area in: note illustrative della carta "Sabati ni volcanic Complex"., in: Quaderni della Ricerca Scientifica 114. CNR, Roma.

Cloos, M., 1982. Flow melanges: numerical modeling and geologic constraints on their origin in the Franciscan subduction complex, California. Geol. Soc. Am. Bull. 93, 330–345. https://doi.org/10.1130/0016-7606(1982)93<330:FMNMAG>2.0.CO;2

Collinson, J., Mountney, N., Thompson, D., 2006. Sedimentary Structures, 3rd ed. Dunedin Academic Press.

Colomina, I., Molina, P., 2014. Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review. ISPRS J. Photogramm. Remote Sens. https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2014.02.013

COMMISSIONE ITALIANA DI STRATIGRAFIA, 2003. Guida italiana alla classificazione e alla terminologia stratigrafica, III. ed. APAT Periodici tecnici (Periodici tecnici) I Quaderni del SGI Volume 9/2003. Istituto Poligrafico dello Stato.

Consiglio Nazionale delle ricerche - Progetto finalizzato Geodinamica, 1992.

Cornamusini, G., 2001. The early depositional phases of the Northern Apennine foredeep-thrust belt system: implications from the «Macigno costiero» (Late Oligocene, Italy). ofioliti 26.

Cornamusini, G., Conti, P., Bambini, A.M., 2018. The Late Oligocene to Early Miocene fore- deep basin system evolution of the Northern Apennines (Emilia-Tuscany, Italy): review and new litho- biostratigraphic data. Ital J Geosci (Boll. Soc. Geol. It.) 137, 396–419.

Cornamusini, G., Foresi, L.M., Massa, G., Bonciani, F., Callegari, I., Da Prato, S., Ielpi, A., 2011. The Miocene successions of the Fiora Hills: Considerations about the development of the minor basins of Southern Tuscany. Ital J Geosci (Boll. Soc. Geol. It.), http://dx.doi.org/10.3301/IJG.2011.17 130, 404–424. https://doi.org/doi.org/10.3301/IJG.2011.17

Cornamusini, G., Lazzarotto, A., Merlini, S., Pascucci, V., 2002. Eocene-Miocene evolution of the North Tyrrhenian Sea. Boll. Soc. Geol. It. Volume Spe, 769–787.

Cornamusini, G., Pascucci, V., 2014. Sedimentation in the Northern Apennines–Corsica tectonic 681 knot (Northern Tyrrhenian Sea, Central Mediterranean): offshore drilling data from the Elba-682 Pianosa Ridge. Int. J. Earth Sci. 103, 821–842.

Corrado, S., Di Bucci, D., Naso, G., Giampaolo, C., Adatte, T., 1998. Application of organic matter and clay mineral studies to the tectonic history of the Abruzzo-Molise-Sannio area, Central Apennines, Italy. Tectonophysics. https://doi.org/10.1016/S0040-1951(97)00195-9

Costantini, A., Decandia, F.A., Lazzarotto, A., Liotta, D., Mazzei, R., Pascucci, V., Salvatorini, G., Sandrelli, F., 2009. Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 foglio 296 SIENA. Serv. Geol. d'It 123.

Cowan, D.S., Silling, R.M., 1978. A dynamic, scaled model of accretion at trenches and its implications for the tectonic evolution of subduction complexes. J. Geophys. Res. https://doi.org/10.1029/JB083iB11p05389

D'Orazio, M., Foresi, L.M., Laurenzi, M.A., 1996. Studio petrologico e cronologico di un livello tufitico intercalato nella successione continentale preevaporitica dell'area di Sassa (Provicia di Livorno). In Geodinamica e tettonica attiva del sis. Stud. Geol. Camerti Vol. Spec., 373–381.

Dal Sasso, P., Ottolino, M.A., Caliandro, L.P., 2012. Identification of quarries rehabilitation scenarios: A case study within the metropolitan area of Bari (Italy). Environ. Manage. 49, 1174–1191. https://doi.org/10.1007/s00267-012-9847-0

Dan, S., Walstra, D.J.R., Stive, M.J.F., Panin, N., 2011. Processes controlling the development of a river mouth spit. Mar. Geol. 280, 116–129. https://doi.org/10.1016/j.margeo.2010.12.005

De La Vergne, J., Mcintosh, S., 2000. Hard Rock Miner's Handbook. Hard Copy Ed. CD Web Ed. 18–46. https://doi.org/10.1007/s10008-003-0479-4

Decandia, A., Lazzarotto, A., Liotta, D., Cerbori, L., Nicolich, R., 1998. The CROP03 traverse: insights on post-collisional evolution of the Northern Apennines. Mem. della Soc. Geol. Ital. 52, 427–440.

Decandia, F.A., Elter, P., 1972. La «zona» ofiolitifera del Bracco nel settore compreso fra Levanto e la Val Graveglia (Appennino ligure). Mem Soc. Geol. It. 11, 503–530.

Decandia, F.A., Giannini, E., Lazzarotto, A., 1981. Evoluzione paleogeografica del margine appenninico nella Toscana a Sud dell'Arno. Mem. Soc. Geol. It. 21, 375–385.

Decandia, F.A., Lazzarotto, A., Liotta, D., 1993. La serie ridotta nel quadro della evoluzione geological della Toscana Meridionale. Mem. della Soc. Geol. Ital. 49.

Deming, D., Nunn, J.A., S., J., Chapman, D.S., 1990. Some problems in thermal history studies. Application of thermal Maturity Studies to Energy Exploration. Rocky Mountains Section - Society of Economic Paleontologists a, in: Nuccio, V.., Barker, C.E. (A c. di), Application of themal Maturity Studies to Energy Exploration. Rocky Mountains Section - Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Denver, pagg. 61–80.

Dessau, G., 1951. Geologia dei depositi di antimonio e d'altri minerali nel Gruppo dei Monti Romani. (Comune di Manciano, Maremma Toscana). Boll. Soc. Geol. It., 70, 1–64.

Dessau, G., De Stefanis, A., 1969. Studio geologico della zona mercurifera di Cerreto Piano (Scansano - Grosseto). Mem. Soc. Geol. It 7, 289–323.

Dessau, G., Duchi, G., Stea, B., 1972. Geologia e depositi minerali della zona Monti Romani-Monteti (Comuni di Manciano, Capalbio e Ischia di Castro). Mem Soc. Geol. It. 11, 217–260.

Dessau, G., Scarsella, F., Merla, G., Signorini, R., Trevisan, L., 1950. Appunti geologici sul grossetano tra l'argentario e il monte canino. Appunti Geol. sul grossetano tra L'Argentario e monte Canino.

Dickinson, W.R., 1985. Interpreting Provenance Relations from Detrital Modes of Sandstones, in: Provenance of Arenites. https://doi.org/10.1007/978-94-017-2809-6_15

Dickinson, W.R., Seely, D.R., 1979. Structure and Stratigraphy of Forearc Regions. Am. Assoc. Pet. Geol. Bull. 63, 2–31. https://doi.org/10.1306/C1EA55AD-16C9-11D7-8645000102C1865D

Doglioni, C., 1991. A proposal of kinematic modelling for W-dipping subductions - Possible applications to the Tyrrhenian - Apennines system. Terra Nov. 3,4, 423–434.

Dorè, A.G., Augustson, J.H., Hermanrud, C., Stewart, D.J., Sylta, O., 1993. Doré et al. (Eds), 1993. Basin Modelling: Advances and Applications., Norsk Petroleums-forening. Elsevier.

Droser, M.L., Bottjer, D.J., 1989. Ichnofabric of sandstones deposited in high-energy nearshore environments measurements and utilization. Palaios. https://doi.org/10.2307/3514750

Droser, M.L., Bottjer, D.J., 1986. A semiquantitative field classification of ichnofabric. J. Sediment. Res. https://doi.org/10.1306/212F89C2-2B24-11D7-8648000102C1865D

Elter, F.M., Sandrelli, F., 1995. La fase post-nappe nella toscana meridionale: nuove interpretazioni sull'evoluzione dell'Appennino settentrionale. Atti ticinesi di Sci. della terra 37, 137–193.

Elter, P., 1994. Introduzione alla geologia dell'Appennino ligure-emiliano. Appennino Ligure Emiliano, 10 itinerari., in: Guide Geologiche Regionali S.G.I. G. Zanzucchi (Ed.), pagg. 17–24.

Elter, P., 1973. Lineamenti tettonici ed evolutivi dell'Appennino Settentrionale. Acc. Naz. dei Lincei 183, 98–109.

Elter, P., Pertusati, P., 1973. Considerazioni sul limite Alpi - Appennino e sulle sue relazioni con l'arco delle Alpi occidentali. 12, 359–375.

Elter, P., Sandrelli, F., 1995. Inquadramento strutturale dei Monti del Chianti. Boll. della Soc. Geol. Ital. 114, 537–547.

Fazzini, P., Gelmini, M., Mantovani, M.., Pellegrini, M., 1972. Geologia dei Monti della Tolfa (Lazio settentrionale, Provincie di Viterbo e di Roma). Mem. Soc. Geol. It. 21, 65–144.

Finetti, I.R., Boccaletti, M., Bonini, M., Del Ben, A., Geletti, R., Pipan, M., Sani, F., 2001. Crustal section based on CROP seismic data across the North Tyrrhenian-Northern Apennines-Adriatic Sea. Tectonophysics 343, 135–163. https://doi.org/10.1016/S0040-1951(01)00141-X

Fiorani, D., 1996. Rilievo del degrado e diagnostica, in: Trattato di restauro architettonico. pagg. 523–549.

Fontana, D., 1980b. Caratteri petrografici e sedimentologici delle Arenarie di Manciano nella Toscana meridionale, in: Miner. Petrogr. Acta. pagg. 77–94.

Fontana, D., 1980a. Confronti tra arenarie mioceniche della Toscana meridionale. Mem. Soc. Geol. It 21, 85–88.

Fu, L., Milliken, K.L., Sharp, J.M.J., 1994. Porosity and permeability variations in fractured and Liesegang-banded Breathitt sandstones (Middle Pennyslvanian), eastern Kentucky: diagenetic controls and implications for modeling dual-porosity systems. J. Hydrol. 154, 351–381.

Gandin, A., Giamello, M., Guasparri, G., Mugnaini, S., Sabatini, G., 2000. The Calcare Cavernoso of the Montagnola Senese (Siena, Italy): mineralogical-petrographic and petrogenetic features. Miner. Petrogr. Acta 43, 271–289.

Garzanti, E., 2016. From static to dynamic provenance analysis-Sedimentary petrology upgraded. Sediment. Geol. https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2015.07.010

Garzanti, E., Canclini, S., Foggia, F.M., Petrella, N., 2002. Unraveling Magmatic and Orogenic Provenance in Modern Sand: The Back-Arc Side of the Apennine Thrust Belt, Italy. J. Sediment. Res. 72, 2–17. https://doi.org/10.1306/051801720002

Gaynor, G.C., Swift, D.J.P., 1988. Shannon Sandstone depositional model; sand ridge dynamics on the Campanian Western Interior Shelf. J. Sediment. Petrol. 58, 868–880.

Gelati, L., Pasquarè, G., 1970. Interpretazione geologica del limite Alpi - Appennini in Liguria. Riv. it. paleont. 76, 513–578.

Giannini, E., 1957. I fossili dell'Arenaria di Manciano. Paleont. Ital. 51, 97–103.

Giannini, E., Tongiorgi, M., 1959. Stratigrafia Neogenica Toscana. 1 - l'arenaria elveziana di Ponsano (Volterra). Boll. Soc. Geol. It. 78, 83–100.

Goldring, R., Cadée, G.C., Pollard, J.E., 2007. Climatic Control of Marine Trace Fossil Distribution, in: Trace Fossils. pagg. 159–171. https://doi.org/10.1016/B978-044452949-7/50136-4

González-Aguilera, D., Fernández-Hernández, J., Mancera-Taboada, J., Rodríguez-Gonzálvez, P., Hernández-López, D., Felipe-García, B., Gozalo-Sanz, I., Arias-Perez, B., 2012. 3D Modelling and Accuracy Assessnebt of Granite quarry using unmanned aerial vehicle, in: ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. https://doi.org/10.5194/isprsannals-I-3-37-2012

González de Vallejo, L., Ferrer, M., Ortuño, L., Oteo, C., 2005. Geoingegneria. Prentice Hall - Pearson Education, Milano.

Goodman, R.E., 1989. Introduction to Rock Mechanics, 2nd ed. ed. John Wiliey and sons.

Greco, V., Reina, A., Selicato, F., 2006. Principi metodologici per azioni di recupero delle cave abbandonate. Giorn. di Geol. Appl. 4.

Haccard, D., Lorenz, C., Grandjacquet, C., 1972. Essai sur la liaison Alpes - Apennins (de la Ligurie à la Calabrie). Mem. Soc. Geol. It 11, 309–341.

Hodell, D.A., Mueller, P.A., Garrido, J.R., 1991. Variations in the strontium isotopic composition of seawater during the Neogene. Geology 19, 24–27. https://doi.org/10.1130/0091-7613(1991)019<0024:VITSIC>2.3.CO;2

Hudson, J., Harrison, J., Popescu, M., 2002. Engineering Rock Mechanics: An Introduction to the Principles. Appl. Mech. Rev. 116–139. https://doi.org/10.1115/1.1451165

Ingersoll, R. V, Bullard, T.F., Ford, R.L., Grimm, J.P., Pickle, J.D., Wares, S.W., 1984. The effect of grain size on detrital modes: A test of the Gazzi-Dickinson point-counting method. J. Sediment. Petrol. 54, 103–116. https://doi.org/10.1306/212F83B9-2B24-11D7-8648000102C1865D

Jae, P., Lee, H., Woo, J., Chong Min, P., 2010. Analysis of the Case of the Rehabilitation Quarrying After Using Quarrying Site Park Jae Hyun.

Jolivet, L., Dubois, R., Fournier, M., Goffe, B., Michard, A., Jourdan, C., 1990. Ductile extension in alpine Corsica. Geology 18, 1007–1010. https://doi.org/10.1130/0091-7613(1990)018<1007:DEIAC>2.3.CO;2

Jolivet, L., Faccenna, C., Goffe´, B., Mattei, M., Rossetti, F., Brunet, C., Parra, T., 1998a. Midcrustal shear zones in postorogenic extension: Example from the northern Tyrrhenian Sea. J. Geophys. Res. 103, 12123–12160.

Jolivet, L., Faccenna, C., Goffé, B., Mattei, M., Rossetti, F., Brunet, C., Storti, F., Funiciello, R., Cadet, J.P., D'Agostino, N., Parra, T., 1998b. Midcrustal shear zones in postorogenic extension: Example from the northern Tyrrhenian Sea. J. Geophys. Res. Solid Earth 103, 12123–12160. https://doi.org/10.1029/97JB03616

Karig, D.E., Sharman, G.F., 1975. Subduction and accretion in trenches. Bull. Geol. Soc. Am. 86, 377–389. https://doi.org/10.1130/0016-7606(1975)86<377:SAAIT>2.0.CO;2

Kristensen, E., Penha-Lopes, G., Delefosse, M., Valdemarsen, T., Quintana, C.O., Banta, G.T., 2012. What is bioturbation? the need for a precise definition for fauna in aquatic sciences. Mar. Ecol. Prog. Ser. https://doi.org/10.3354/meps09506

Lavecchia, G., 1988. The Tyrrhenian–Appennines system: structural setting and seismotectogenesis. Tectonophysics 147, 263– 296.

Lazzarotto, A., Mazzanti, R., 1978. Geologia dell'alta Val di Cecina. Boll. Soc. Geol. It. 95.

Lazzarotto, A., Sandrelli, F., 1979. Stratigrafia ed assetto tettonico delle formazioni neogeniche del bacino del Casino (Siena). Boll. Soc. Geol. It. 96, 747– 762.

Lazzarotto, A., Sandrelli, F., Forest, L.M., Mazzei, R., Salvatori, G., Cornamusini, G., Pascucci, V., 2002. Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 295, Pomarance. Serv. Geol. d'It 140.

Liotta, D., Cernobori, L., Nicolich, R., 1998. Restricted rifting and its coexistence with compressional structures: Results from the CROP 3 traverse (northern Apennines, Italy). Terra Nov. 10, 16–20. https://doi.org/10.1046/j.1365-3121.1998.00157.x

Losacco, U., 1960. Ricerche geologiche nella Toscana meridionale. IV - Notizie sulla stratigrafia e la tettonica della regione di Manciano - Saturnia (Grosseto). Boll. Soc. Geol. It. 79, 107–134.

Losacco, U., 1958. Osservazioni geologiche sulle arenarie della Toscana meridionale. Boll. Soc. Geol. It. 77, 43–75.

Malesani, P., Manetti, P., 1967. Ricerche sulle arenarie: XVII) Osservazioni su alcune formazioni mioceniche della Toscana e della Romagna. Boll. Soc. Geol. It. 86, 213–231.

Mameli, P.L., 2011. Problemi di consolidamento di matrici lapidee di differente microstruttura esposte a sollecitazioni ambientali e microclimatiche di varia origine. Università degli studi di Bologna.

Mancini, F., Dubbini, M., Gattelli, M., Stecchi, F., Fabbri, S., Gabbianelli, G., 2013. Using unmanned aerial vehicles (UAV) for high-resolution reconstruction of topography: The structure from motion approach on coastal environments. Remote Sens. https://doi.org/10.3390/rs5126880

Markland, J.T., 1972. A useful technique for estimating the stability of rock slopes when the rigid wedge sliding type of failure is expected. Imperial College Rock Mechanics Research Report.

Martini, I.P., Cascella, A., Rau, A., 1995. The Manciano Sandstone: a shoreface deposit of Miocene basins of the Northern Apennines, Italy. Sediment. Geol. 99, 37–59. https://doi.org/10.1016/0037-0738(95)00005-S

Martini, I.P., Sagri, M., 1994. The late Miocene Pleistoeene extensional basins of the Northern Apennines: facies distribution and basin fill architecture. Mem Soc. Geol. It. 375–380.

Martini, I.P., Sagri, M., 1993. Tectono-sedimentary characteristics of Late Miocene-Quaternary extensional basins of the Northern Apennines, Italy. Earth Sci. Rev. https://doi.org/10.1016/0012-8252(93)90034-5

Martini, I.P., Sagri, M., Colella, A., 2001. Neogene-Quaternary basins of the inner Apennines and Calabrian arc., in: Vai, G.B. ; Martini, I.P.E. (A c. di), Anatomy of an Orogen: the Apennines and

adjacent Mediterranean basin. Kluwer Academic Publishers, pagg. 375–400.

Martinsson, A., 1970. Toponomy of trace fossils., Trace Fossils. Geol. Jour.

McArthur, J.M., 1994. Recent trends in strontium isotope stratigraphy. Terra Nov. 6, 331–358. https://doi.org/10.1111/j.1365-3121.1994.tb00507.x

McArthur, J.M., Howarth, M.K., 1998. A revised best-fit line to the marine Sr-isotope curve for 0 to 206 Ma, with a revised look-up table for derivation of numerical age, in: AAPG Annual Meeting. AAPG, Tulsa, Okla.

McArthur, J.M., Howarth, R.J., Bailey, T.R., 2001. Strontium Isotope Stratigraphy: LOWESS Version 3: Best Fit to the Marine Sr-Isotope Curve for 0–509 Ma and Accompanying Look-up Table for Deriving Numerical Age. J. Geol. 109, 155–170. https://doi.org/10.1086/319243

McIlroy, D., 2004. The application of ichnology to palaeoenvironmental and stratigraphic analysis: introduction. Geol. Soc. London, Spec. Publ. 228, 1–2. https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2004.228.01.01

Miller, M.F., Smail, S.E., 1997. A Semiquantitative Field Method for Evaluating Bioturbation on Bedding Planes, Palaios. https://doi.org/10.2307/3515338

Molli, G., 2008. Northern Apennine–Corsica orogenic system: an updated overview. Geol. Soc. London, Spec. Publ. 298, 413–442. https://doi.org/10.1144/SP298.19

Monaco, P., Carucuel, J.E., 2007. Il valore stratinomico delle tracce fossili negli strato-evento (event bed) del registro geologico: esempi significativi da Italia e Spagna, in: Studi e Ricerche - Associazione Amici del Museo - Museo Civico “G. Zannato”. pagg. 43–60.

Naeser, N.D., McCulloh, T.H., 1989. Thermal history of sedimentary basins methods and case histories. Springer-Verlag.

Néraudeau, D., 2007. Les bioaccumulations néogènes (calcaires à algues, faluns) d’Europe occidentale et leurs relations avec la crise messinienne. Comptes Rendus Pale 6, 59–71.

Néraudeau, D., Masrour, M., 2008. Évolution de la biodiversité et de la distribution paléobiogéographique des échinides sur les côtes atlantiques du Marocdu Tortonien à l’Actuel. Geodiversitas 30.

Pascucci, V., Fontanesi, G., Merlini, S., Martini, P., 2001. Neogene Tuscan Shelf –western Tuscany extension evidences of the early post-compressional deposits (Tyrrenian Sea – northern Apennines, Italy). Ofioliti 26, 187 – 196.

Pascucci, V., Martini, I.P., Sagri, M., Sandrelli, F., 2007. Effects of transverse structural lineaments on the Neogene-Quaternary basins of Tuscany (inner Northern Apennines, Italy), in: Nichols, G., Williams, E., Paola, C. (A c. di), Sedimentary Processes, Environments and Basins: a Tribute to Peter Friend. Int. Ass. of Sedimentology . S.P. n. 38, pagg. 155–182.

Pascucci, V., Merlini, S., Martini, I.P., 1999. Seismic stratigraphy of the Miocene-Pleistocene sedimentary basins of the Northern Tyrrhenian Sea and western Tuscany (Italy). Basin Res. 11, 337–356. https://doi.org/10.1046/j.1365-2117.1999.00104.x

Pasini, M., Sandrelli, F., 1977. L’arenaria di Ponsano nell’area a Sud-Est di Castellina Scalo (Siena).

Riv. Ital. di Paleontol. e Stratigr. 83, 641–664.

Pavlis, T.L., Brhun, R.L., 1983. Deep seated flow as a mechanism for the uplift of broad forearc ridges and its role in the exposure of high P/T metamorfic terranes. Tectonics 2, 473–497.

Pellegrini, M., 1967a. Osservazioni geologiche sull'Arenaria di Manciano. Mem Soc. Geol. It. 6, 329–342.

Pellegrini, M., 1967b. Nuovi affioramenti di arenaria miocenica nella Maremma laziale (prov. di Viterbo). Atti Soc. Nat. Mat. 98, 109–125.

Pemberton, S.G., Frey, R.W., 2014. Trace Fossil Nomenclature and the Planolites-Palaeophycus Dilemma. J. Paleontol. 56, 1982. https://doi.org/10.1017/S0022336000023180

Pervesler, P., Uchman, A., Hohenegger, J., Dominici, S., 2011. Ichnological record of environmental changes in early quaternary (Gelasian-Calbrian) marine deposits of the Stirone section, Northern Italy. Palaios 26, 578–593. https://doi.org/10.2110/palo.2010.p10-082r

Pialli, G., Alvarez, W.., 1997. Tectonic setting of the Miocene Northern Apennines, in: Eds., M.G.S.O.& R.C. (A c. di), Develop Paleont. Strat. Elsevier, pagg. 167–185.

Pinzari, M., 2007. Tipologia e metodi di coltivazione delle cave, in: Cave nel Lazio. pagg. 125–159.

Price, D.G., 1995. Weathering and weathering processes. Q. J. Eng. Geol. Hydrogeol. 1, 243–252. https://doi.org/10.1144/GSL.QJEGH.1995.028.P3.03

Principi, G., Treves, B., 1984. Il sistema Corso-Appenninico come prisma d'accrezione. Riflessi sul problema generale del limite Alpi-Appennini. Mem Soc. Geol. It. 28, 549–576.

Quiroz, L.I., Buatois, L.., Mángano, G.M., Jaramillo, C.A., Santiago, N., 2010. Is the trace fossil Macaronichnus an indicator of temperate to cold waters? Exploring the paradox of its occurrence in tropical coasts. Geology 38, 651–654.

Regione Toscana, 2007. Carta Geologica della Regione Toscana in Scala 1:10.000.

Ricci Lucchi, F., 1986. The Oligocene to Recent foreland basins of the Northern Apennines. Ass. Sediment 8, 105–139.

Ricci Lucchi, F., Ori, G.G., 1985. Syn-orogenic deposits of migrating basin system in the NW Adriatic Foreland, in: Allen, P., Homewood, P. (A c. di), Foreland Basin" Symp., Excursion Guidebook. Fribourg, pagg. 137–176.

Riforgiato, F., Foresi, L.M., Mazzei, R., Salvatorini, G., Sandrelli, F., 2005. Chronostratigraphic revision of some Pliocene basin in Tuscany at the Zanclean/Piacenzian boundary. Boll. Soc. Geol. It. Vol. spec., 7–13.

Rook, L., Renne, P., Benvenuti, M., Papini, M., 2000. Geochronology of Oreopithecus-bearing succession at Baccinello (Italy) and the extinction pattern of European Miocene hominoids. J. Hum. Evol. 39, 577–582.

Rossetti, F., Faccenna, C., Jolivet, L., Goffé, B., Funiciello, R., 2002. Structural signature and exhumation P-T-t paths of blueschist units exposed in the interior of the Northern Apennine chain, tectonic implications. Boll. Soc. Geol. It. Vol. Spec. 1, 829–842.

Rossi, F.G., Madonna, S., Milli, S., 2017. Facies Analysis Applied to Quarrying A review of the possible use of sedimentology to increase knowledge and use of ornamental sandstones, in: Procedia Engineering. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.11.031

Rubin, D.M., Carter, C.L., 2006. Cross-bedding, bedforms, and paleocurrents. Society for Sedimentary Geology.

Salvador, A., 1994. International Stratigraphic Guide. A Guide to Stratigraphic Classification, Terminology, and Procedure. Tulsa.

Salvini, R., Mastrorocco, G., Seddaiu, M., Rossi, D., Vanneschi, C., 2017. The use of an unmanned aerial vehicle for fracture mapping within a marble quarry (Carrara, Italy): photogrammetry and discrete fracture network modelling. Geomatics, Nat. Hazards Risk. https://doi.org/10.1080/19475705.2016.1199053

Sani, F., Bonini, M., Piccardi, L., Vannucci, G., Delle Donne, D., Benvenuti, M., Moratti, G., Corti, G., Montanari, D., Sedda, L., Tanini, C., 2009. Late Pliocene–Quaternary evolution of outermost hinterland basins of the Northern Apennines (Italy), and their relevance to active tectonics. Tectonophysics 476, 336–356. https://doi.org/10.1016/j.tecto.2008.12.012

Sani, F., Moratti, G., Bonini, M., 1998. The geodynamic evolution of the Northern Apennines; insights from the Neogene-Quaternary basins. Ann. Tectonicae 12, 145–161.

Scesi, L., Papini, M., Gattinoni, P., 2001. Geologia Applicata, Il rilevamento geologico-tecnico. Milano.

Seilacher, A., 1964. SEDIMENTOLOGICAL CLASSIFICATION AND NOMENCLATURE OF TRACE FOSSILS. Sedimentology 3, 253–256. https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.1964.tb00464.x

Serri, G., Innocenti, F., Manetti, P., 1993. Geochemical and petrological evidence of the subduction of delaminated Adriatic continental lithosphere in the genesis of the Neogene-Quaternary megmatism of central Italy. Tectonophysics 223, 117–147.

Serri, G., Innocenti, F., Manetti, P., 1991. II magmatismo neogenico-quaternario dell' area toscolaziale- umbra: implicazioni sui modelli di evoluzione geodinamica dell' Appennino settentrionale, in Studi Preliminari all'Acquisizione Dati del Profi, in: Pialli, G. Barchi, M. Menichetti, M. eds. (A c. di), Studi Geologici Camerti. pagg. 429–463.

Signorini, R., 1967. Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 135 «Orbetello». Serv. Geol. d'It 28.

Signorini, R., 1954. Geologia dei Monti di Capalbio (Grosseto). Boll. Soc. Geol. It. 73, 19–29.

Signorini, R., 1949. Visione odierna della geologia toscana. Boll. Serv. Geol. d'It. 65, 82–90.

Stampfli, G., Borel, G., Cavazza, W., Mosar, J., Ziegler, P., 2001. The Paleotectonic Atlas of the Peritethyan Domain. Eur. Geophys. Soc. cd-rom.

Steefel, C.I., 2008. Geochemical Kinetics and Transport, in: Brantley, S.;, Kubicki, J.;, White, A. (eds) (A c. di), Kinetics of Water-Rock Interaction. Springer, New York, pagg. 545–589.

Tongiorgi, M., 1963. Stratigrafia neogenica toscana: la questione dell'Arenaria di Perolla (Massa Marittima - Grosseto). Boll. Soc. Geol. It. 82, 475–504.

Toro, B., 1978. Anomalie residue di gravità e strutture profonde nelle aree vulcaniche del Lazio settentrionale. Geol. Rom. 17, 35–44.

Tozzi, M., 1991. La catena appenninica – in Guide Geologiche Regionali. bema ed.

Treves, B., 1984. Orogenic belts as accretionnary prisms: the example of the Northern Apennines. Ofioliti 9, 577–619.

Trevisan, L., 1952. Sul complesso sedimentario del Miocene superiore e Pliocene della Val di Cecina e sui movimenti tettonici tardivi in rapporto ai giacimenti di lignite e di salgemma. Boll. Soc. Geol. It. 70, 65–78.

Tribuzio, R., Thirlwall, M.F., Vannucci, R., 2004. Origin of the gabbro-peridotite association from the Northern Apennine ophiolites (Italy). J. Petrol. 45, 1109–1124. https://doi.org/10.1093/petrology/egh006

Van Maren, D.S., 2005. Barrier formation on an actively prograding delta system: The Red River Delta, Vietnam. Mar. Geol. 224, 123–143. https://doi.org/10.1016/j.margeo.2005.07.008

Winkler, E.M., 1997. Stone in Architecture. Ed. Sringer.

Zuffa, G.G., 1985. OPTICAL ANALYSES OF ARENITES: INFLUENCE OF METHODOLOGY ON COMPOSITIONAL RESULTS, in: Provenance os Arenites. pagg. 165–189. https://doi.org/10.1007/978-94-017-2809-6_8

Zuffa, G.G., 1980. Hybrid Arenites: Their Composition and Classification. SEPM J. Sediment. Res. 50, 21–29. https://doi.org/10.1306/212F7950-2B24-11D7-8648000102C1865D

13 ALLEGATI

1. Stralcio Piano Regionale Cave
2. Scheda ISPRA Arenarie di Manciano
3. Allegato Confindustria valore Marmi
4. Allegato Appendice 1 Sezione N-S e Carta Geologica ricostruita
5. Allegato Appendice 2 Log Stratigrafici e Pannello di Correlazione
6. Tabella Analisi Petrografica
7. Calcoli Analisi Petrografica
8. Scheda Geosito Arenarie di Manciano

REGIONE TOSCANA



GIUNTA
REGIONALE

PIANO REGIONALE CAVE

Documento di avvio del procedimento ai sensi dell'art. 17

della l.r. 65/2014 "Norme per il governo del territorio"

INDICE

1 ELEMENTI IDENTIFICATIVI DEL PIANO

2 QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO-PROGRAMMATICO
2.1 Quadro di riferimento normativo
2.2 Quadro di riferimento programmatico

3 OBIETTIVI DEL PIANO E PREVISIONE DEGLI EFFETTI TERRITORIALI ATTESI

4 QUADRO CONOSCITIVO DI RIFERIMENTO, COMPRENSIVO DELLA RICOGNIZIONE DEL PATRIMONIO TERRITORIALE E DELLO STATO DI ATTUAZIONE DELLA PIANIFICAZIONE
4.1 Le risorse minerarie suscettibili di attività estrattive ed i vincoli già esistenti da rispettare per la localizzazione delle aree a destinazione estrattiva
4.2 I siti estrattivi in esercizio e le tipologie dei materiali estratti
4.2.1 Le cave di materiali per usi industriali
4.2.2 Le cave di materiali per costruzione
4.2.3 Le cave di materiali per usi ornamentali
4.3 La stima delle quantità dei materiali riutilizzabili e assimilabili
4.4 Le cave di reperimento dei materiali ornamentali storici
4.5 I siti estrattivi dismessi
4.6 L'analisi dell'andamento economico del settore e le proiezioni di mercato relative alle tipologie di materiali in un quadro di riferimento di sostenibilità ambientale
4.6.1 Il contesto: le dinamiche e la struttura dell’economia Toscana e del settore dell’estrazione e della lavorazione di pietre
4.6.1.1 L’evoluzione congiunturale dell’economia toscana nel 2014
4.6.1.2 Dinamiche territoriali
4.6.2 Struttura e dinamiche congiunturali della filiera dell’estrazione e della lavorazione di pietre in Toscana
4.6.2.1 Struttura
4.6.2.2 Dinamiche
4.6.3 Le previsioni
4.6.3.1 Le previsioni dell’economia toscana nel biennio 2015-2016
4.6.3.2 Le previsioni dell’industria dell’estrazione e della fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi
4.6.3.3 Le previsioni degli altri settori economici legati alle attività dell’estrazione e della lavorazione di pietre
4.6.3.3.1 Andamento e previsioni del settore delle costruzioni
4.6.3.3.2 Le previsioni degli altri settori legati alle attività estrattive
4.7 Analisi SWOT

5 ENTI E ORGANISMI PUBBLICI A CUI SI CHIEDE UN CONTRIBUTO TECNICO

6 ENTI E ORGANI PUBBLICI COMPETENTI ALL'EMANAZIONE DI PARERI, NULLA OSTA O ASSENSI

7 PROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ DI INFORMAZIONE E DI PARTECIPAZIONE DELLA CITTADINANZA ALLA FORMAZIONE DEL PIANO
7.1 Cronoprogramma

8 INDIVIDUAZIONE DEL GARANTE DELL'INFORMAZIONE E DELLA PARTECIPAZIONE

1. ELEMENTI INDENTIFICATIVI DEL PIANO

DENOMINAZIONE – PIANO REGIONALE CAVE

DURATA – Indeterminata

RIFERIMENTI NORMATIVI – l.r. 35 del 25 marzo 2015 “Disposizioni in materia di cave”

RIFERIMENTI PROGRAMMATICI – Programma Regionale di sviluppo 2011-2015 approvato con Risoluzione n.49 del 29/06/2011 – Documento di Economia e Finanza Regionale 2016 (Deliberazione del C.R. n.89 del 21/12/2015)

ASSESSORE PROPONENTE – Vincenzo Ceccarelli

DIREZIONE – Politiche Mobilità, infrastrutture e trasporto pubblico locale

DIRIGENTE RESPONSABILE – Stefano Agati

SETTORE COMPETENTE – Settore Infrastrutture di trasporto strategiche e cave

ALTRE STRUTTURE REGIONALI COINVOLTE

Considerato che il Piano va ad interagire con altre politiche di settore, risultano in particolare coinvolte nella fase di elaborazione e valutazione del PRC la Direzione Ambiente ed Energia, la Direzione Urbanistica e Politiche abitative, la Direzione Attività produttive, Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile, ciascuna per le parti di propria competenza. Le Direzioni sono individuate nell’ambito di un gruppo di lavoro interdirezionale, che vede la partecipazione inoltre di IRPET, ARPAT e ARRR, che garantiscono in particolare il supporto tecnico per la predisposizione dei quadri conoscitivi e per la valutazione del Piano.

2. QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO-PROGRAMMATICO

2.1 Quadro di riferimento normativo

A livello nazionale, la disciplina delle attività estrattive è regolata dal **Regio Decreto n. 1443 del 29 luglio 1927** (Norme di carattere legislativo per disciplinare la ricerca e la coltivazione delle miniere nel Regno).

A livello regionale, a seguito del trasferimento delle funzioni in materia di attività di cava e di torbiera dallo Stato alle Regioni avvenuto con il D.P.R. 616 del 1977, la Toscana ha disciplinato per la prima volta il settore con la **l.r. 30 aprile 1980 n. 36** (Disciplina transitoria per la coltivazione delle cave e delle torbiere), che ha introdotto la necessità di sottoporre l'attività estrattiva in Toscana a strumenti di programmazione e pianificazione.

Nel 1995, in applicazione dell'art. 2 della l.r. 36/1980, la Regione Toscana si è quindi dotata del primo Piano Regionale per le Attività Estrattive, il PRAE, approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale 200/1995.

Nel 1998 la Toscana ha superato la disciplina transitoria con l'approvazione della **l.r. 3 novembre 1998, n. 78** (Testo Unico in materia di cave, torbiere, miniere, recupero di aree escavate e riutilizzo di residui recuperabili), che ha previsto il Piano Regionale delle Attività Estrattive, di Recupero delle aree escavate e di riutilizzo dei materiali recuperabili (PRAER), quale atto di programmazione settoriale con cui la Regione stabilisce gli indirizzi e gli obiettivi di riferimento per l'attività di pianificazione in materia di cave e torbiere, di recupero delle aree di escavazione dismesse o in abbandono, nonché di recupero e riciclaggio dei materiali assimilabili, di competenza delle Province e dei Comuni ferme restando le competenze in materia attribuite agli Enti Parco dalla legislazione vigente.

Tale normativa riconduce la programmazione di settore all'interno degli strumenti della pianificazione territoriale e degli atti di governo del territorio, dando al Piano regionale il compito di definire il quadro conoscitivo, gli obiettivi e gli indirizzi di riferimento per gli atti di pianificazione delle Province (chiamate ad attuare indirizzi e prescrizioni del PRAER attraverso il *Piano delle attività estrattive di recupero delle aree escavate e di riutilizzo dei residui recuperabili della provincia*, PAERP, quale elemento del PTC) e dei Comuni (chiamati ad adeguare i propri strumenti urbanistici ai contenuti del Piano provinciale).

A seguito di tale previsione, la Regione con Deliberazione di Consiglio n. 27 del 27 febbraio 2007 ha approvato il PRAER, che tuttavia non si sostituisce al precedente Piano regionale, restando quest'ultimo vigente per i territori privi di Piano provinciale.
Successivamente all'approvazione del PRAER infatti, le Province di Arezzo, Siena, Grosseto, Pisa e Livorno hanno approvato il Piano provinciale; le Province di Firenze, Massa Carrara e Pistoia hanno avviato il procedimento di formazione del piano senza tuttavia averlo ancora approvato, mentre le restanti Province di Lucca e Prato non hanno provveduto all'elaborazione dello strumento (come illustrato nella seguente tabella).

Tab. 1 – Stato di attuazione della pianificazione provinciale (PAERP)

Provincia	Avvio del procedimento	Adozione	APPROVAZIONE	Pubblicazione BURT
AR	DGP n. 353 del 09/06/2008	DCP n. 107 del 09/12/2008	DCP n. 48 del 14/4/2009	01/07/2009
GR	DGP n. 124 del 01/07/2008	DCP n. 13 del 19/03/2009	DCP n. 49 del 27/10/2009	25/11/2009
SI	DCP n. 48 del 27/06/2008	DCP n. 43 22/04/2009	DCP n. 123 del 18/11/2010	02/02/2011
PI*	DCP n. 12 del 12/02/2009	DCP n. 45 del 27/05/2010 DCP n. 47 del 14/11/2011 DCP n. 40 del 26/07/2012	DCP n. 105 del 16/12/2010 DCP n. 14 del 22/03/2012 DCP n. 67 del 04/12/2012	27/12/2012
LI	DGP n. 54 del 17/04/2012	DCP n. 3 del 10/01/2014	DCP n. 54 del 10/06/2014	16/07/2014
MS	DGP n. 76 del 14/03/2008	-	-	-
PT	DCP 367 del 05/11/2008	-	-	-
FI	DGP n. 20 del 06/02/2009	-	-	-
LU	-	-	-	-
PO	-	-	-	-

*Piano approvato in tre stralci territoriali

La differenza sostanziale tra il PRAE ed il PRAER può essere rilevata nella diversa efficacia degli stessi: il primo prevede la sua attuazione attraverso una variante urbanistica comunale (di adeguamento o in applicazione del PRAE) ed il successivo rilascio dell'autorizzazione alla coltivazione del sito estrattivo.
Il secondo invece, rappresenta un piano di indirizzo e punto di riferimento per la pianificazione di dettaglio che dovrà essere svolta dalle Province; conseguentemente è previsto l'adeguamento comunale al PAERP e soltanto dopo è previsto il rilascio dell'autorizzazione alla coltivazione del sito di cava.

Con la nuova l.r. 35/2015 approvata dal Consiglio regionale nel marzo 2015 è stata elaborata una revisione complessiva della legge di settore ed è stato delineato un nuovo sistema pianificatorio, prevedendo un maggior ruolo della Regione nella fase di pianificazione, per garantire una visione di insieme che dia regole univoche per il corretto uso delle risorse minerarie, assicuri coerenza sotto il profilo della tutela del territorio e dell'ambiente, e uguali opportunità per le imprese di settore. La nuova disciplina recepisce gli orientamenti comunitari e nazionali in materia ambientale, di libero mercato e di semplificazione, attribuendo alla Regione un ruolo maggiore nella fase di Valutazione di Impatto Ambientale e nel controllo dell'attività di cava.

La legge ridisegna il sistema di governance regionale, prevedendo un nuovo strumento pianificatorio della Regione, il Piano Regionale Cave (PRC), al cui interno vengono assorbite molte delle funzioni di pianificazione prima svolte anche dalle Province attraverso i Piani provinciali.

Il Piano (i cui contenuti sono definiti nello specifico dall'art. 7 della l.r. 35/2015) è chiamato in particolare ad elaborare una stima dei fabbisogni su scala regionale delle varie tipologie di materiali, ad individuare i giacimenti che sono potenzialmente escavabili escludendoli da attività che possano compromettere le attività estrattive e ad individuare i comprensori estrattivi in modo da assegnare a ciascuno di questi degli obiettivi di produzione sostenibile.

Il PRC ha il compito inoltre di definire i criteri rivolti ai comuni per la localizzazione delle aree a destinazione estrattiva e dettare gli indirizzi per l'attività estrattiva da svolgersi nelle aree contigue del Parco delle Alpi Apuane.

I giacimenti individuati dal PRC costituiranno invarianti strutturali ai sensi della normativa regionale in materia di governo del territorio (art. 5 l.r. 65/2014). L'individuazione dei fabbisogni, dei

giacimenti, dei comprensori estrattivi ed i criteri per la localizzazione delle aree a destinazione estrattiva avranno effetto prescrittivo in materia di pianificazione territoriale.

Alla luce di quanto sopra descritto, fino all'entrata in vigore del presente Piano (come previsto dall'art. 57 della l.r. 35/2015) gli strumenti vigenti in Toscana sono:

- il PRAER di cui all'art. 3 della l.r. 78/98 quale atto di indirizzo;
- i PAERP di cui all'art. 7 della l.r. 78/98 per le Province di Arezzo, Siena, Grosseto, Pisa e Livorno;
- il PRAE di cui alla l.r. 36/80 (modificato fino al 2008) per le Province di Massa Carrara, Lucca, Pistoia, Prato e Firenze che non hanno provveduto all'approvazione del PAERP.

Attraverso il Piano Regionale Cave la Regione persegue le finalità di tutela, valorizzazione, utilizzo dei materiali di cava in una prospettiva di sviluppo durevole e sostenibile, privilegiando il riuso dei materiali assimilabili.

Il Piano riveste una duplice natura, configurandosi al tempo stesso quale strumento di pianificazione territoriale e quale strumento di programmazione: da un lato esso è parte del Piano di Indirizzo Territoriale (PIT) di cui all'articolo 88 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio), dall'altro esso è definito quale piano settoriale che dà attuazione alle priorità del Programma Regionale di Sviluppo, ai sensi dell'articolo 10 della legge regionale 7 gennaio 2015, n. 1 (Disposizioni in materia di programmazione economica e finanziaria regionale e relative procedure contabili).

Le procedure di approvazione del Piano seguono di conseguenza l'iter previsto dal titolo II della legge regionale n. 65 del 10 novembre 2014 in materia di governo del territorio, oltre a conformarsi a quanto previsto dalla normativa in materia di programmazione (l.r.1/2015) e dalla legge regionale n. 10 del 12 febbraio 2010 per quanto riguarda il processo di Valutazione Ambientale Strategica.

Nel sistema della pianificazione del settore estrattivo della regione, una disciplina specifica ha interessato l'ambito territoriale Apuo-Versiliese alla luce della particolare situazione locale: la legge regionale n.65/1997 (Istituzione dell'Ente per la gestione del Parco regionale delle Alpi Apuane. Soppressione del relativo consorzio) prevedeva la possibilità per l'Ente Parco delle Alpi Apuane di approvare il Piano del Parco in due stralci tematici, uno relativo alla tutela dei valori naturali, ambientali, storici e culturali, l'altro relativo al tema specifico delle attività estrattive.
Al fine di raccordare la pianificazione regionale con lo stralcio tematico delle attività estrattive del parco, il PRAER ha definito i fabbisogni e gli indirizzi di riferimento per le attività di cava da svolgersi nelle aree contigue di cava interne al parco.
Tuttavia, il Piano stralcio delle attività estrattive non è mai stato approvato e quindi le regole del PRAER non hanno mai trovato attuazione in questo territorio.
Per completezza si accenna al fatto che con la recente approvazione delle leggi regionali in materia di aree protette (l.r. 30/2015) ed in materia di attività di cava (l.r. 35/2015) tali previsioni sono state modificate prevedendo che il Piano del Parco si configuri come un piano integrato comprensivo anche della disciplina delle aree contigue in cui si svolgono le attività di cava e che il nuovo Piano Cave (PRC) definisca gli obiettivi di produzione sostenibile in relazione ai fabbisogni e gli indirizzi per l'esercizio delle attività estrattive nelle aree contigue di cava individuate dal Piano del Parco.

Un'altra disciplina specifica operante nell'ambito Apuo-Versiliese è quella derivante dai disposti della legge regionale 104/1995 (Disciplina degli agri marmiferi di proprietà dei Comuni di Massa e Carrara) e più recentemente dalla l.r. 35/2015 (Capo VI), che prevedono per gli agri marmiferi appartenenti ai Comuni di Massa e di Carrara, che le attività estrattive siano disciplinate da appositi regolamenti dei Comuni stessi.
La coltivazione degli agri marmiferi dei Comuni di Massa e di Carrara, in quanto appartenenti al patrimonio indisponibile comunale, è disposta dal Comune con atto di concessione a titolo oneroso e temporaneo.

Di seguito sono riepilogate le principali normative di livello comunitario, nazionale e regionale di riferimento per l'elaborazione del Piano, che toccano varie tematiche alla luce delle implicazioni intersettoriali della programmazione in materia di attività estrattive.

Principali riferimenti normativi

Normativa comunitaria

Direttiva 2006/21/CE relativa alla gestione dei rifiuti delle industrie estrattive

Normativa nazionale

Regio decreto 29 luglio 1927, n. 1443 (Norme di carattere legislativo per disciplinare la ricerca e la coltivazione delle miniere nel Regno);
DPR 9 aprile 1959, n. 128 (Norme di polizia delle miniere e delle cave)
D.L. 25 novembre 1996 n. 624 (Attuazione della direttiva 92/91/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive per trivellazione e della direttiva 92/104/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive a cielo aperto o sotterranee);
Decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 (Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137);
Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale);
Decreto legislativo 30 maggio 2008, n. 117 (Attuazione della direttiva 2006/21/CE relativa alla gestione dei rifiuti delle industrie estrattive e che modifica la direttiva 2004/35/CE);

Normativa regionale

Legge regionale 5 dicembre 1995, n. 104 (Disciplina degli agri marmiferi di proprietà dei Comuni di Massa e Carrara);
Legge regionale 11 agosto 1997, n. 65 (Istituzione dell'Ente per la gestione del "Parco Regionale delle Alpi Apuane". Soppressione del relativo Consorzio);
Legge regionale 3 novembre 1998, n. 78 (Testo Unico in materia di cave, torbiere, miniere,recupero di aree escavate e riutilizzo di residui recuperabili);
Legge regionale n. 10 del 12 febbraio 2010 (Norme in materia di valutazione ambientale strategica –VAS-, di valutazione di impatto ambientale –VIA- e di valutazione di incidenza);
Legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio);
Legge regionale 7 gennaio 2015, n. 1 (Disposizioni in materia di programmazione economica e finanziaria regionale e relative procedure contabili);
Legge regionale 19 marzo 2015, n. 30 (Norme per la conservazione e la valorizzazione del patrimonio naturalistico-ambientale regionale)
Legge regionale 25 marzo 2015, n. 35 (Disposizioni in materia di cave).
Regolamento 16 novembre 2015, n. 72/R (Regolamento di attuazione dell'articolo 5 della legge regionale 25 marzo 2015, n. 35 (Disposizioni in materia di cave. Modifiche alla l.r. 104/1995, l.r. 65/1997, l.r. 78/1998, l.r. 10/2010 e l.r. 65/2014 in materia di allegati tecnici annessi al progetto definitivo e di controlli)).

2.2 Quadro di riferimento programmatico

Il Piano regionale si colloca all'interno del quadro degli strumenti di programmazione e pianificazione della Regione Toscana ed in particolare:

1. dà attuazione agli strumenti di programmazione e pianificazione strategici regionali sovraordinati (Piano di Indirizzo Territoriale e relative integrazioni, Programma Regionale di Sviluppo);

2. si sviluppa in coerenza con i Piani e Programmi regionali settoriali ed intersettoriali attuativi del PRS, con particolare riferimento al Piano Regionale di Sviluppo Economico (PRSE), al Piano Ambientale ed Energetico Regionale (PAER), al Piano regionale di gestione dei rifiuti e bonifica dei siti inquinati (PRB), al Piano Regionale per la Qualità dell'Aria ambiente (PRQA), al Piano di tutela delle acque, al Piano Socio-Sanitario Integrato Regionale (PSSIR), al Piano Regionale Integrato Infrastrutture e Mobilità (PRIIM).

Tenuto conto dell'attuale momento di avvio della nuova legislatura regionale, si fa riferimento ai Piani settoriali approvati nella precedente legislatura, tuttora vigenti, che potranno essere prorogati ai sensi della legge regionale in materia di programmazione (art. 10 c. 5 della l.r. 1/15) dal nuovo Programma Regionale di Sviluppo 2016-2020.

Per quanto riguarda la legislatura corrente, un riferimento è costituito dal Documento di Economia e Finanza Regionale (DEFR) 2016 (DCR n. 89 del 21/12/2015) che quest'anno costituisce il documento preliminare del nuovo PRS 2016-2020, definendo le priorità della politica regionale per il 2016 che saranno successivamente sviluppate dal PRS con un'ottica di legislatura.

Il Piano Regionale Cave ed il Piano di Indirizzo Territoriale e relative integrazioni

Abbiamo detto come il Piano rappresenti uno strumento di pianificazione territoriale facente parte del Piano di Indirizzo Territoriale (PIT), approvato con Deliberazione del Consiglio regionale n. 72 del 24 luglio 2007 e relative integrazioni, con particolare riferimento all'integrazione approvata con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 37 del 27 marzo 2015 avente valore di Piano paesaggistico.

il Piano Regionale Cave è chiamato a individuare i giacimenti in cui possono essere localizzate le aree a destinazione estrattiva, che costituiscono invarianti strutturali ai sensi della legge regionale in materia di governo del territorio, le prescrizioni dirette a garantire la gestione sostenibile della risorsa e le misure di salvaguardia ai sensi dell'art. 88, comma 7, lettera i) della l.r. 65/2014.

L'individuazione dei fabbisogni, dei giacimenti, dei comprensori estrattivi ed i criteri per la localizzazione delle aree a destinazione estrattiva avranno effetto prescrittivo in materia di pianificazione territoriale.

I contenuti del Piano saranno pertanto necessariamente sviluppati in coerenza con i contenuti del PIT, e in armonia con i principi fondativi del modello territoriale toscano, quali:
- il principio del non consumo di suolo;
- la promozione del patrimonio territoriale quale elemento di qualificazione delle filiere produttive;
- l'integrazione e la coerenza tra le politiche dello sviluppo economico – produttivo e quelle del territorio, dell'ambiente e del sociale nella localizzazione delle aree destinate ad attività industriali;
- la definizione di paesaggio (declinato nella accezione di "paesaggio produttivo") come fattore di qualificazione e identità del modello di sviluppo toscano.

Il Piano Regionale Cave dovrà tener conto in particolare dei contenuti della disciplina statutaria del PIT, e nello specifico della "Disciplina della compatibilità paesaggistica delle attività estrattive"

introdotta al fine di verificare la compatibilità tra i valori statutari del patrimonio territoriale toscano e le nuove attività estrattive, nonché dovrà tener conto delle Linee guida per la valutazione paesaggistica delle attività estrattive previste dallo stesso PIT.

Come accennato, l'*integrazione del PIT con valenza di Piano paesaggistico* pone infatti particolare attenzione alla attività estrattive, sia in termini di disciplina che in termini di analisi dei valori e delle criticità paesaggistiche, che dette attività costituiscono per il territorio toscano.

In particolare la "*Disciplina del piano*", ricompresa tra gli "*elaborati del Piano*" indica le misure rivolte agli enti territoriali al fine di disciplinare le attività estrattive ed il recupero delle cave dismesse interne ai Siti UNESCO (art. 15), indica inoltre le misure rivolte alla riqualificazione degli ecosistemi fluviali alterati dalla presenza di materiali inerti derivanti da attività estrattive (art. 16).
Il Capo VI, denominato "*Compatibilità paesaggistica delle attività estrattive*", prevede la valutazione di compatibilità paesaggistica per le nuove attività estrattive, per la riattivazione delle cave dismesse, per gli ampliamenti e per le varianti di carattere sostanziale di attività esistenti.

Negli *"Abachi delle invarianti"* - ricompresi tra gli *"elaborati di livello regionale"* - sono individuate le *"dinamiche di trasformazione e criticità"* determinate dalle attività estrattive per cinque sistemi morfogenetici*1* dell'**Invariante I *"i caratteri idro-geo-morfologici dei bacini idrografici e dei sistemi morfogenetici",* inoltre sono specificate le** *"indicazioni per le azioni"* sempre riferite alle attività estrattive, per tre ecosistemi2 dell'Invariante II *"i caratteri ecosistemici dei paesaggi".*

Nelle 20 "*Schede d'Ambito di Paesaggio*" – costituenti gli "*elaborati di livello d'ambito*" - i siti estrattivi attivi e/o dismessi presenti sul territorio, sono menzionati nella descrizione delle dinamiche di trasformazione dei valori e delle criticità per i "*caratteri idro-geo-morfologici dei bacini idrografici e dei sistemi morfogenetici*" e per i "*caratteri ecosistemici dei paesaggi*" laddove essi costituiscono un elemento peculiare o identitario per il paesaggio. In alcune schede, in ragione della rilevanza di detti siti estrattivi, sono individuati *indirizzi per le politiche*, *obiettivi di qualità* e *direttive specifiche* per la attività estrattive.

Per quanto riguarda i "*Beni Paesaggistici"*, il Piano disciplina l'apertura delle nuove cave, l'ampliamento delle cave esistenti, la riattivazione, il recupero e la riqualificazione delle cave dismesse nelle aree tutelate per legge ai sensi dell'art.142 del Codice (*le montagne per la parte eccedente i 1.200 metri sul livello del mare*, i circhi *glaciali*, *i parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi, i territori costieri, le zone di interesse archeologico, gli immobili ed aree interesse pubblico).*

Tra gli "*Ulteriori allegati al Piano"*, l' *Allegato 4 "Linee guida per la valutazione paesaggistica delle attività estrattive*" è dedicato interamente alle attività estrattive: l'elaborato indica gli approfondimenti conoscitivi necessari alla verifica di compatibilità paesaggistica dei progetti di coltivazione con i valori (statutari/patrimoniali) riconosciuti dal Piano.
L'*Allegato 5 denominato "Schede dei Bacini estrattivi delle Alpi Apuane*" è composto da un *"Quadro d'unione"* contenente le *"Norme comuni per i Bacini estrattivi delle Alpi Apuane"* e un da inquadramento generale delle Schede di Bacino estrattivo delle Alpi Apuane composto da ventuno Schede di Bacino estrattivo delle Alpi Apuane contenenti ognuna un approfondimento conoscitivo (costituito da rappresentazioni cartografiche delle aree vincolate ai sensi dell'art.142, comma 1 e ai sensi dell'art.136 del Codice, delle emergenze idrogeomorfologiche e documentazione fotografica), e l'individuazione di specifici obiettivi di qualità volti a migliorare la compatibilità paesaggistica delle attività estrattive.

[1] - sistema morfogenetico fondovalle, - sistema morfogenetico pianura pensile, - sistema morfogenetico collina calcarea, - sistema morfogenetico montagna calcarea, - sistema morfogenetico dorsale carbonatica

[2] - ecosistemi agropastorali, - ecosistemi fluviali, - ecosistemi rupestri e calanchivi

Il Piano Regionale Cave ed il Programma Regionale di Sviluppo (PRS) e DEFR 2016

Quale piano settoriale ai sensi dell'articolo 10 della legge regionale materia di programmazione regionale (l.r.1/2015), il PRC dà attuazione alle priorità definite dal Programma Regionale di Sviluppo. In attesa dell'approvazione del nuovo PRS 2016-2020, il riferimento per la programmazione strategica regionale è costituito dal PRS 2011-2015 (approvato con Risoluzione del CR n. 49 del 29/06/2011), e per la nuova legislatura dal DEFR 2016 (approvato con Deliberazione del CR n. 89 del 21 dicembre 2015) che quest'anno costituisce il documento preliminare del PRS, definendo le priorità della politica regionale per il 2016 che saranno successivamente sviluppate dal PRS con un'ottica di legislatura.

Con riferimento al PRS 2011-2015, il Piano risulta coerente con due priorità fondamentali che il PRS individuava per la Toscana:
- rilancio dell'industria, in particolare manifatturiera (grande, media e piccola), e di tutti i settori dell'export regionale (turismo, artigianato ed agricoltura inclusi), al fine di incrementare il valore aggiunto dell'economia toscana in termini di produzione di reddito e posti di lavoro qualificati;
- salvaguardia del territorio/ambiente (es. acque, costa, foreste, rifiuti, etc.) e del paesaggio riducendo la tendenza alla rendita improduttiva o alla speculazione immobiliare, a favore di un maggiore dinamismo imprenditoriale, culturale e sociale, nonché di un incremento degli investimenti produttivi.

Il PRS prevedeva inoltre per l'area tematica "Sostenibilità, qualità del territorio e infrastrutturazione", una strategia volta a "promuovere uno sviluppo sostenibile e rinnovabile" e a "realizzare una visione territoriale integrata", mentre per l'area tematica "Competitività del sistema regionale e del capitale umano" una strategia regionale tesa a "aumentare la produttività, favorire il fare impresa, creare lavoro qualificato e ridurre la precarietà", anche attraverso lo sviluppo della competitività dei distretti e dei sistemi produttivi, la crescita delle imprese e la loro internazionalizzazione.
Nell'ambito dei Progetti Integrati di Sviluppo previsti dal PRS quali insieme di interventi rilevanti per il rilancio dello sviluppo regionale, di rilevanza per le politiche in materia di attività estrattiva il **PIS Distretto lapideo**, volto a delineare una strategia complessiva e integrata di consolidamento e rilancio del distretto lapideo toscano.

Nell'ambito del Documento di Economia e Finanza regionale 2016, che quest'anno costituisce il documento preliminare del nuovo Programma Regionale di Sviluppo 2016-2020, definendo le priorità della politica regionale per il 2016 che saranno successivamente sviluppate dal PRS con un'ottica di legislatura, il PRC è individuato tra i Piani da elaborare che compongono il nuovo quadro programmatico derivante dal processo di semplificazione del modello di programmazione avviato nella legislatura precedente.

Le priorità della politica regionale sono identificate dal DEFR attraverso **15 Progetti regionali**, successivamente sviluppati dal PRS, che concentrano ed integrano le risorse su un numero limitato di interventi realizzando quella massa critica necessaria per massimizzare le ricadute concrete sul territorio.

Tra questi, uno specifico progetto regionale **(Progetto Regionale 3)** è destinato al **"Rilancio della competitività della costa"**, facendo leva sulla specializzazione specifica dei territori e sulle capacità di attrazione degli investimenti della Regione. Nell'ambito del progetto, accanto ad interventi per il rilancio delle aree di crisi di Piombino, Livorno e Massa Carrara, azioni per la mitigazione del rischio idraulico e per lo sviluppo delle imprese agroalimentari, si colloca l'elaborazione della proposta del nuovo Piano Regionale Cave.

Piano Regionale Cave ed il Piano Regionale di Sviluppo Economico (PRSE)

Il Piano interagisce necessariamente con il **Piano Regionale di Sviluppo Economico** (Deliberazione del Consiglio regionale n. 59 dell'11/07/2012), condividendo gli obiettivi generali del PRSE volti a "rafforzare la competitività del sistema produttivo toscano attraverso azioni che migliorino le capacità innovative, in particolare favorendo sinergie tra imprese e tra queste le università e i centri di ricerca, potenziando il sistema delle infrastrutture materiali e immateriali, aumentando l'offerta di servizi avanzati rivolti alle PMI e qualificando ulteriormente gli strumenti di ingegneria finanziaria, anche in una maggiore ottica di mercato" e a "promuovere l'economia regionale e sostenere i processi di internazionalizzazione del sistema produttivo toscano e attrazione di nuovi investimenti diretti esogeni al fine di espandere, mantenere e radicare quelli esistenti, con particolare attenzione agli investimenti di tipo industriale e del manifatturiero avanzato".
Il PRSE rappresenta inoltre il principale strumento programmatico di riferimento (insieme al PIGI) per l'attuazione del PIS Distretto lapideo previsto dal PRS, volto a delineare una strategia complessiva e integrata di consolidamento e rilancio del distretto lapideo toscano. Oggetto del PIS, approvato dalla Giunta con Deliberazione n. 819 dell'8 ottobre 2013, la semplificazione delle procedure amministrative legate alle attività estrattive (anche attraverso la revisione della l.r. 78/1998) ed il sostegno alla riorganizzazione ed al riposizionamento dell'apparato produttivo, attraverso politiche per il trasferimento tecnologico e l'innovazione, incentivi, selettivi e qualificati, di sostegno alla crescita dimensionale delle imprese e forme integrate di sostegno ai processi di cooperazione, all'accesso al credito e all'export.
Il progetto si propone di accompagnare le imprese del distretto e le imprese tradizionali delle pietre ornamentali toscane in un percorso di riorganizzazione della filiera e del suo modo di proporsi sui mercati. Per questo gli interventi si concentrano su priorità quali la ricerca e l'innovazione tecnologica, il recupero di competitività dei prodotti lavorati, l'allungamento delle leve commerciali e distributive, la formazione professionale, le politiche per l'immagine e l'internazionalizzazione, la semplificazione delle procedure amministrative.

Il Piano Regionale Cave è chiamato a definire una cornice programmatica e pianificatoria per lo sviluppo del settore delle attività estrattive, che si contraddistingue da una rilevanza economica e occupazionale a livello regionale.
In particolare, il PRC si raccorda agli altri strumenti di programmazione regionale ed in particolare al PRSE per concorrere a dare attuazione a quanto previsto dall'art. 55 della l.r. 35/2015, secondo cui la Regione intende promuovere la valorizzazione e lo sviluppo di sistemi produttivi locali, dei distretti industriali e delle filiere produttive dei materiali da estrazione; sostenere l'impegno nella tracciabilità e marcatura dei prodotti, diffondere le esperienze di etichette e marchi locali che valorizzino le produzioni tipiche anche dimostrando minori impatti ambientali e sociali lungo il loro intero ciclo di vita; valorizzare il materiale da estrazione, anche attraverso l'aumento del livello di trasparenza, tracciabilità e capacità di destinazione dei prodotti, con particolare riferimento alla sensibilizzazione del cittadino; incentivare l'elaborazione di etichette locali capaci di innalzare l'identità del prodotto tipico anche attraverso la comunicazione della propria impronta ambientale e sociale.

Il Piano Regionale Cave ed il Piano Ambientale ed Energetico Regionale (PAER)

Lo sviluppo delle attività estrattive deve avvenire ricercando una maggiore compatibilità tra attività estrattiva e tutela dell'ambiente e del territorio, nell'ottica della sostenibilità del suo sviluppo. In questo senso il Piano interagisce con le politiche del **Piano Ambientale ed Energetico Regionale (PAER)** (Deliberazione del Consiglio regionale n.10 dell'11/02/2015), quale strumento strategico trasversale che detta obiettivi e indirizzi generali per l'intera programmazione ambientale.
Il Piano tiene conto degli obiettivi generali del PAER, ed in particolare di quelli volti a "tutelare e valorizzare le risorse territoriali, la natura e biodiversità", "promuovere l'integrazione tra ambiente,

salute e qualità della vita", nonché "promuovere un uso sostenibile delle risorse naturali", oltre degli obiettivi trasversali volti tra l'altro a "promuovere modelli di produzione e consumo sostenibili".
In particolare il Piano Regionale Cave adotta un principio di gestione sostenibile della risorsa mineraria, in un'ottica di sostenibilità ambientale, ponendosi l'obiettivo di ricercare la compatibilità tra attività estrattiva e tutela dell'ambiente e del territorio, mirando a ridurre gli impatti ambientali sulle varie matrici (aria, acqua, suolo, biodiversità) e a contenere lo sfruttamento eccessivo della risorsa mineraria quale risorsa non rinnovabile.
Il Piano contiene in particolare indirizzi e prescrizioni per garantire la gestione sostenibile della risorsa, nonché indirizzi per il recupero ambientale di siti estrattivi dismessi.

Più nello specifico, il Piano Regionale Cave si raccorda con i Piani di settore ambientali che vanno a specificare le singole tematiche ambientali trattate a livello intersettoriale dal PAER, a cominciare dal **Piano regionale di gestione dei rifiuti e bonifica dei siti inquinati (PRB)**.

Il Piano Regionale Cave ed il Piano regionale di gestione dei rifiuti e bonifica dei siti inquinati (PRB)

Tra gli obiettivi generali del **Piano regionale di gestione dei rifiuti e bonifica dei siti inquinati (PRB)** approvato dal Consiglio Regionale con Deliberazione n. 94 del 18 novembre 2014, l'obiettivo 2.1 "Aumento del riciclo e del recupero di materia nell'ambito della gestione dei Rifiuti urbani (RU) e dei Rifiuti Speciali (RS)" , prevede sia lo sviluppo di una filiera industriale del riciclo e del recupero, volta anche al riutilizzo e riciclaggio della marmettola prodotta dal distretto lapideo Apuo-Versiliese, sia la promozione del recupero e riciclo del 70% dei rifiuti da costruzione e demolizione, che rappresentano quantitativamente il principale flusso di rifiuto generato nell'economia toscana, da raggiungere al 2020, in linea con l' obiettivo previsto dalle normative europee e nazionali.

Il riciclo delle frazioni recuperabili dei rifiuti industriali e dei rifiuti inerti consente di mettere a disposizione dell'economia locale materie fondamentali senza i costi economici ed ambientali (consumi energetici, emissioni atmosferiche e idriche) correlati allo sfruttamento di materie prime vergini.
L'incremento della capacità di recupero interno consente di conseguire benefici ambientali e si configura al tempo stesso come un'occasione di sviluppo economico, portando alla creazione di nuove filiere industriali (quella della preparazione al riciclo, quella della meccanica specializzata e quella della rilavorazione finale - attività peraltro caratterizzate da un forte tasso di manodopera e da una quota elevata di occupazione specializzata e di ricerca).

Per promuovere il riutilizzo e il riciclaggio della marmettola del distretto lapideo Apuo-Versiliese, il PRB prevede azioni di sostegno alla ricerca ed all'innovazione tecnologica per la definizione di processi e tecnologie di riciclaggio, tenuto conto che le caratteristiche chimiche e fisiche di tale materiale ne limitano oggi, in alcuni casi, la destinazione a riciclaggio.

Il Piano Regionale Cave d'altra parte tiene conto della natura non rinnovabile dei materiali oggetto di attività estrattiva che intende tutelare e valorizzare, privilegiando l'uso di materiali alternativi non pericolosi, come gli scarti dell'escavazione, i residui inerti provenienti da altre attività industriali nonché i materiali riciclati derivanti dal recupero dei rifiuti da costruzione e demolizione, che risultino suscettibili di utilizzo in quanto assimilabili, per l'impiego, a quelli naturali.

In tale prospettiva, il Piano si raccorda con la programmazione regionale in materia di rifiuti, tenendo conto, nel calcolo dei fabbisogni a scala regionale delle tipologie di materiali da estrarre, della stima dei quantitativi dei materiali riutilizzabili e dei materiali assimilabili.

Il Piano Regionale Cave ed altri Piani e Programmi regionali

Sempre per quanto riguarda la programmazione ambientale, accanto al PAER ed al PRB, il Piano Regionale Cave si raccorderà ai due ulteriori strumenti regionali in corso di elaborazione, il **Piano Regionale per la Qualità dell'Aria ambiente (PRQA)** (informativa al CR approvata con Dec. Gr n. 4 del 7 luglio 2011) ed **il Piano di Tutela della Acque**, volti a tutelare da un lato la qualità dell'aria, dall'altro la qualità e quantità della risorsa idrica.

Il Piano Regionale Cave promuove inoltre la tutela della salute e sicurezza dei lavoratori nell'esercizio delle attività estrattive, oltre che quelle della popolazione nel suo complesso, raccordandosi in tal senso agli obiettivi del **Piano Socio-Sanitario Integrato Regionale (PSSIR)** (approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 91 del 5 novembre 2014).

Infine, il Piano trova possibili elementi di interazione con il **Piano Regionale Integrato Infrastrutture e Mobilità (PRIIM)** (Deliberazione del Consiglio regionale n. 18 del 12 febbraio 2014), quale strumento di programmazione unitario che definisce in materia integrata le politiche relative a infrastrutture, mobilità e trasporti. In particolare il PRIIM prevede una serie di interventi infrastrutturali sul territorio (dalle grandi opere ferroviarie, autostradali e stradali, agli interventi sulla viabilità regionale, ai porti, agli interventi per la mobilità sostenibile) la cui realizzazione richiede, analogamente ad altre opere pubbliche, il ricorso a cave di prestito.

3. OBIETTIVI DEL PIANO E PREVISIONE DEGLI EFFETTI TERRITORIALI ATTESI

Tenendo conto della finalità generale attribuita dalla l.r. 35/2015 al Piano Regionale Cave, volta a tutelare, valorizzare e utilizzare i materiali di cava in una prospettiva di sviluppo durevole e sostenibile, privilegiando il riuso dei materiali assimilabili, sono stati individuati 3 obiettivi generali, quali pilastri fondanti delle politiche del settore, che, nella successiva fase di elaborazione, saranno sviluppati in obiettivi specifici e azioni.

1. Approvvigionamento sostenibile e tutela delle risorse minerarie
Il Piano è volto in primo luogo a promuovere l'approvvigionamento sostenibile delle risorse minerarie, attraverso il reperimento *in loco* delle materie prime destinate alla trasformazione di tipo industriale o artigianale. Il perseguimento dell'autosufficienza locale consentirà di ridurre conseguentemente la dipendenza dalle importazioni e quindi di ridurre gli oneri ed i rischi ambientali.
Al fine di tutelare le risorse minerarie risulta necessario migliorare la conoscenza, dal punto di vista quantitativo e qualitativo, dei materiali lapidei presenti nel territorio oltre che dei materiali assimilabili ed utilizzabili.
Occorre inoltre che la disponibilità delle stesse risorse non venga compromessa da usi impropri, non coerenti con la finalità di far fronte ai fabbisogni di minerali di cava (sia in termini di destinazione urbanistica delle aree suscettibili di attività estrattive che in termini di valorizzazione dei materiali in funzione delle caratteristiche qualitative degli stessi).

2. Sostenibilità ambientale e territoriale
In coerenza con le politiche regionali in materia di ambiente e territorio, il Piano intende minimizzare gli impatti ambientali e territoriali che possono derivare dalle attività estrattive. A tal fine viene promosso in primo luogo l'impiego di materiali recuperabili, in modo da ridurre in consumo della risorsa mineraria di nuova estrazione. Il Piano promuoverà inoltre la localizzazione delle attività estrattive compatibilmente con i valori ambientali e paesaggistici del territorio, privilegiando i siti già autorizzati, i siti estrattivi dismessi e le aree degradate. Saranno infine promosse modalità di coltivazione dei siti estrattivi tali da non compromettere in modo irreversibile gli equilibri ambientali presenti.

3. Sostenibilità economica e sociale
In raccordo con le altre politiche regionali, il Piano intende promuovere inoltre la sostenibilità economica e sociale delle attività estrattive in quanto capaci di generare reddito e lavoro e di garantire condizioni di benessere alle comunità. Nello specifico sarà necessario sostenere e valorizzare le filiere produttive locali e promuovere la responsabilità sociale ed ambientale delle imprese quale strumento per elevare la competitività delle aziende e del territorio, anche in relazione alla crescita della domanda nel mercato mondiale, di prodotti lapidei ecosostenibili.

Il perseguimento dei suddetti obiettivi sarà orientato da quelli che sono i contenuti della legge regionale 35/2015, in particolare dagli artt. 7 e 9:

Legge regionale 25 marzo 2015, n. 35 Disposizioni in materia di cave. Modifiche alla l.r. 104/1995, l.r. 65/1997, l.r. 78/1998, l.r. 10/2010 e l.r. 65/2014.

Art. 7 - Contenuti del piano regionale cave

1. Il PRC definisce:

a) il quadro conoscitivo delle attività estrattive e delle risorse presenti nel territorio, con particolare riferimento a:

1) le risorse minerarie suscettibili di attività estrattive ed i vincoli già esistenti da rispettare per la localizzazione delle aree a destinazione estrattiva;

2) i siti estrattivi in esercizio e le tipologie dei materiali estratti;

3) la stima della quantità dei materiali riutilizzabili e assimilabili;

4) i siti estrattivi e le cave di reperimento di materiali ornamentali storici;

5) i siti estrattivi dismessi;

6) l'analisi dell'andamento economico del settore;

7) le proiezioni di mercato relative alle tipologie di materiali in un quadro di riferimento di sostenibilità ambientale;

b) i giacimenti in cui possono essere localizzate le aree a destinazione estrattiva, nonché le prescrizioni dirette a garantire la gestione sostenibile della risorsa;

c) i comprensori estrattivi e gli obiettivi di produzione sostenibile, individuati per ciascun comprensorio in relazione ai fabbisogni tenendo conto della quota stimata di materiale riutilizzabile;

d) i criteri al fine della localizzazione, da parte dei comuni, delle aree a destinazione estrattiva e per l'effettuazione della stima relativa alla capacità estrattiva di ciascuna area, nonché i criteri per l'individuazione, da parte dei comuni, delle aree annesse al sito estrattivo in cui possano essere svolte, dallo stesso operatore di cava, le eventuali attività di trasformazione del materiale estratto proveniente dalla prima lavorazione;

e) la stima dei fabbisogni a scala regionale relativamente alla tipologia di materiali da estrarre, tenendo conto della stima della quantità dei materiali riutilizzabili e dei materiali assimilabili anche sulla base delle previsioni contenute nel piano regionale di gestione dei rifiuti di cui all'articolo 9 della legge regionale 18 maggio 1998 n. 25 (Norme per la gestione dei rifiuti e la bonifica dei siti inquinati);

f) gli obiettivi di produzione sostenibile in relazione ai fabbisogni tenendo conto della quota stimata di materiale riutilizzabile e assimilabile, nonché i conseguenti indirizzi per l'esercizio dell'attività estrattiva nelle aree contigue di cava individuate dal piano per il Parco regionale delle Alpi Apuane di cui all'articolo 14 della legge regionale 11 agosto 1997, n. 65 (Istituzione dell'Ente per la gestione del Parco Regionale delle Alpi Apuane. Soppressione del relativo consorzio) in coerenza con gli altri atti di programmazione regionale;

g) i criteri per l'esercizio dell'attività estrattiva, in relazione alle varie tipologie dei materiali da estrazione, con particolare riferimento alla coltivazione dei materiali da taglio/ornamentali presenti nei giacimenti di cui alla lettera b), e nei siti estrattivi in esercizio;

h) criteri per il ripristino ambientale e funzionale dei siti estrattivi;

i) gli indirizzi per la valorizzazione dei materiali da estrazione, lo sviluppo e il sostegno delle filiere produttive;

l) gli indirizzi per la gestione sostenibile dei siti estrattivi ubicati all'interno del medesimo comprensorio;

m) gli indirizzi per il coordinamento delle attività estrattive nei siti estrattivi contermini, al fine di assicurare le condizioni di sicurezza;

n) gli indirizzi per il recupero ambientale di siti estrattivi dismessi;

o) le misure di salvaguardia di cui all'articolo 88, comma 7, lettera i), della l.r. 65/2014;

p) gli indirizzi ed i criteri per la coltivazione in galleria dei materiali, ivi compresa la coltivazione nelle aree soggette a vincoli ambientali e paesaggistici, in coerenza con gli obiettivi di tutela;

q) i criteri per la tutela e la coltivazione delle cave per il reperimento dei materiali ornamentali storici.

2. I giacimenti individuati ai sensi del comma 1, lettera b), costituiscono invarianti strutturali ai sensi dell'articolo 5 della l.r. 65/2014;

3. I contenuti del PRC di cui al comma 1, lettera b), c) ed e), hanno effetto prescrittivo ai sensi dell'articolo 88, comma 7 della l.r. 65/2014.

Art. 9 - Adeguamento degli strumenti della pianificazione territoriale ed urbanistica comunale

1. Il comune, ove necessario, adegua nei termini stabiliti dallo stesso PRC i propri strumenti della pianificazione territoriale ed urbanistica alle previsioni contenute nel piano medesimo.

2. Il comune recepisce nel piano strutturale i giacimenti individuati dal PRC.

3. Il comune, nell'adeguare il piano operativo comunale al PRC:

a) perimetra l'area a destinazione estrattiva e definisce le relative volumetrie nel rispetto di quanto stabilito all'articolo 7, comma 1, lettere b), c) e d);

b) stabilisce le regole per lo sfruttamento sostenibile dell'area;

c) individua i casi in cui i siti estrattivi contigui o vicini sono tenuti ad operare un coordinamento operativo in materia di sicurezza;

d) individua i casi in cui è obbligatoria la costituzione di un consorzio ai sensi dell'articolo 28.

4. Ai fini della definizione dei contenuti del piano operativo i comuni procedono ai sensi dell'articolo 10.

5. Fatto salvo quanto previsto agli articoli 113 e 114 della l.r. 65/2014, il comune individua i casi in cui l'autorizzazione all'esercizio dell'attività estrattiva è subordinata all'approvazione di un piano attuativo ai sensi degli articoli da 107 a 114 della l.r. 65/2014.

6. Fermo restando quanto previsto al comma 3, i comuni, per le aree ricadenti all'interno del perimetro del Parco regionale delle Alpi Apuane, adeguano i propri strumenti della pianificazione urbanistica nel rispetto di quanto stabilito all'articolo 7, comma 1, lettera f), e della disciplina contenuta nel piano del parco.

Gli effetti territoriali e paesaggistici attesi a seguito della approvazione ed attuazione del Piano Regionale Cave saranno:

- la riduzione degli impatti sul territorio indotti dalle attività estrattive apportando anche, per quanto possibile, un contributo alla tutela del paesaggio.
- la riduzione progressiva delle attività estrattive limitrofe o interne ai siti riconosciuti di particolare interesse dalle politiche territoriali regionali in coerenza con gli obiettivi e contenuti del Piano di Indirizzo territoriale della Regione Toscana;
- il prelievo e l'impiego delle risorse minerarie coerentemente con le caratteristiche delle stesse ed al fine della massima valorizzazione*;*
- la riduzione nell'utilizzazione di materie prime e di risorse naturali mediante l'effettivo utilizzo dei materiali recuperabili e assimilabili ai materiali di cava;
- la gestione e conduzione sostenibile delle attività estrattive nel territorio regionale secondo modalità che assicurino protezione della salute umana e dell'ambiente;
- la riduzione degli impatti causati dal trasporto dei materiali, in relazione all'obiettivo dell'autosufficienza locale.

4. QUADRO CONOSCITIVO DI RIFERIMENTO, COMPRENSIVO DELLA RICOGNIZIONE DEL PATRIMONIO TERRITORIALE E DELLO STATO DI ATTUAZIONE DELLA PIANIFICAZIONE

La costruzione del quadro conoscitivo di riferimento nella elaborazione del Piano Regionale Cave comprende la raccolta di informazioni circa lo stato delle componenti ambientali potenzialmente interessate dalla attività estrattiva sia per quanto riguarda le operazioni di estrazione sia per quanto attiene alla destinazione d'uso delle cave dismesse.

I principali effetti ambientali delle attività estrattive riguardano:

- emissioni atmosferiche (climalteranti, inquinanti ed inquinamento acustico);
- modificazioni sistema idrico superficiale e falda sotterranea;
- erosione del suolo.

Di seguito si da conto della situazione esistente in Toscana assumendo come riferimento la "Relazione sullo stato dell'ambiente in Toscana", edizione 2014 e l'Annuario dei dati ambientali 2015 a cura di ARPAT.

Emissioni atmosferiche

Emissioni atmosferiche climalteranti

Per quanto riguarda i gas serra, le maggiori emissioni derivano dal riscaldamento domestico (26% in termini di CO2 eq); il settore dei trasporti stradali (19%); il settore della combustione per la produzione di energia (18%). Gli unici macrosettori in cui si sono registrate riduzioni in termini di emissioni di CO2 equivalente sono quelli legati all'industria, mentre per tutti gli altri si è assistito ad un aumento più o meno accentuato.

Nonostante la diminuzione delle emissioni di CO2 eq. registrata nel 2010 rispetto agli anni precedenti, dovuta in gran parte alla crisi economica, i valori risultano ancora distanti dall'obiettivo di riduzione del 20%, rispetto ai valori del 1990, da raggiungere entro 2020. L'obiettivo del 2020 non pare ad oggi raggiungibile: ciò infatti implicherebbe una riduzione di CO2 equivalente pari a circa 10 Milioni di tonnellate, rispetto ai dati 2010 (- 27% delle emissioni stimate per tale anno).

Da punto di vista delle emissioni climalteranti, l'attività estrattiva può contribuire alla produzione di CO2 dovuta all'utilizzo di mezzi di escavazione e di trasporto. Si tratta di un contributo, percentualmente limitato, alla produzione di gas serra in parte concentrato all'interno del sito estrattivo e in parte distribuito lungo i percorsi seguiti dai mezzi di trasporto.

Emissioni atmosferiche inquinanti

Relativamente al monossido di carbonio (CO), si stima una riduzione del valore complessivo, nel periodo 1995-2010, pari al 59%. Il settore che ha avuto le maggiori diminuzioni è quello dei trasporti.

Anche le emissioni di composti organici volatili non metanici (COVNM) hanno visto una significativa diminuzione dal 1995 al 2010, passando rispettivamente da 183.655 a 116.455 tonnellate, pari ad un decremento del 37%.

Per quanto riguarda le emissioni di acido solfidrico (H2S), queste sono ascrivibili nella quasi totalità allo sfruttamento della risorsa geotermica per la produzione di energia elettrica. Si rileva un andamento decrescente, in particolare nel periodo 2007-2010, dovuta all'installazione di particolari impianti di abbattimento, cosiddetti AMIS (abbattimento mercurio e idrogeno solforato). In particolare, le emissioni dal 1995 al 2010 relative allo sfruttamento della risorsa geotermica sono diminuite da 26.253 t a 10.383 t, con riduzione pari al 60%.

Le emissioni di ossidi di azoto (NOX) presentano un andamento decrescente con valori dal 1995 al 2010 rispettivamente di 112.380 e 66.519 tonnellate, pari ad una riduzione complessiva del 38%. Tale

riduzione è da ascriversi totalmente ai settori della mobilità e dell'industria, che hanno visto entrambi ridurre le rispettive emissioni.
Il principale effetto prodotto dalle attività estrattive, in termini di inquinamento dell'atmosfera, può essere associato alla produzione di polvere che consegue alle lavorazioni a cielo aperto e alla frantumazione e selezione delle sostanze minerali estratte. La polvere si crea durante ogni azione connessa direttamente e indirettamente con l'attività estrattiva all'interno dell'area di cava: l'asportazione del suolo e delle coperture, l'abbattimento della roccia con o senza l'ausilio di esplosivi, l'estrazione con escavatori e ripper, la frammentazione dei blocchi, il caricamento e il trasporto dell'inerte all'impianto di lavorazione, la frantumazione e la selezione a secco dell'inerte, la presenza di ampi piazzali di stoccaggio e di lavorazione sterrati. In genere, i maggiori effetti esterni al sito estrattivo sono connessi al passaggio dei mezzi di trasporto, tale effetto è tuttavia trascurabile in quanto l'utilizzo di modesti accorgimenti consente di contenere al minimo l'effetto di trasporto delle polveri.

Inquinamento acustico
Per quanto in mancanza di modelli di calcolo comuni non sia semplice fare confronti, è comunque possibile affermare che la situazione italiana non è dissimile da quella europea.
La produzione di rumore, nell'ambito dello svolgimento delle attività svolte in cava è riferibile al traffico pesante per il trasporto del materiale estratto; seguono i rumori dei mezzi pesanti operanti in cava, che risultano effettivamente rilevabili solo nelle immediate vicinanze delle aree di coltivazione e/o di passaggio dei mezzi. Vanno inoltre considerati anche i rumori degli impianti di lavorazione legati alla frantumazione, selezione ed eventuale lavaggio del materiale grezzo estratto.

Modificazioni sistema idrico superficiale e falda sotterranea
Per i corpi idrici superficiali interni l'anno 2013 si configura come primo anno del secondo triennio di applicazione della Direttiva europea, secondo quanto dettagliato nel DM 260/2010, in accordo con la scelta regionale di controllo a frequenza triennale.
Orientativamente le attività del triennio corrispondono a circa 1/3 delle complessive stazioni di monitoraggio. Per quanto riguarda lo stato ecologico solo il 31% dei punti raggiunge lo stato di qualità buono, mentre per lo stato chimico si arriva al 58%.
Per i corpi idrici sotterranei il trend 2002-2013, a fronte del recente incremento degli afflussi, mostra un generale peggioramento dello stato di qualità delle acque sotterranee. Prevale ancora una volta sull'incremento della risorsa un più intenso dilavamento dalla superficie di inquinanti antropici. Rispetto al 2012, che aveva registrato un temporaneo miglioramento, il 2013 prosegue il trend negativo.

Il grado di impatto dell'attività di cava sulle acque superficiali e sotterranee può essere molto variabile in base alle condizioni naturali presenti, alla tipologia di materiale che si intende estrarre, ai metodi utilizzati per la coltivazione e le lavorazioni successive, ecc. Possibile impatti diretti diretti posssono essere legati al prelievo di acqua destinata al soddisfacimento del fabbisogno idrico delle attività di cava. I corsi d'acqua possono essere, inoltre, i recettori finali sia degli scarichi provenienti dagli impianti di lavorazione, sia del ruscellamento delle acque meteoriche dall'intera superficie di cava. Le attività estrattive possonod eterminare consistenti modificazione del reticolo superficiale con conseguenze nella organizzazione idraulica del territorio e aumento erodibilità delle superfici.
Gli effetti potenzialmente più significativi dell'attività estrattiva sulla qualità dei corpi idrici sotterranei sono di tipo indiretto, legati all'aumento della vulnerabilità degli acquiferi a causa della riduzione della soggiacenza. In determinate condizioni ciò comporta che l'estrazione si avvicini molto o che sia svolta direttamente all'interno della falda acquifera presente nel sottosuolo. Questa tecnica estrattiva frequentemente pone le condizioni per rendere più agevole l'ingresso di inquinanti provenienti dalla superficie direttamente in falda. Infine vanno considerati gli sversamenti accidentali e le perdite di carburanti e di olii di macchina durante le operazioni di rifornimento e di manutenzione dei mezzi di cava, che possono sommarsi ai fenomeni descritti in precedenza.

Erosione del suolo

Per quanto riguarda l'erosione del suolo, i dati mostrano che quasi il 30% delle aree agricole toscane è affetto da fenomeni erosivi; nel 13% delle aree agricole l'erosione è classificata come “elevata”. Poiché l'erosione è legata a fattori stabili nel tempo, il trend è legato prevalentemente al tipo di tecniche agricole utilizzate, ovvero dall'adozione o meno di tecniche agricole volte alla conservazione dei suoli (inerbimento vigneti e oliveti, sistemazioni idrauliche, gestione dei residui colturali, ecc.).

Le cave in talune situazioni possono peggiorare le condizioni di stabilità dei suoli ovvero, al contrario, possono contribuire ad azioni di difesa del suolo, per esempio mediante l’asporto di materiale detritico in frana.

La perimetrazione e conseguente quantificazione delle aree interessate da attività estrattive consente di elaborare dati relativi a: consumo di risorse non rinnovabili, perdita di suolo, modificazioni indotte nel paesaggio, possibili alterazioni idrogeologiche e idrografiche (interferenze con falde acquifere e con gli ambiti di ricarica di pozzi e sorgenti) e possibili modificazioni geomorfologiche (fenomeni erosivi o movimenti franosi dei fronti).

L'attività estrattiva, anche quando regolamentata, può generare anche altri fenomeni di degrado ambientale legati alla gestione dei rifiuti, alla rumorosità, alla produzione di polveri e al potenziale peggioramento della qualità dell'aria e delle acque.

Al fine di consentire un'efficace programmazione, nel processo di elaborazione del Piano sarà sviluppato un lavoro di redazione di quadri conoscitivi indispensabili per rappresentare lo stato dell'arte delle attività estrattive in Toscana.

Il quadro conoscitivo prende in primo luogo a riferimento quanto realizzato nel precedente scenario di programmazione delineato dalla l.r. 78/1998. Alla data di entrata in vigore della l.r. 35/2015, per quanto riguarda gli aspetti relativi alla pianificazione delle attività estrattive, si riscontra che soltanto metà delle province toscane hanno messo in pratica gli indirizzi della pianificazione regionale definita dal PRAER. Tali province sono giunte all’approvazione dei propri piani di settore denominati PAERP[3] ed hanno attuato così, i principi di delega delle funzioni pianificatorie secondo i criteri della legge regionale n. 78 del 1998.

Invece, per la rimanente metà del territorio non è giunto a compimento il percorso di pianificazione del settore estrattivo che è rimasto ancorato al precedente piano regionale risalente ai primi anni '90: il PRAE.

In questo scenario, sono da rilevare due situazioni particolari: le cave di marmo del comprensorio Apuano, condotte internamente ai cosiddetti Agri Marmiferi di proprietà dei Comuni di Massa e di Carrara, e le cave interne alle “aree contigue di cava” del Parco Regionale delle Alpi Apuane.

Entrambe le situazioni non sono ricomprese nelle previsioni del PRAE e costituiscono una fattispecie particolare di legittimazione delle attività estrattive ricadenti al di fuori dalla pianificazione ordinaria.

Tenuto conto degli esiti del ciclo di programmazione precedente, i quadri conoscitivi di base sono quelli definiti dal comma 1 dell'art. 7 della l.r. 35/2015, secondo cui :

“Il PRC definisce:

a) il quadro conoscitivo delle attività estrattive e delle risorse presenti nel territorio, con particolare riferimento a:

1) le risorse minerarie suscettibili di attività estrattive ed i vincoli già esistenti da rispettare per la localizzazione delle aree a destinazione estrattiva;

[3] la Provincia di Arezzo ha approvato il piano nell'aprile 2009, quella di Grosseto nell'ottobre 2009, quella di Siena nel novembre 2010, la provincia di Pisa ha approvato il piano nel dicembre 2012 (terzo ed ultimo stralcio) e la provincia di Livorno ha concluso l'iter di formazione del PAERP nel giugno del 2014.

Le province di Firenze, Pistoia e Massa-Carrara hanno avviato il procedimento per la formazione del PAERP ma non sono giunte all’adozione del piano.

Le rimanenti province di Lucca e Prato non hanno adottato alcuna iniziativa in merito alla pianificazione del settore estrattivo.

2) i siti estrattivi in esercizio e le tipologie dei materiali estratti;
3) la stima della quantità dei materiali riutilizzabili e assimilabili;
4) i siti estrattivi e le cave di reperimento di materiali ornamentali storici;
5) i siti estrattivi dismessi;
6) l'analisi dell'andamento economico del settore;
7) le proiezioni di mercato relative alle tipologie di materiali in un quadro di riferimento di sostenibilità ambientale

Di seguito vengono proposti i contenuti di sintesi del quadro conoscitivo redatti in base ai dati oggi disponibili ed in possesso delle Strutture regionali e delle Agenzie regionali che saranno successivamente approfonditi e sviluppati nella proposta di Piano.

Buona parte dei dati derivano dall'attività di rilevamento svolta periodicamente dal Settore Infrastrutture di trasporto strategiche e cave della Direzione Politiche Mobilità, Infrastrutture e Trasporto Pubblico Locale, sulla base di quanto previsto dalla normativa di settore.

Il rilevamento delle informazioni rappresenta un'attività indispensabile ai fini della programmazione del settore estrattivo e rientra inoltre nel Programma Statistico Nazionale. I dati elaborati relativi alle tipologie ed ai quantitativi dei materiali estratti e i dati relativi ai controlli effettuati dai comuni (quali primi detentori delle informazioni riguardanti le tipologie e le volumetrie dei materiali estratti in Toscana) sono patrimonio della collettività e vengono diffusi attraverso il sito internet della Regione Toscana.

Gli ultimi dati disponibili derivano dal rilevamento svolto nel 2014 relativo all'andamento delle attività nell'anno precedente, sono stati pubblicati sul sito internet della Regione Toscana e sono stati resi disponibili, accessibili e consultabili in forma aggregata per ogni cittadino.

Per la definizione dei contenuti del punto **1)** ***le risorse minerarie suscettibili di attività estrattive ed i vincoli già esistenti da rispettare per la localizzazione delle aree a destinazione estrattiva*** del citato comma primo dell'art. 4 della l.r. 35/2015, si riporta in questa fase un modello di scheda-tipo (*scheda di rilevamento delle risorse suscettibili di attività estrattive*) con cui viene proposta la metodologia di rappresentazione delle informazioni disponibili e di quelle che si prevede che dovranno essere acquisite nel corso della successiva elaborazione del Piano.
Viene presa come riferimento informativo la pianificazione delle attività estrattive (PRAE , PRAER, PAERP), la vincolistica (paesaggistica, territoriale ed ambientale) le informazioni di carattere geologico (carta geologica regionale) e le informazioni relative alle eventuali attività in esercizio nel territorio analizzato (comunicazioni dei Comuni derivanti dall'attività di rilevamento del Settore Infrastrutture di trasporto strategiche e cave, prevista dalla legge regionale).

Per quanto riguarda il punto **2)** ***i siti estrattivi in esercizio e le tipologie dei materiali estratti***, il testo di cui al paragrafo 3.2 descrive in forma sintetica l'andamento degli ultimi anni del settore delle attività estrattive, analizzando i tre segmenti principali in cui possono essere classificati i materiali di cava: materiali per usi industriali, per costruzioni e per usi ornamentali.
Le informazioni derivano dalle comunicazioni effettuate annualmente dagli uffici comunali preposti al rilascio delle autorizzazioni alla coltivazione delle cave.

Lo sviluppo del punto **3)** ***la stima della quantità dei materiali riutilizzabili e assimilabili*** richiede invece il coinvolgimento sia delle agenzie regionali, in particolare di ARRR e di ARPAT, sia della Direzione Ambiente ed Energia – in particolare per quanto attinente alla stima dei materiali riutilizzabili e dei materiali derivanti dal recupero dei rifiuti da costruzione e demolizione assimilabili ai materiali di cava di cui tener conto per la stima dei fabbisogni a scala regionale nonché per le produzioni di minerali che possono concorrere al soddisfacimento dei fabbisogni di materiale di cava derivanti dalle concessioni minerarie attive.

I punti **4)** e **5)** relativi ai ***siti estrattivi e le cave di reperimento di materiali ornamentali storici*** *ed* ai ***siti estrattivi dismessi***, descrivono le due tipologie di cave complementari alle attività estrattive ordinarie: il primo tema assume una valenza di tipo culturale oltre che di natura tecnica

per l'effettuazione dei restauri scientifici di monumenti. Il secondo tema invece ha la duplice finalità di individuare quei siti compromessi da privilegiare nelle scelte di localizzazione di nuovi siti di cava e contemporaneamente ha la finalità di individuare quelle situazioni che necessitano di interventi di recupero ambientale o di messa in sicurezza.
Tale parte è stata elaborata a partire dal PRAER e dai PAERP vigenti e da quelli per i quali è stato avviato il procedimento di formazione con relativi quadri conoscitivi.

Per quanto riguarda lo sviluppo dei punti **6)** ***l'analisi dell'andamento economico del settore*** e ***7) le proiezioni di mercato relative alle tipologie di materiali in un quadro di riferimento di sostenibilità ambientale***, si rimanda ad una prima ricostruzione svolta da IRPET nel paragrafo 3.6, relativa al contesto economico di riferimento comprensiva delle proiezioni di mercato.

Riguardo alle criticità ambientali connesse alle attività estrattive, le conoscenze dell'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale per la Toscana derivanti dalle attività di monitoraggio e controllo, saranno utilizzate per implementare il quadro conoscitivo del Piano.
Per l'obiettivo del superamento di tali criticità ARPAT fornirà supporto alla Regione tramite la definizione di specifici documenti tecnici, nel complesso il lavoro sarà articolato secondo le seguenti fasi:

1. definizione di scheda ricognitiva delle criticità ambientali riconducibili ai siti estrattivi e note ad ARPAT sulla base delle pregresse attività di controllo e monitoraggio a ambientale, la scheda sarà concordata con la Regione Toscana;
2. diffusione delle schede alle strutture territoriali ARPAT per la raccolta geolocalizzata delle informazioni di cui al p. 1;
3. analisi dei dati raccolti con riferimento al p. 2, produzione di un documento di sintesi delle criticità ambientali rilevate;
4. a partire dall'esito del p. 3, predisposizione di linee guida finalizzate ad una gestione delle attività estrattive in grado di risolvere le criticità ambientali, anche tramite la definizione si specifiche schede tecniche per tipologia di materiale e/o di contesto ambientale.

4.1 Le risorse minerarie suscettibili di attività estrattive ed i vincoli già esistenti da rispettare per la localizzazione delle aree a destinazione estrattiva

Ai fini della predisposizione del quadro conoscitivo di supporto al PRC è stata predisposta una scheda-tipo di rilevamento delle risorse minerarie – di seguito riportata – che raccoglierà le principali informazioni identificative delle parti di territorio in cui è riscontrata o è riscontrabile la presenza di una risorsa mineraria suscettibile di attività estrattiva.

Per l'individuazione di tali zone saranno assunte come riferimento di partenza le aree di risorsa previste dai piani regionali PRAE e PRAER e quelle definite dai PAERP provinciali approvati.
Oltre a queste saranno analizzate le Aree Contigue di Cava interne al Parco delle Alpi Apuane previste dalla l.r. 65/1997 *Istituzione dell'Ente per la gestione del "Parco Regionale delle Alpi Apuane". Soppressione del relativo Consorzio*.

Per ogni area verranno illustrate le previsioni della pianificazione territoriale e paesaggistica della Regione Toscana attraverso un dettaglio dei Piani cave attualmente vigenti e del Piano di Indirizzo Territoriale con valenza di Piano Paesaggistico; inoltre verrà descritto lo stato della pianificazione territoriale di livello provinciale tramite la rappresentazione sintetica del PTC e del PAERP ove vigente.

Per ogni area sarà indicata la presenza di vincoli e di condizionamenti d'uso come il vincolo idrogeologico, la pericolosità idraulica, geologica o di frana. Sarà indicata la presenza di forme di tutela dell'ambiente e della biodiversità (parchi, riserve, siti naturali protetti).

Saranno redatte delle schede di sintesi che riporteranno le previsioni della strumentazione urbanistica comunale e, per le aree contigue di cava interne al Parco Regionale delle Alpi Apuane, potranno essere raccolte le informazioni relative alla tutela dei valori naturali, ambientali, storici e culturali se previste.

Per quanto riguarda i principali aspetti del territorio sotto il profilo geologico e morfologico, si prevede la redazione di apposite schede di rilevamento basate sui quadri conoscitivi già disponibili della Regione Toscana che costituiscono la banca dati geologica regionale

La collazione delle informazioni acquisite potrà essere utilizzata come riferimento per l'individuazione e la localizzazione dei giacimenti in cui attivare le attività estrattive e per la costruzione delle regole e dei criteri per l'esercizio dell'attività di coltivazione dei materiali di cava.

Si riporta di seguito un modello di *scheda-tipo* esemplificativa, denominata "*SCHEDA DI RILEVAMENTO DELLE RISORSE SUSCETTIBILI DI ATTIVITÀ ESTRATTIVE"* che si prevede di compilare per la predisposizione dei quadri conoscitivi della proposta di Piano.

La seguente scheda è da intendersi come tracciato generale di riferimento che verrà seguito nella raccolta delle informazioni relative alle aree fino ad oggi riconosciute come suscettibili di attività estrattive. Tale scheda quindi potrà subire nel corso della rilevazione e compilazione, modifiche del suo layout e delle voci di rilevamento.

REGIONE TOSCANA

SCHEDA DI RILEVAMENTO DELLE RISORSE SUSCETTIBILI DI ATTIVITÀ ESTRATTIVE

1 Dati Anagrafici

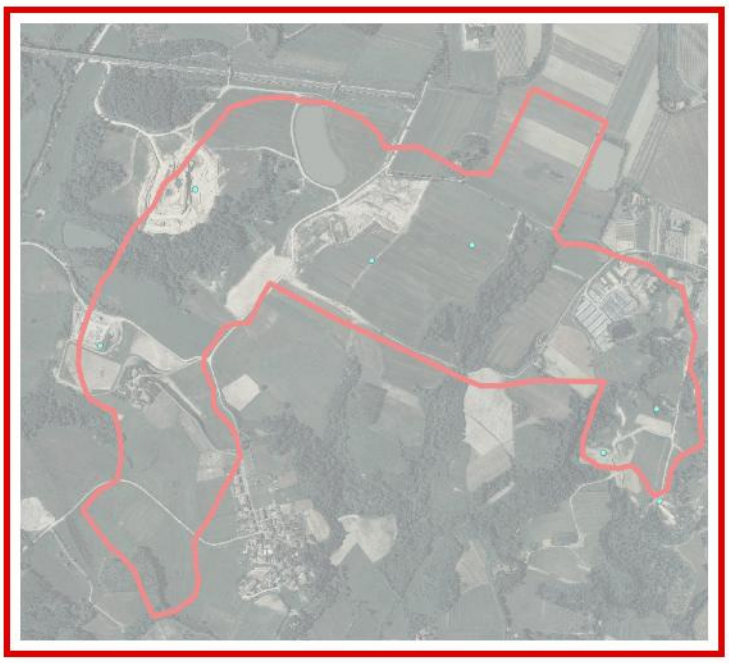
Scheda n.	1

Provincia di:	
Comune di:	
Località:	



	Strumentazione	Codice Identificativo
	PRAE (DCR 200/1995)	
X	**PRAER** (DCR 27/2007)	
X	**PAERP**	
	PRAA _ Area Contigua di Cava (l.r. 65/1997)	

		Tipologia di materiale prevalente
I - Materiale per usi industriali e per costruzioni	X	
II - Materiale per usi ornamentali		



	SI	NO
Vincoli Paesaggistici	X	
Aree Protette	X	

REGIONE TOSCANA

SCHEDA DI RILEVAMENTO DELLE RISORSE SUSCETTIBILI DI ATTIVITÀ ESTRATTIVE

2 PIT (DCR 72/2007)

Nella presente sezione sono rappresentate le Invarianti individuate dal PIT che interessano l'area di risorsa oggetto di schedatura



Id	SISTEMA MORFOGENETICO

Sono indicati i sistemi morfogenetici, cioè gli elementi identificativi della struttura fisica del paesaggio

Sigla identificativa del sistema morfogenetico

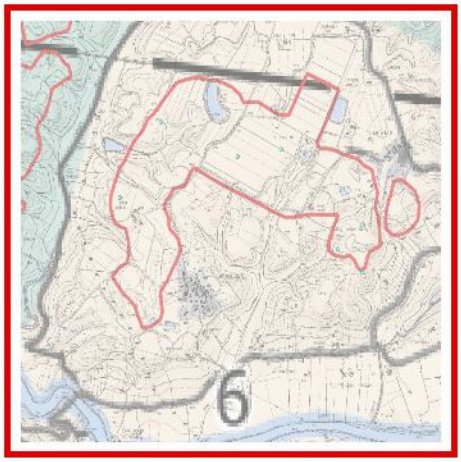
Invariante I _ I caratteri idro-geo-morfologici dei bacini idrografici e dei sistemi morfogenetici



ELEMENTI STRUTTURALI DELLA RETE ECOLOGICA
ECOSISTEMI FORESTALI
ECOSISTEMI AGROPASTORALI
ECOSISTEMI RUPESTRI E CALANCHIVI

Sono individuate le componenti ecosistemiche, e in particolare quella vegetazionale, che assieme a quelle geomorfologiche e antropiche, costituiscono gli elementi principali nella "costruzione" dei paesaggi

Invariante II _ I caratteri ecosistemici del paesaggio



Id	MORFOTIPI RURALI

Codice identificativo del morfotipo

Sono individuati i vari morfotipi rurali. Ciascuno definisce uno specifico assetto paesaggistico, dato dalla combinazione fra caratteri geomorfologici, agronomici e insediativi del territorio, riconoscibile in diversi contesti territoriali e quindi, tipizzabile

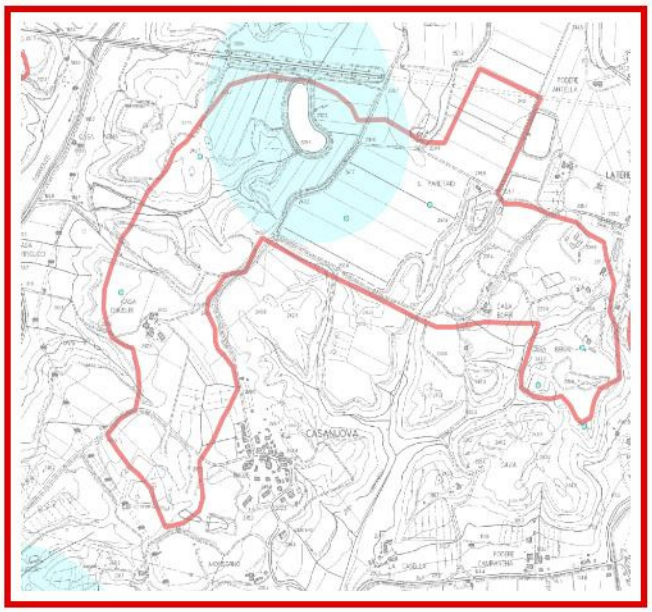
Invariante IV _ I caratteri morfotipologici dei sistemi agro ambientali dei paesaggi rurali

REGIONE TOSCANA

SCHEDA DI RILEVAMENTO DELLE RISORSE SUSCETTIBILI DI ATTIVITÀ ESTRATTIVE

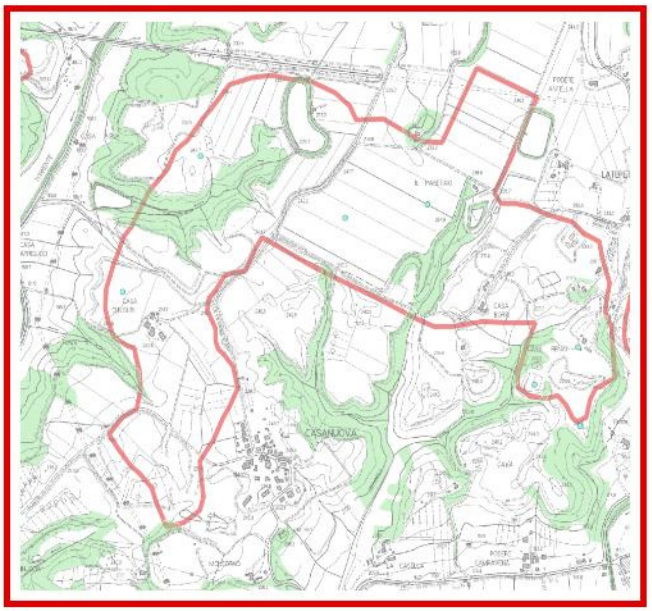
3 Vincoli Paesaggistici

Nella presente sezione sono rappresentati i vincoli paesaggistici che interessano l'area di risorsa oggetto di schedatura



Vincolo Paesaggistico _ D.Lgs. n. 42/2004, artt.10 e 136

Vincolo Paesaggistico _ D.Lgs. n. 42/2004, art.142 lett. b



Vicolo Paesaggistico _ D.Lgs. n. 42/2004, art.142 lett. d

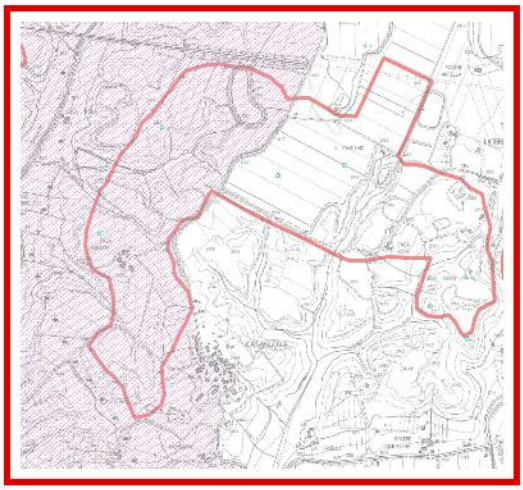
Vicolo Paesaggistico _ D.Lgs. n. 42/2004, art.142 lett. g

REGIONE TOSCANA

SCHEDA DI RILEVAMENTO DELLE RISORSE SUSCETTIBILI DI ATTIVITÀ ESTRATTIVE

4 Aree Protette

Nella presente sezione sono rappresentati il sistema delle aree protette (parchi, riserve, SIC, SIR, ZPS) che interessano l'area di risorsa oggetto di schedatura



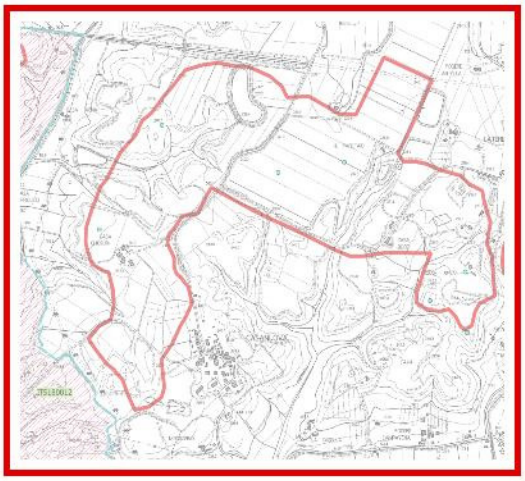
Id	Nome
EUAP0402	Valle dell'Inferno e Bandella (Area Contigua)

Denominazione dell'area protetta

Codice identificativo

Parco o Riserva

Riserve Provinciali



Id	Nome	SIR	SIC	ZPS
IT5180012	Valle dell'Inferno e Bandella	X	X	X

Denominazione dell'area protetta

Codice identificativo

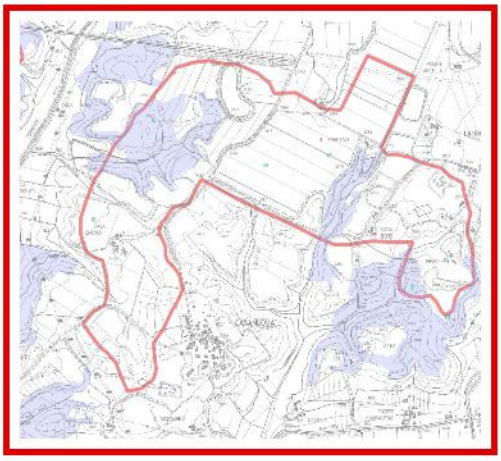
SIC - SIR - ZPS

REGIONE TOSCANA

SCHEDA DI RILEVAMENTO DELLE RISORSE SUSCETTIBILI DI ATTIVITÀ ESTRATTIVE

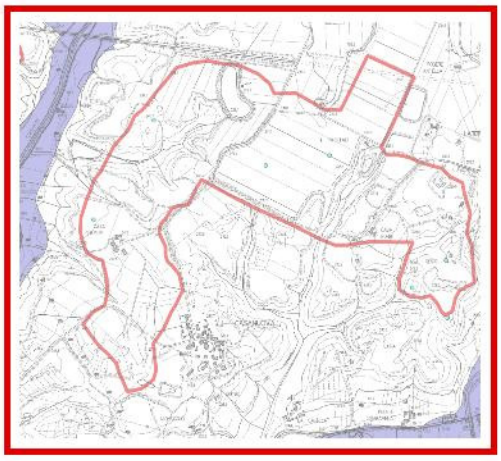
5 Vincoli e Condizionamenti

Nella presente sezione sono rappresentati il sistema della vincolistica e dei condizionamenti di tipo territoriale (Vincolo idrogeologico, pericolosità idraulica, pericolosità geologica, sistemi franosi, ecc) che interessano l'area di risorsa oggetto di schedatura

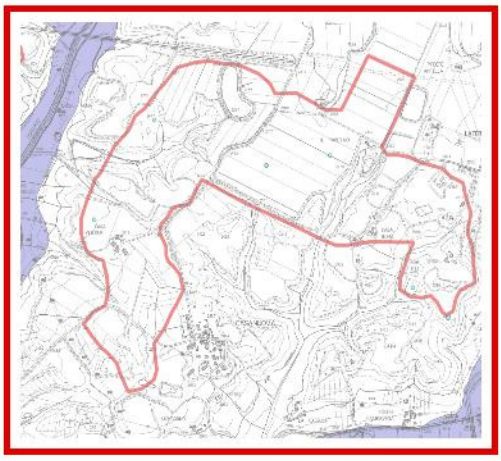


Vicolo Idrogeologico _ R.D. n. 3267/1923 l.r. 39/2000

Pericolosità Geologica (PAI)



Pericolosità Idraulica (PAI)



Pericolosità di Frana (PAI)

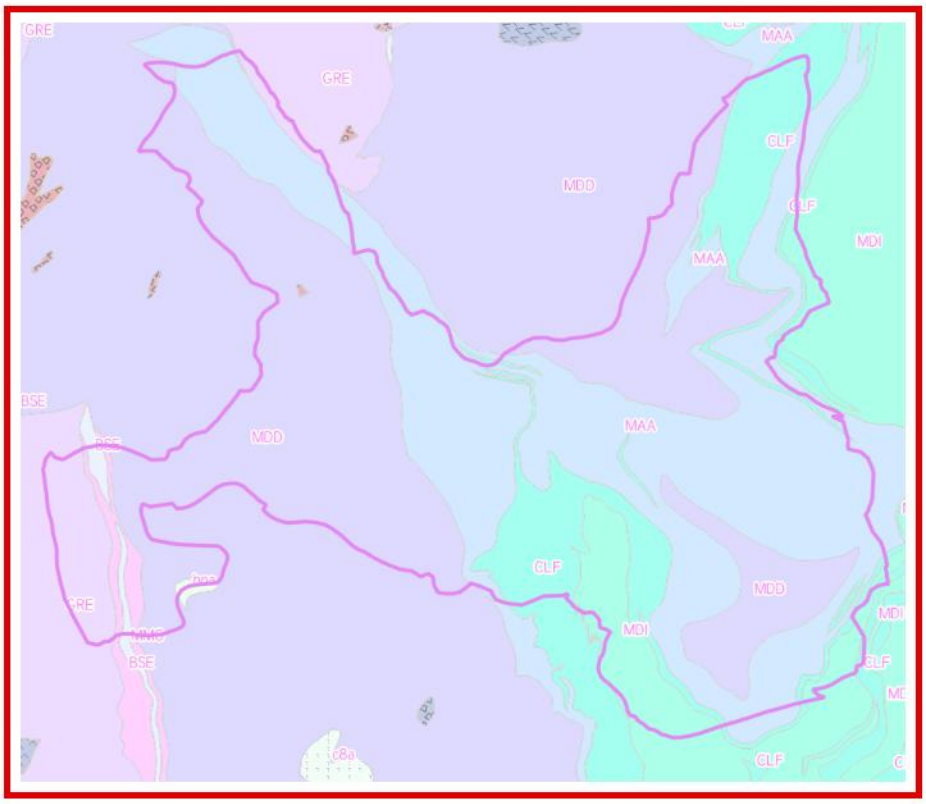
Ulteriori vincoli

REGIONE TOSCANA

SCHEDA DI RILEVAMENTO DELLE RISORSE SUSCETTIBILI DI ATTIVITÀ ESTRATTIVE

6 Geologia

Nella presente sezione è rappresentata la cartografia geologica che interessa l'area di risorsa oggetto di schedatura



Codice	Unità Geologiche e Depositi Superficiali
bna	
BSE	
CLF	
GRE	
MAA	
MDD	
MMG	MARMI A MEGALODONTIDI Marmi saccaroidi, massicci o grossolanamente stratificati, con scarsa muscovite e clorite lungo i giunti di strato. Frequenti molluschi, brachiopodi e lumachelle a megalodonti. Retico

Codice identificativo

Descrizione dell'unità geologica e dei depositi superficiali

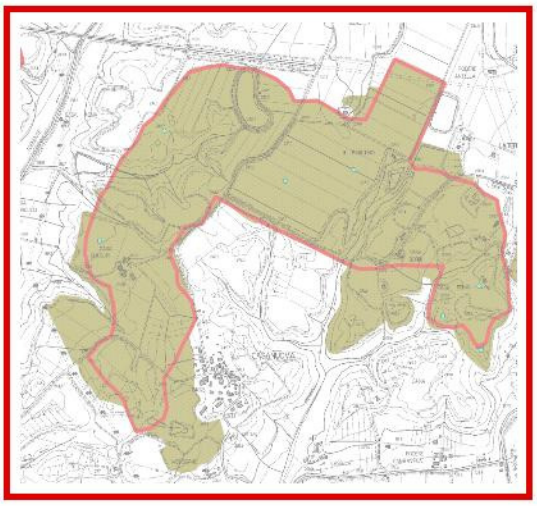
REGIONE TOSCANA

SCHEDA DI RILEVAMENTO DELLE RISORSE SUSCETTIBILI DI ATTIVITÀ ESTRATTIVE

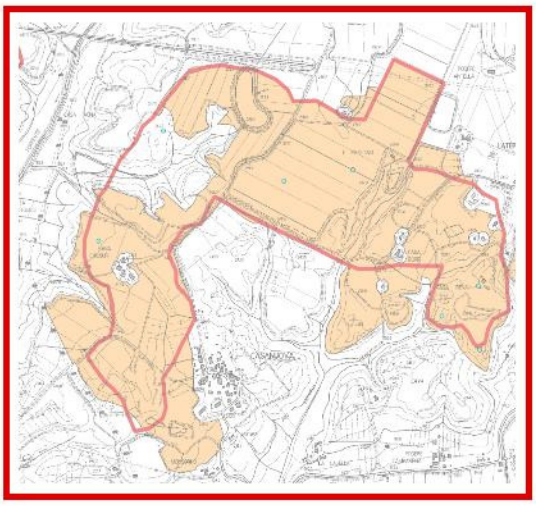
7 Strumenti della Pianificazione Urbanistica e Territoriale

Nella presente sezione sono rappresentate le previsioni della strumentazione provinciale (PAERP, PTCP), comunale (PS, RU) che interessano l'area di risorsa oggetto di schedatura

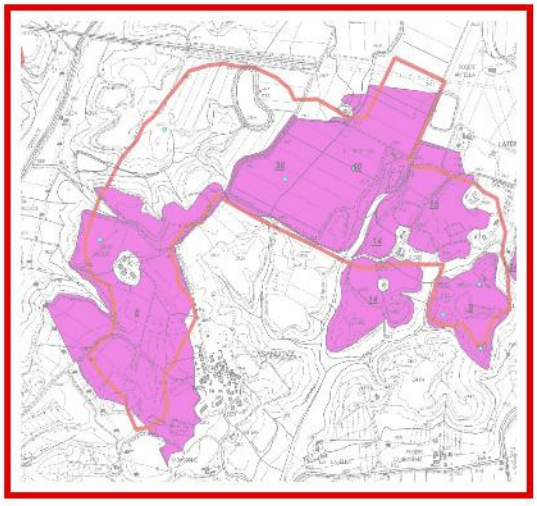
PAERP (DCP .....)



Risorsa



Giacimento



Prescrizioni Localizzative

P.Lo n.	Nome

Codice identificativo

Denominazione dell'area

REGIONE TOSCANA

SCHEDA DI RILEVAMENTO DELLE RISORSE SUSCETTIBILI DI ATTIVITÀ ESTRATTIVE

	Si	No	
PTCP (DCP .....)	X		*Riferimento alla norma specifica o pertinente*
PS (DCC .....)	X		
RU (DCC .....)	X		

Regolamento Urbanistico o PRG

	Si	No	
Adeguamento PRAE/PAERP	X		
Adeguamento ACC		X	

4.3 I siti estrattivi in esercizio e le tipologie dei materiali estratti

Nel panorama nazionale la Toscana rappresenta una delle regioni più importanti per la varietà e per la qualità dei materiali estratti.
Nonostante in termini di produzioni la Toscana negli ultimi sei anni abbia visto il dimezzamento dei volumi estratti, passando da circa 12.650.000 mc estratti nel 2007 a 6.733,000 mc estratti nel 2014, il numero dei siti estrattivi in esercizio colloca la Toscana nella prima metà della classifica nazionale.

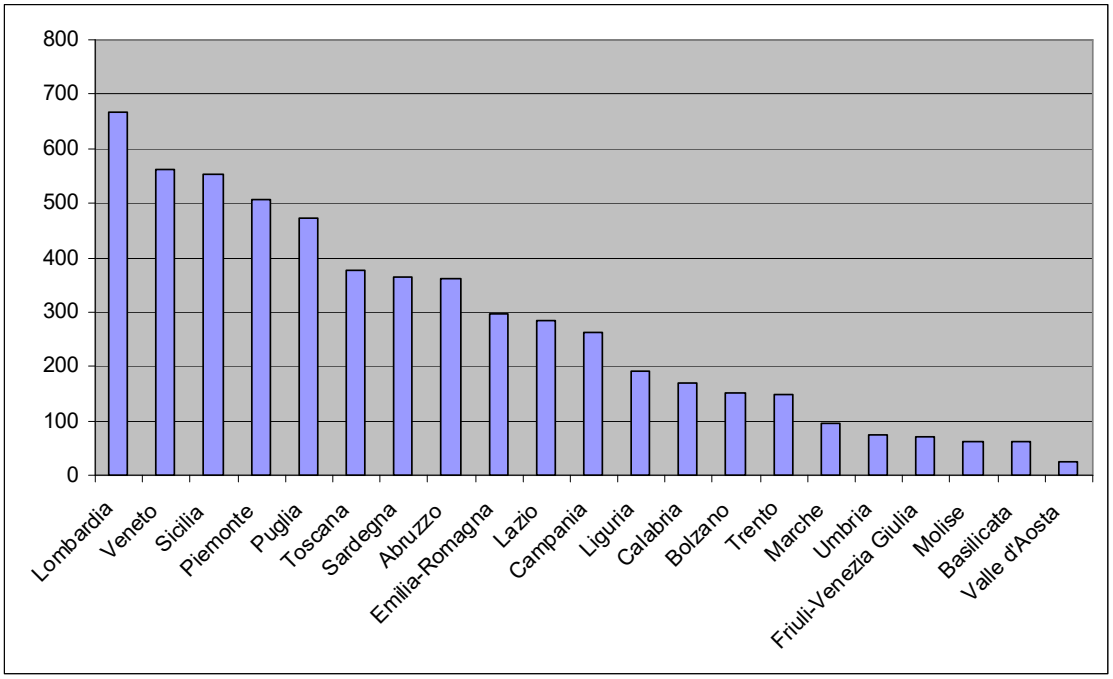


Figura 1: Numero di cave per regione. Fonte ISPRA

In Italia risultano in attività 5.759 cave, delle quali più del 45% concentrate in sole 5 regioni che presentano sul proprio territorio più di 400 cave attive.[4]
Nel contesto nazionale la Toscana si colloca tra le prime dieci in termini di numero di siti estrattivi in esercizio, ma come accennato, assume una posizione apicale in termini di varietà di materiali estraibili, nessun'altra regione italiana può vantare una tale diversità geologica.

Le cave in Toscana nel 2014 risultano essere 384 a fronte delle 393 contate nel 2010, delle 390 nel 2011 e delle 384 nel 2012 e delle 385 del 2013.[5]

[4] Fonte ISPRA, pubblicazione GEOSFERA settembre 2012

[5] La variabilità negli anni del numero delle cave attive può dipendere da vari fattori, primo fra tutti la non coerenza e costanza delle comunicazioni effettuate dai comuni, ma anche dal fatto che alcune autorizzazioni riguardano piani di recupero di siti estrattivi dismessi la cui durata non poteva superare i tre anni per quelle rilasciate prima del 2007, o sei anni per quelle autorizzate dopo il 2007 .
Un altro motivo potrebbe risiedere nel fatto che alcune delle cave computate erano cave di prestito legate ad opere pubbliche che nel frattempo sono state portate a compimento (quanto meno la cava ha raggiunto lo scopo per cui era prevista). A tal proposito si evidenzia l'azzeramento negli ultimi anni delle richieste di apertura di cave di prestito per opere pubbliche.
Ultimo fattore, non di poco conto, è la crisi dell'edilizia e dell'industria che ha avuto come conseguenza la drastica riduzione di richiesta di materiali da costruzione e la riduzione dei fabbisogni dei materiali per usi industriali.

Più della metà delle cave attive in Toscana sono autorizzate per l'estrazione di materiali ornamentali, quelle per materiali da costruzione rappresentano circa un terzo del totale e le rimanenti cave estraggono materiali per usi industriali.

Il maggior numero di cave infatti si rileva nei Comuni di Carrara, Firenzuola, Stazzema, Massa, Rapolano e Sovicille: come noto, le cave ubicate in questi comuni estraggono marmi, arenarie e travertini.

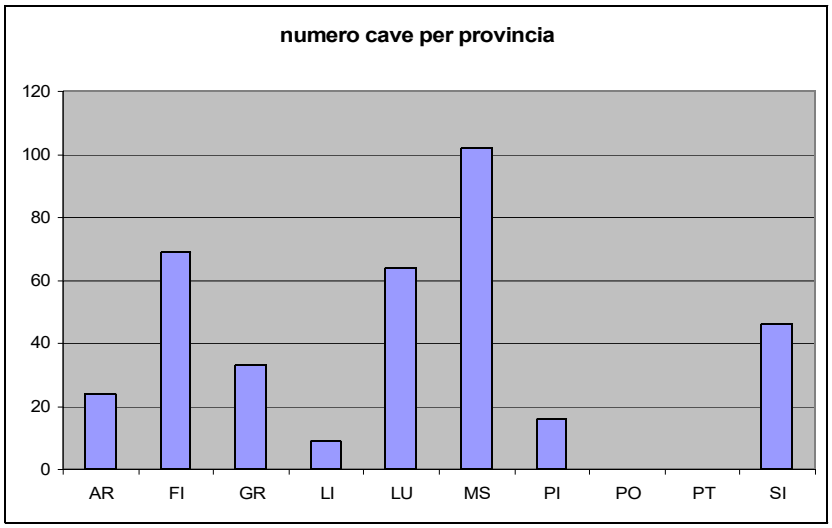


Figura 2: Distribuzione per provincia delle cave in esercizio: Fonte Regione Toscana

I comuni toscani interessati dalla pianificazione del settore estrattivo risultano essere 176. Di questi non tutti hanno una o più cave in esercizio, infatti le 384 cave attive risultano essere ubicate in poco più di cento comuni; i rimanenti comuni sono interessati da previsioni di risorsa, di giacimento o di cave per il reperimento di materiali ornamentali storici ma non sempre è presente un'attività estrattiva in corso.

Le informazioni più recenti, di cui gli uffici regionali dispongono, relative alle cave attive ed alle quantità e qualità dei materiali estratti sono quelle del rilevamento 2015 riguardanti le attività svolte nell'anno 2014.

Le informazioni di seguito riportate sono la sintesi delle comunicazioni ufficiali inviate dai comuni alla Regione. Questi ultimi sono gli enti preposti al rilascio delle autorizzazioni alla coltivazione delle cave e quindi rappresentano il primo anello della catena dei flussi informativi: il comune rappresenta quindi il punto di partenza del flusso di informazioni verso le province e verso la Regione.

Il processo di raccolta dei dati relativi al numero di cave attive sul territorio toscano, alle tipologie e alle quantità di materiale estratto, è un'attività che fa parte dei Programmi Statistici, Nazionale e Regionale e che gli uffici della Regione hanno svolto sin dall'entrata in vigore della l.r. n. 78/1998 ma che ha trovato non poche difficoltà nel suo svolgimento.
Le difficoltà che si sono riscontrate inizialmente derivavano dalla forte eterogeneità terminologica per l'individuazione del materiale estratto, ma a seguito della messa a punto di una scheda di rilevamento appositamente predisposta, tale difficoltà è stata attenuata.
Oggi invece permane l'ostacolo del rendere costanti i flussi informativi; le comunicazioni che giungono in Regione non portato sempre ad una completezza del dato, ovvero non tutti i comuni inviano costantemente le informazioni previste dalla legge regionale.

Il sistema di rilevazione sull'attività estrattiva, come sopra accennato, fa parte del Programma Statistico Nazionale e pertanto, le metodologie utilizzate sono conformi agli standard minimi indicati dall'ISTAT

I dati elaborati sono patrimonio della collettività e vengono diffusi attraverso il sito Internet della Regione Toscana.

Al fine di dare una indicazione di massima delle localizzazioni delle risorse minerarie, distinte per settore merceologico e per tipologia (accorpamento formazionale) e dei comuni interessati dalla pianificazione regionale, si riportano di seguito alcune cartografie derivanti dal PRAER approvato nel 2007.[6]

[6] Come è noto, le autorizzazioni alla coltivazione delle cave sono rilasciate sulla base delle previsioni del PRAE, dei PAERP, nelle aree contigue di cava interne al Parco Regionale delle Alpi Apuane e all'interno degli agri marmiferi dei Comuni di Massa e di Carrara. Il PRAER costituisce riferimento ed indirizzo per la pianificazione delle province.

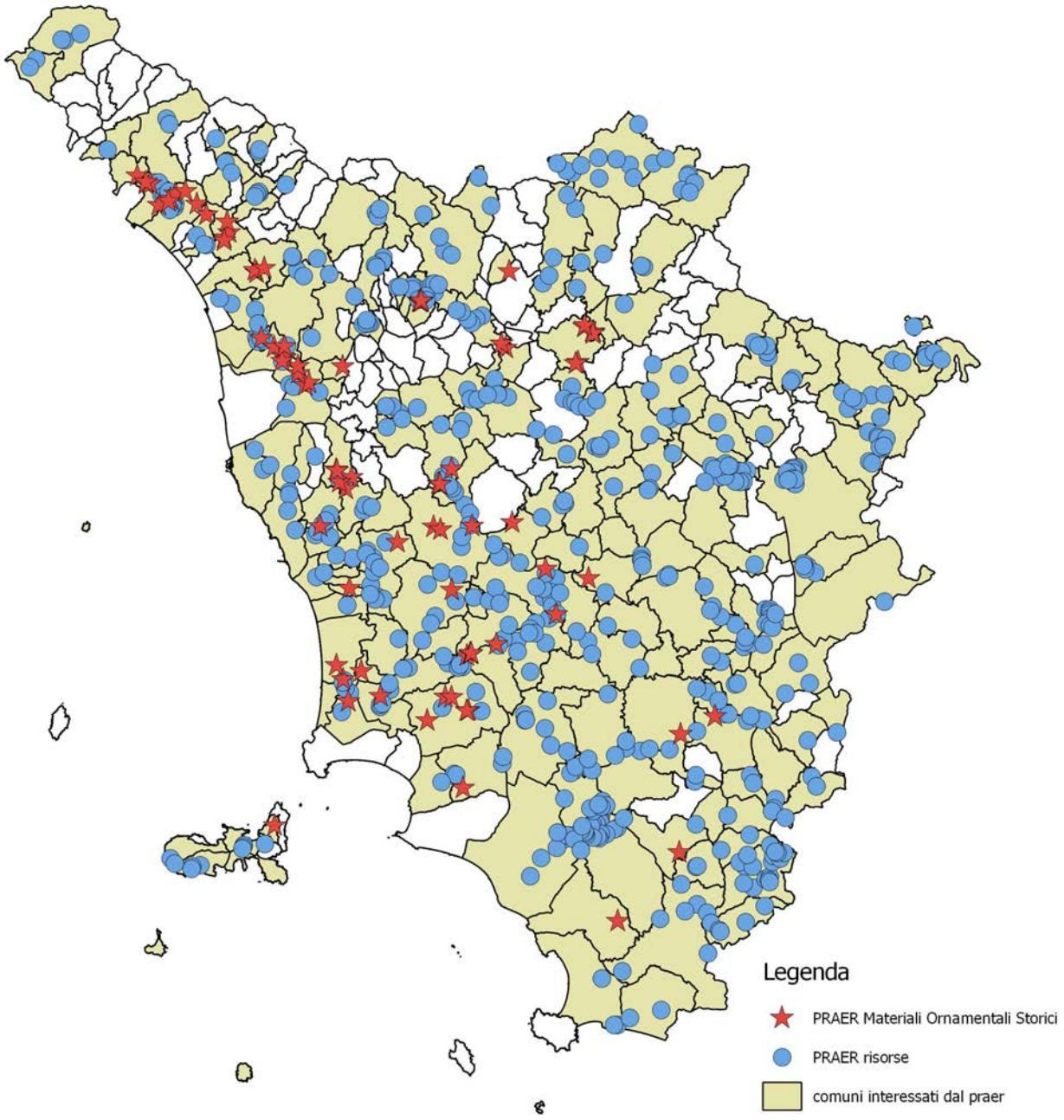


Figura 3: Comuni interessati dal PRAER

Come è noto, sia la previgente l.r. n. 78/1998, sia la recente l.r. 35/2015, classificano i materiali di cava in due settori in funzione della loro destinazione d'uso:

I. materiali per usi industriali e materiali per costruzioni
II. materiali ornamentali

I materiali per usi industriali sono rappresentati principalmente dal calcare, dalle argille per la produzione di laterizi, dal gesso, dalla pomice, ma anche dai refrattari industriali e dalle sabbie silicee come per esempio la dolomite.
Appartengono alla categoria dei materiali per costruzioni le sabbie, le ghiaie ed i pietrischi come il calcare e la dolomite, le lave ed i basalti, il quarzo e la quarzite o la serpentina e tutti quei materiali utilizzati genericamente per realizzare rilevati e riempimenti.

I materiali per usi ornamentali estratti in Toscana sono prevalentemente i marmi, i travertini, i cipollini e le arenarie, vengono estratti in quantitativi ridotti anche i graniti, gli alabastri e la quarzite. Dall'estrazione dei materiali per usi ornamentali e in special modo dal marmo, si ottengono anche sottoprodotti che possono essere reimpiegati in vari modi: i detriti possono essere trasformati in granulati o polveri. Le scaglie bianche e colorate hanno valore per la loro natura chimico-fisica: il

carbonato di calcio trova impiego nell'edilizia, nella chimica, nell'industria cartaria e cosmetica. Le terre e il tout-venant possono essere utilizzate per riempimenti, per rilevati e per sottofondi e drenaggi.

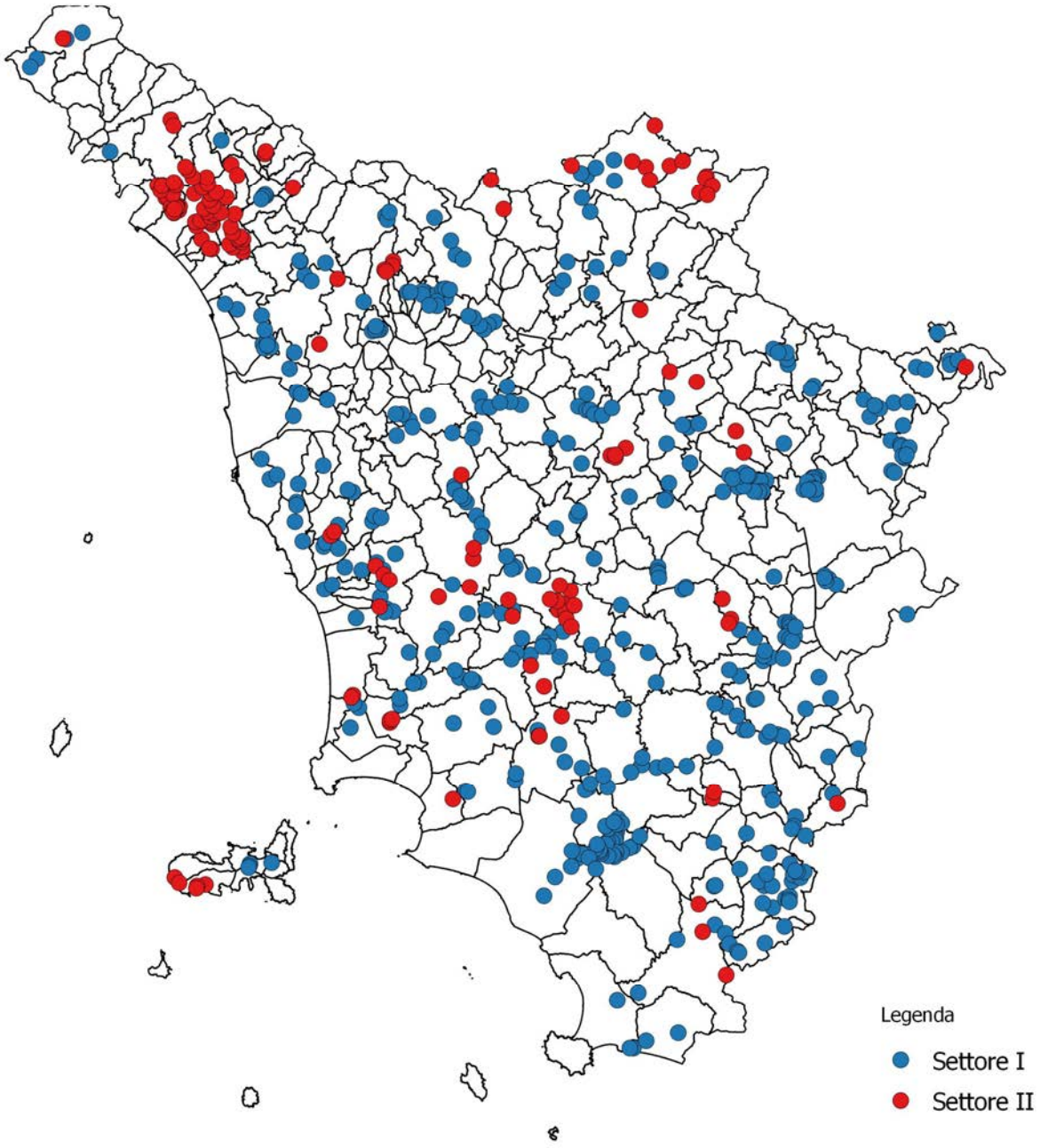


Figura 4: Risorse minerarie distinte per settore. Fonte PRAER 2007

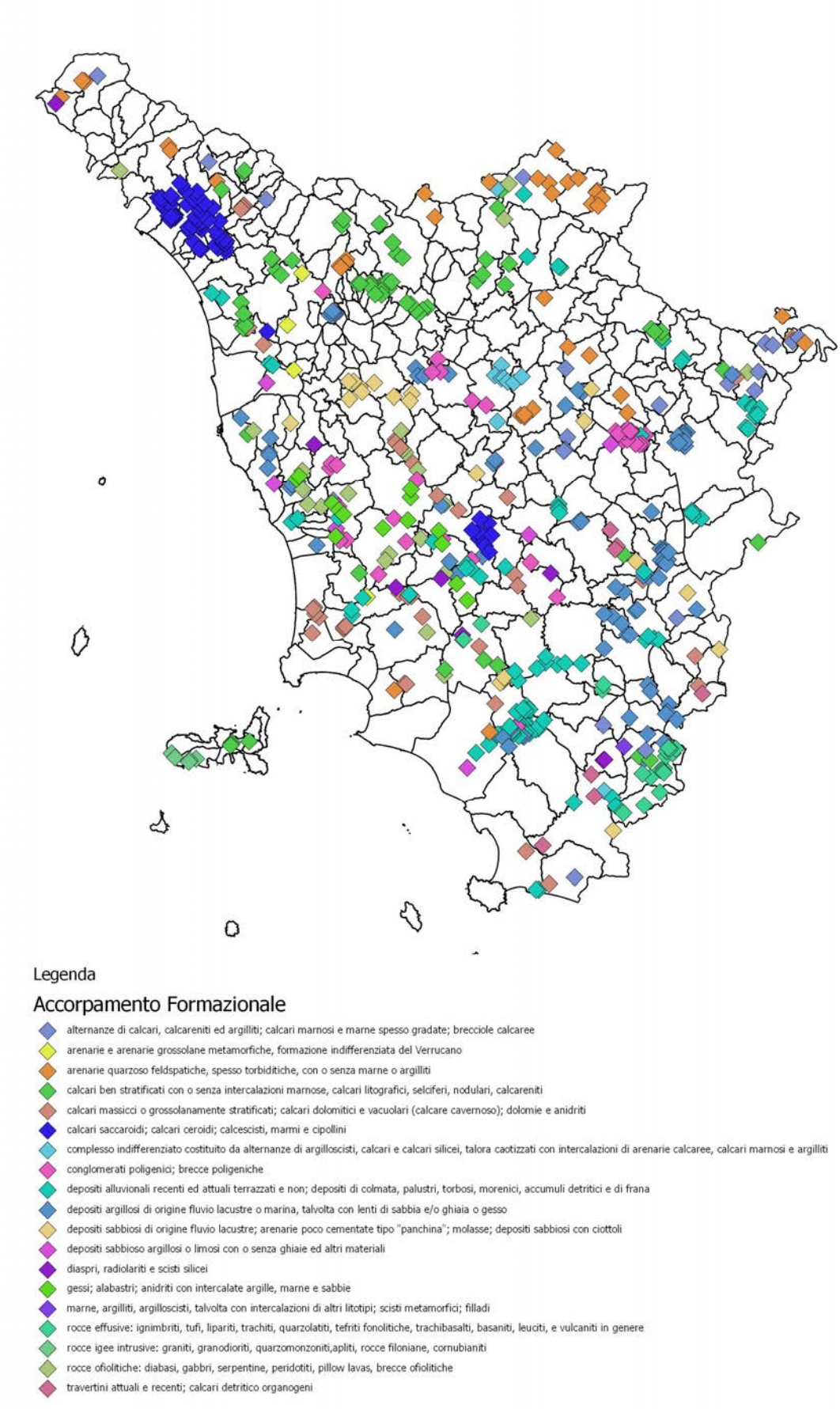


Figura 5: Risorse minerarie distinte per tipologia di materiale (accorpamento formazionale): Fonte PRAER 2007

4.2.1 Le cave di materiali per usi industriali

La tipologia di materiali per usi industriali estratti in toscana è abbastanza esigua: si estrae prevalentemente il calcare per calce o cemento in quantitativi che superano mediamente il milione di metri cubi annui.
Annualmente si estraggono anche 250/300 mila mc di gesso e alabastro gessoso e circa 200 mila mc cubi di argilla per laterizi.

L'estrazione dei materiali per usi industriali ha riscontrato negli ultimi anni una perdita in termini volumetrici superiore al 50%.
Tolta la sabbia silicea che non viene più estratta in Toscana, la maggior riduzione di produzione l'ha riscontrata l'argilla che raggiunge a valori superiori all'80%.

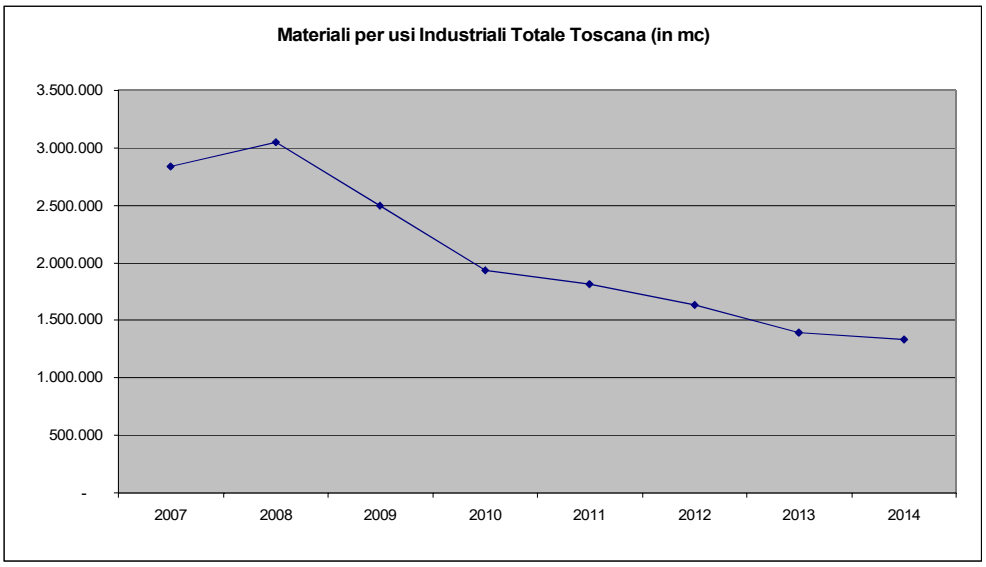


Figura 6: Produzione di materiali per usi industriali. Fonte Regione Toscana

La produzione di materiali per usi industriali è passata da un totale di circa tre milioni di metri cubi estratti negli anni 2007-2008, a poco meno di un milione e mezzo rilevato nel 2014.

La provincia che produce i maggiori quantitativi è quella di Livorno: le cave del campigliese, sebbene abbiano fortemente ridotto le produzioni, rimangono le maggiori produttrici di calcare.
A tal proposito deve essere evidenziato che le cave di Campiglia Marittima e San Vincenzo sono espressamente autorizzate all'estrazione di questo tipo di materiale ma nel contesto regionale subiscono una forte concorrenza da parte dai residui dell'estrazione dei blocchi di marmo apuani.

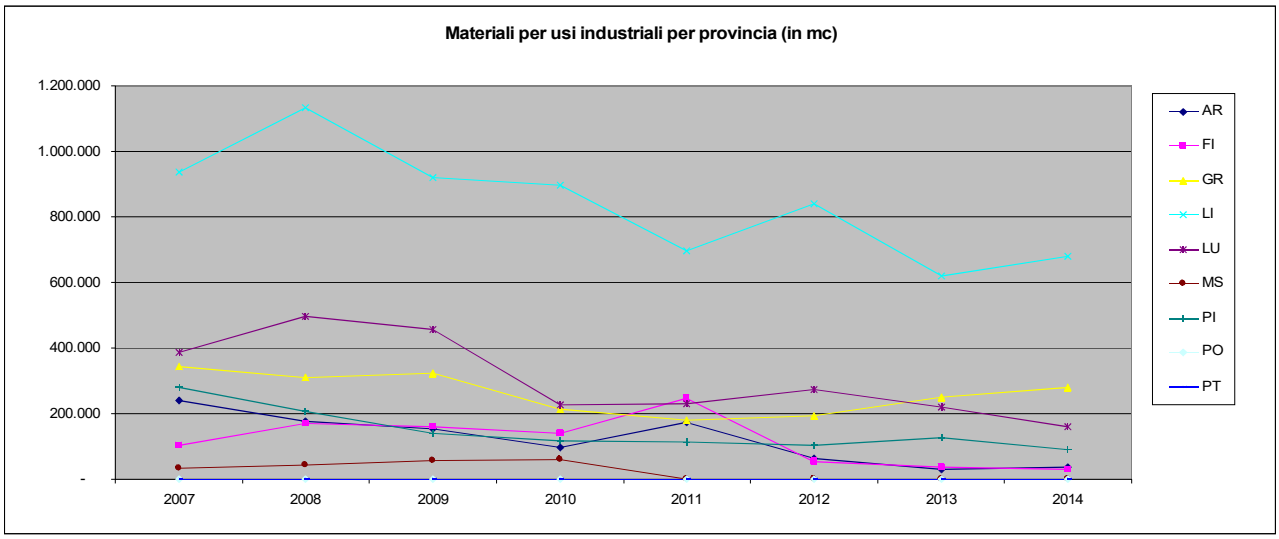


Figura 7: Produzione di materiali per usi industriali per provincia. Fonte Regione Toscana

L'argilla è usata prevalentemente nell'industria laterizia e ceramica per la produzione di terrecotte come mattoni, coppi, tegole, piastrelle e ceramiche per pavimenti. Viene usata anche per la produzione di porcellane, vasi, piatti, tazze. L'argilla espansa viene impiegata per la realizzazione di calcestruzzi leggeri, calcestruzzi refrattari ecc.
La crisi dell'edilizia si riflette in maniera evidente nel segmento delle argille.

I materiali calcarei trovano il più largo impiego nell'edilizia, soprattutto per la produzione di calcestruzzi, intonaci e premiscelati. Nell'industria il calcare viene utilizzato per la desolforazione dei gas di combustione, trova impiego nella raffinazione dei metalli, nella produzione di vetro e nell'industria cartaria.
Il calcare viene utilizzato anche nel settore agroalimentare per la produzione di mangimi, viene utilizzato nell'industria saccarifera e come ammendante per correggere i suoli acidi.

Per quanto riguarda l'estrazione del gesso e dei materiali gessosi le produzioni si concentrano nei Comuni di Roccastrada, di Castellina Marittima e di Gambassi Terme.
Il gesso è una roccia sedimentaria di origine evaporitica formata dalla precipitazione del solfato di calcio attraverso l'evaporazione dell'acqua marina.
Ha la caratteristica di fare presa in pochi minuti ed è di facile lavorabilità. È componente di alcuni tipi di cemento come il Portland o del Clinker (plastici, rapidi, ecc.), viene utilizzato nell'edilizia per la finitura di pareti lisce o con particolari effetti estetici e per sottofondi lisci, è ingrediente di alcuni stucchi.
In arte il gesso è usato per la realizzazione di calchi, modelli e statue.
Le attività industriali più importanti legate alla lavorazione del gesso sono quelle relative alla produzione di sistemi costruttivi a secco quali pannelli prefabbricati di cartongesso ed isolanti.

4.2.2 Le cave di materiali per costruzione

Sebbene negli ultimi anni l'estrazione di materiali per costruzioni abbia più che dimezzato le produzioni, questo settore rappresenta ancora in assoluto la parte più rilevante delle attività estrattive toscane in termini di volumi di materiale estratto.
Da quasi sette milioni di metri cubi prodotti nel 2007, si è passati nel 2014 a circa tre milioni e mezzo di metri cubi.

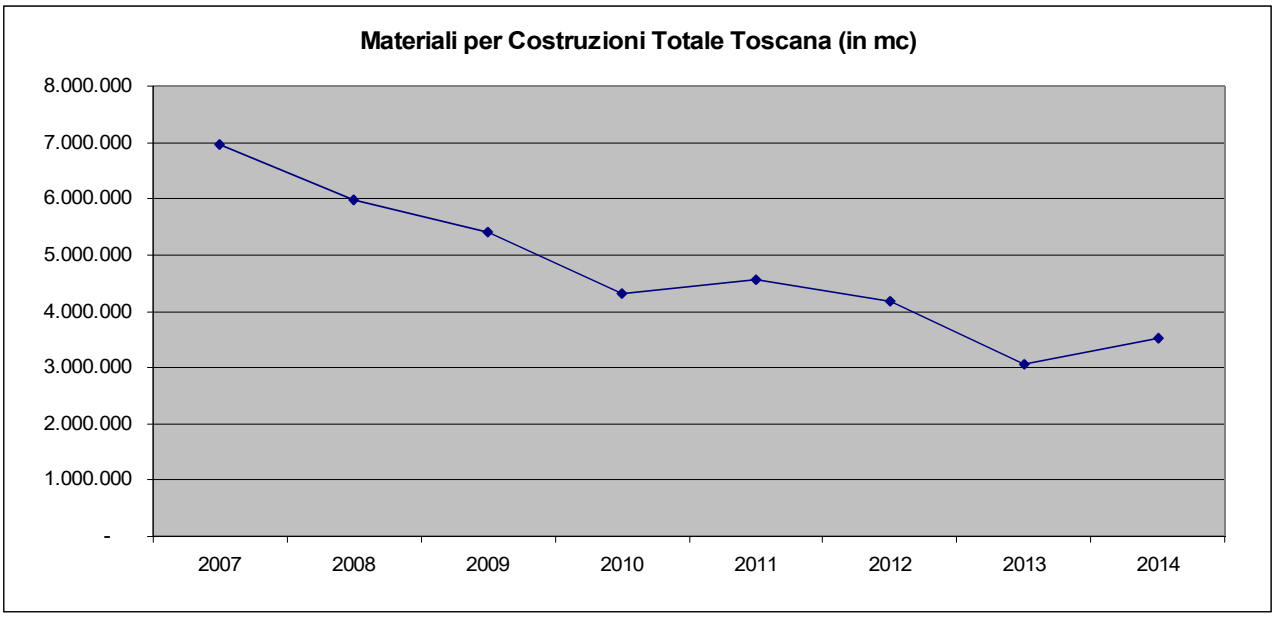


Figura 8: Produzione di materiali per costruzioni. Fonte Regione Toscana

Le maggiori produzioni di questo segmento sono rappresentate dai materiali calcarei e dalle sabbie e dalle ghiaie; quest'ultime vedevano nel 2007 produzioni superiori ai tre milioni di metri cubi e oggi invece superano di poco il milione.

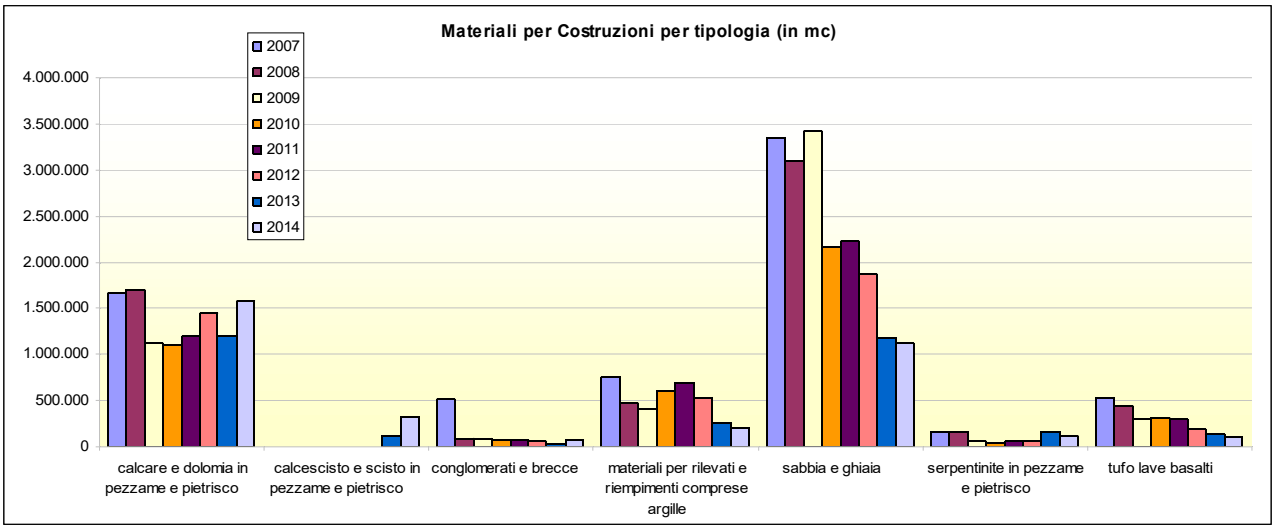


Figura 9: Produzione di materiali per costruzioni per tipologia per anno. Fonte Regione Toscana

Il Calcare in pezzame, destinato al settore delle costruzioni, conta produzioni che si aggirano intorno ad una media di 1.300.000 mc annui ma anch'esso, negli ultimi anni, ha ridotto di quasi un terzo i quantitativi estratti.

Le province di Lucca, Grosseto e Livorno sono le maggiori produttrici di materiali per costruzioni, ma nessuna spicca sulle altre.
Le cave più importanti sono quelle di Pescaglia in provincia di Lucca, quelle di Monte Calvi e di Monte Valerio nel Comune di Campiglia Marittima con produzioni superiori a 200.000 mc annui,

seguono poi un'altra decina di cave con produzioni comprese tra i 50 ed i 200 mila mc annui, e poi a seguire, circa sessanta cave con produzioni che non raggiungono i 50 mila mc annui.
In questo contesto si evidenzia il piano di recupero dei Renai di Signa che apporta più di 100.000 mc annui di sabbia e ghiaia.

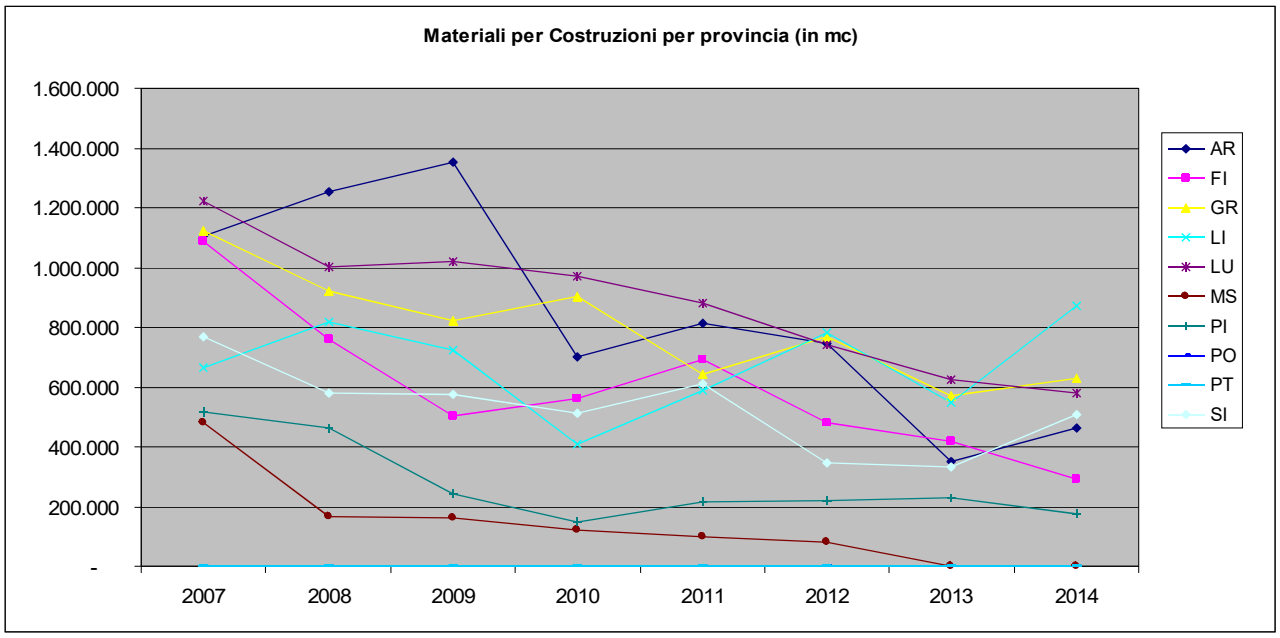


Figura 10: Produzione di materiali per costruzioni per provincia per anno. Fonte Regione Toscana

4.2.3 Le cave di materiali per usi ornamentali

Come si è anticipato in premessa, le cave di materiali per usi ornamentali sono in maggior numero rispetto a quelle autorizzate alla coltivazione di materiali per usi industriali o per costruzioni.
In questo segmento le cave di rocce metamorfiche dell'area Apuo-Versiliese determinano una forte distanza nei grafici rappresentativi sia del numero delle cave per provincia, sia delle produzioni annue.

È evidente che le circa 80 cave del Comune di Carrara, sommate alla decina di cave ubicate nel Comune di Massa, determinano la predominanza della provincia apuana sulle altre province toscane, contribuendo con il 74 % della produzione sul totale regionale.

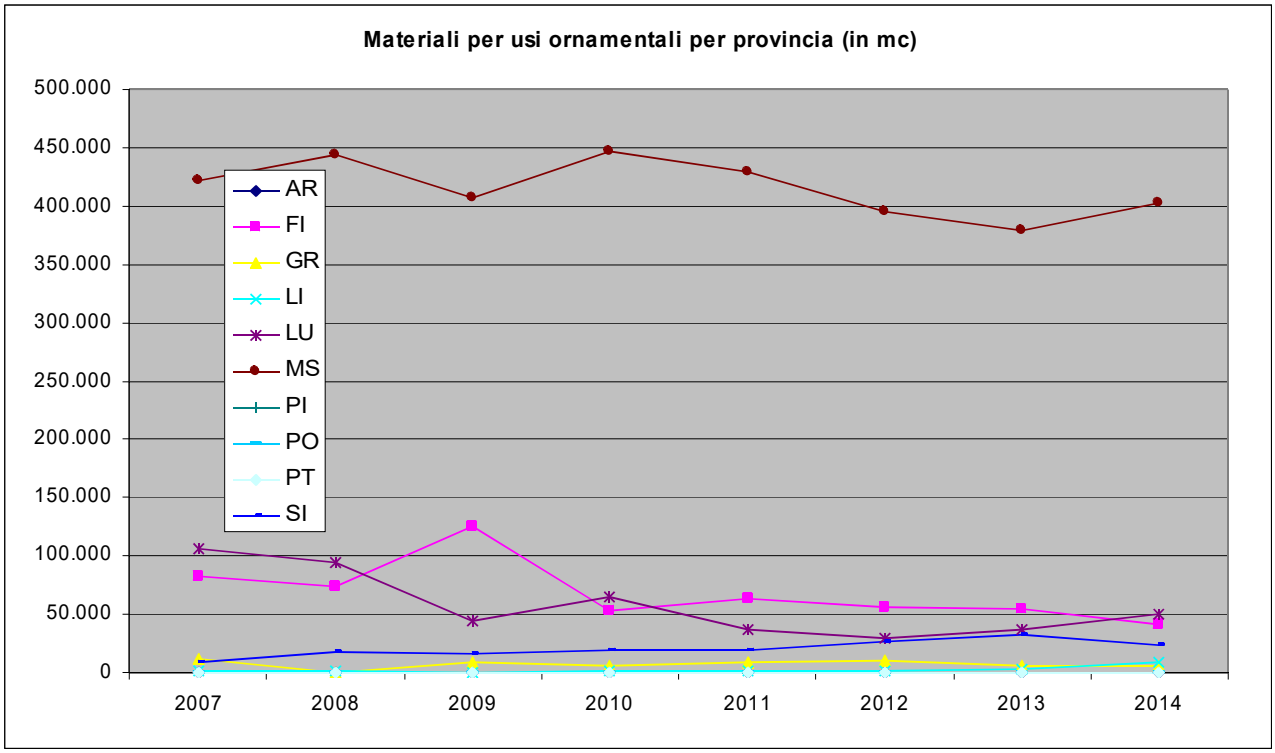


Figura 11: Produzioni materiali per usi ornamentali per provincia per anno. Fonte Regione Toscana

In termini di volume di produzione, gli oltre 400 mila mc di marmo in blocchi estratti prevalentemente nelle Province di Massa-Carrara e Lucca rappresentano l'82% del totale dei materiali ornamentali, le arenarie di Firenzuola incidono per un 12% ed il travertino rappresenta il 5% dell'ornamentale estratto annualmente in Toscana.

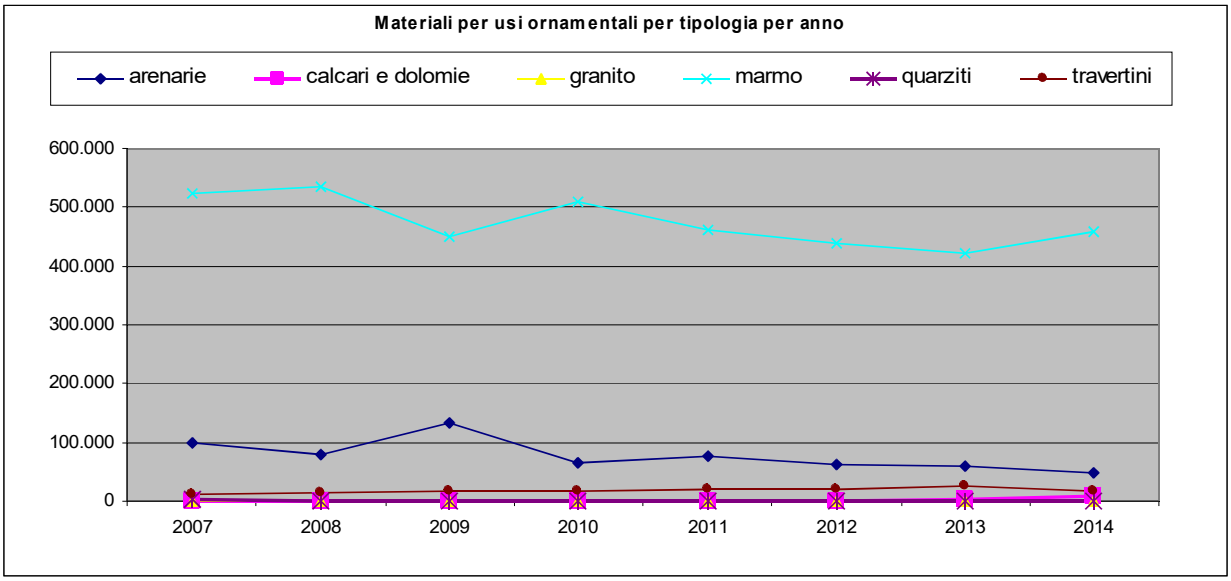


Figura 12: Produzioni di materiali per uso ornamentale per tipologia per anno. Fonte Regione Toscana

Eccettuate le cave nei Comuni di Castelnuovo Garfagnana, Molazzana e Pescaglia che ricadono al di fuori del parco delle Alpi Apuane e la cava Malbacco nel Comune di Seravezza che ha terminato la coltivazione alla fine dell'anno 2009 – anch'essa esterna al perimetro del Parco – le cave dell'ambito Apuo-Versiliese sono autorizzate alla coltivazione di materiali per usi ornamentali. Ciononostante, dall'estrazione dei marmi si producono inevitabilmente dei derivati (scaglie) che contribuiscono in maniera significativa alla produzione totale di materiali per l'industria e per le costruzioni.

A tal proposito risulta utile citare gli indirizzi del Piano Regionale per le Attività Estrattive, che prevedono che l'utilizzazione della risorsa lapidea debba essere tesa alla massima valorizzazione dei materiali.
I quantitativi minimi da destinarsi alla trasformazione in blocchi, lastre ed affini per i marmi dell'area apuana, esterni alla competenza del Parco, non dovrebbero essere inferiori al 25% della produzione complessiva di progetto.
Per tutti gli altri materiali ornamentali, caratterizzati generalmente da minore compattezza, la suddetta percentuale non dovrebbe essere inferiore al 20%.[7]
Spetta ai Comuni, in sede di rilascio dell'autorizzazione, incrementare tale percentuale ove, dagli approfondimenti progettuali, ne emergesse la possibilità.

7 DCR 27/2007 PRAER, Allegato 1, Elaborato 2, Parte II, Punto 2



Figura 13: Rapporto produzioni materiale ornamentale e derivati. Fonte Regione Toscana

La figura sopra riportata evidenzia una forte variabilità delle produzioni all'interno di ogni provincia. Ciò è imputabile probabilmente alla diversa impostazione dei progetti di coltivazione che prevedono fasi e tempi di lavorazione diversi negli anni.

Dagli ultimi rilevamenti si può vedere che nelle cave della provincia di Massa Carrara e di Firenze il rapporto blocco/scarto si avvicina alla soglia di indirizzo prevista dal PRAER senza raggiungerla.
La provincia di Lucca è sempre rimasta sopra la soglia del 25% raggiungendo negli ultimi due anni valori piuttosto alti, così come la provincia di Siena che negli ultimi anni ha aumentato notevolmente la tendenza alla valorizzazione della risorsa lapidea.
Nella provincia di Grosseto il suddetto rapporto supera abbondantemente in senso positivo le percentuali previste dal PRAER.

Nella provincia di Pistoia è presente una sola cava nel Comune di Pescia che ha produzioni di arenaria piuttosto esigue rispetto alle altre cave di materiali ornamentali della Toscana.
La cava di calcare per usi ornamentali della provincia di Livorno, ubicata nel Comune di Suvereto, produce pochissimi blocchi e quella di granito nel Comune di Campo nell'Elba assume il carattere di attività artigianale più che industriale.

La variabilità negli anni e gli scostamenti rinvenibili in questa figura, potrebbero essere ricondotti anche al fatto che la percentuale del 20 o 25 % del materiale da destinarsi alla produzione di blocchi, lastre ed affini, è stata introdotta nell'anno 2007 con l'approvazione del PRAER, quando molte attività erano già state autorizzate.
Una valutazione precisa potrà essere fatta solamente al termine di validità delle autorizzazioni già rilasciate, andando ad analizzare ogni singolo progetto per sapere se nell'intero periodo di lavorazione, le percentuali saranno state rispettate.

L'esubero degli scarti dei materiali ornamentali rilevato potrebbe essere imputato anche alla messa a regime della intervenuta normativa nazionale in materia di terre e rocce da scavo e di rifiuti di estrazione che ha introdotto precise norme per l'utilizzo dei residui.
L'intervenuta normativa potrebbe aver cambiato in alcuni casi lo status giuridico e le modalità di impiego del materiale in esubero.

4.3 La stima delle quantità dei materiali riutilizzabili e assimilabili

La l.r. 35/2015 attribuisce al PRC il compito di pianificare il settore minerario di seconda categoria nell'ottica della tutela, della valorizzazione, e del miglior utilizzo dei materiali di cava.
In una prospettiva di sviluppo durevole e sostenibile, il PRC privilegerà il riutilizzo dei residui derivanti dalle attività estrattive stesse e l'incentivazione al riuso e utilizzo dei materiali assimilabili.

Per materiali riutilizzabili ed assimilabili si intendono quei residui e/o rifiuti derivanti da altre attività che sono suscettibili di riutilizzo e/o recupero, nonché i materiali riciclati derivanti dal recupero di rifiuti inerti, che per la loro possibilità di impiego possono essere assimilati ed utilizzati in sostituzione di quelli naturali.

Obiettivo della legge regionale e del piano regionale cave sarà quindi quello di pianificare l'estrazione dei materiali utili a soddisfare i fabbisogni dell'industria e del settore delle costruzioni, per questi ultimi si pianificherà la produzione di inerti e dei materiali ornamentali.
Relativamente ad ogni tipologia di materiale si terrà conto della possibilità di impiegare materiali assimilabili in sostituzione dei materiali di nuova estrazione.

In considerazione del fatto che i materiali rinvenibili in natura rappresentano una risorsa non rinnovabile, se le esigenze dell'industria e delle costruzioni potranno essere soddisfatte con l'impiego dei materiali riciclati e/o recuperabili il PRC valuterà l'approvvigionamento di inerti tenendo conto anche della reale disponibilità dei materiali riutilizzabili e assimilabili e conseguentemente provvederà a ridurre i quantitativi derivanti da nuova estrazione.

Inoltre, al fine di minimizzare gli impatti sul territorio, i fabbisogni regionali di inerti potranno essere soddisfatti attraverso il completamento delle cave già attive o aperte nel passato che ancora non risultano essere completate o ripristinate e che possono produrre materiali utili.

Nell'ottica della tutela del territorio e dei minerali, risulta indispensabile che il PRC sia redatto tenendo conto delle previsioni del piano regionale di gestione dei rifiuti, in particolare della stima degli apporti che possono essere forniti tramite l'impiego di materiali riciclati e/o recuperabili ottenuti dal recupero di rifiuti non pericolosi provenienti da altre attività.

ARRR, a supporto del quadro conoscitivo relativo al PRC, svilupperà uno studio aggiornato sui flussi di produzione e gestione, sulla mappatura degli impianti autorizzati alla gestione dei rifiuti da Costruzione & Demolizione (C&D) Non Pericolosi esistenti in Toscana e sulla produzione di aggregati riciclati per evidenziare le connessioni con le filiere di riferimento dove i prodotti riciclati potrebbero trovare impiego in un' ottica di sviluppo e applicazione delle linee di azione prioritarie dell'Unione Europea relative all'Economia Circolare.
Lo studio avrà come scopo principale quello di fornire:

- un quadro di ricognizione aggiornato circa gli aspetti quali-quantitativi stimati della produzione e gestione di rifiuti inerti da C&D non pericolosi a livello regionale e per sub aggregazioni provinciali/ATO. In questa fase specifica della ricerca sarà svolta un'elaborazione dei dati documentali più recenti disponibili derivabili dalle dichiarazioni MUD (Modello Unico di Dichiarazione Ambientale) al fine di rilevare i flussi di produzione e gestione dei rifiuti inerti da C&D non pericolosi. Tale elaborazione sarà svolta su base regionale e provinciale.
- una ricognizione degli impianti tecnologicamente idonei al trattamento/valorizzazione di rifiuti inerti da C&D finalizzato al recupero di frazioni inerti. L'elenco degli impianti autorizzati al trattamento dei rifiuti inerti da C&D in Toscana, aggiornato agli ultimi dati disponibili, sarà elaborato a partire dalle informazioni contenute nel Catasto Impianti di gestione rifiuti, banca dati messa a punto, aggiornata e gestita dal Sistema Informativo Regionale Ambientale (SIRA).
- un'elaborazione dei dati documentali più recenti disponibili derivabili dalle dichiarazioni MUD al fine di rilevare i flussi di produzione di rifiuti speciali non pericolosi derivanti dal settore estrattivo e produttivo e potenzialmente avviabili a recupero nel settore delle costruzioni e nelle attività di recupero ambientale secondo le indicazioni del DM 5/2/98. Tale elaborazione sarà svolta su base regionale e provinciale.

Gli obiettivi di produzione sostenibile rappresentano uno dei contenuti del PRC da trasmettere alla pianificazione comunale di settore, e quindi tali obiettivi saranno stabiliti in relazione alle reali necessità di far fronte ai fabbisogni, tenendo conto della quota stimata di materiale riutilizzabile e assimilabile che il settore dei rifiuti stimerà come disponibile ed impiegabile.

4.4 Le cave di reperimento dei materiali ornamentali storici

La l.r. 35/2015 definisce quali cave per il reperimento di Materiali Ornamentali Storici (MOS) quei siti estrattivi individuati dal Piano Regionale Cave e dedicati esclusivamente al reperimento di materiali ornamentali da taglio, indispensabili per il restauro, la manutenzione e la conservazione dei monumenti e delle opere pubbliche o per interventi prescritti dalle soprintendenze.

La conoscenza del tema delle cave per il reperimento di materiali ornamentali storici è da ritenersi di particolare importanza ed utilità per localizzare quei siti capaci di soddisfare i fabbisogni del recupero edilizio e del restauro monumentale.

Per la prima volta in Toscana, con il PRAER del 2007, è stato redatto ufficialmente uno studio di questo particolare settore interno all'ambito delle attività estrattive.
Il Punto 5 – *Cave e zone di reperimento di materiali ornamentali storici* – della Parte I del piano regionale, contenente indirizzi e prescrizioni per la redazione dei PAERP, prevede che le zone di reperimento di materiali ornamentali storici, rappresentino i siti di cave inattive utilizzate per interventi architettonici che hanno acquisito valore storico o ambientale.
Tali siti rappresentano una risorsa per il reperimento di materiali unici, indispensabili per il restauro dei monumenti.
Prevede anche che le Province possono approfondire il quadro conoscitivo e individuare specifici indirizzi rivolti ai Comuni.

Il Punto 3 della Parte II del PRAER, contenente prescrizioni e criteri per l'adeguamento della pianificazione comunale, prevede che i comuni possono autorizzare specifici prelievi di materiale se la necessità di approvvigionamento è esplicitamente richiamata nel progetto di restauro di un monumento. Il progetto di restauro deve contenere, oltre alla volumetria richiesta, anche le modalità da adottarsi per l'estrazione ed il successivo ripristino dei luoghi interessati dall'escavazione e dal transito dei mezzi utilizzati.

L'Allegato F del PRAER sviluppa il tema avendo come finalità quella di fornire un quadro conoscitivo sulla presenza e sulla storia dei materiali litoidi toscani e, ove possibile, di individuare quei siti di escavazione di materiali utilizzati nel passato per la realizzazione dei monumenti.

Di questi siti, censiti e localizzati dal PRAER, è stata valutata anche la possibilità di un'eventuale riattivazione al fine di fornire, anche saltuariamente, quelle quantità di materiali che risultassero utili al restauro monumentale o al recupero edilizio.

La ricerca effettuata in ambito del PRAER si era basata su ricerche bibliografiche e su fonti documentarie acquisite presso le Università, le Sovrintendenze, il CNR, le Diocesi, gli Enti e le Amministrazioni pubbliche e presso i soggetti privati, oltre alle conoscenze dei professionisti redattori del piano.

L'allegato F del PRAER evidenzia anzitutto i principali materiali di tipo ornamentale utilizzati nel tempo per la realizzazione di monumenti: il marmo in forma prevalente, ma anche gli alabastri di Volterra, le arenarie e i travertini di Rapolano.
I marmi bianchi di Carrara, quelli gialli della Montagnola Senese, il granito dell'Elba e gli alabastri hanno avuto una forte diffusione in aree geografiche ampie e sono stati esportati anche in luoghi lontani rispetto ai siti di estrazione. Invece altri tipi di materiali come per esempio l'arenaria tipo macigno ed altre pietre similari i cui affioramenti sono abbondanti nel territorio regionale e nazionale, hanno avuto prevalentemente un uso locale.

Lo studio svolto nel PRAER ha individuato 82 località in cui è stato reperito materiale ornamentale di carattere storico, ed ha privilegiato nella ricerca quei materiali a grande diffusione citati sopra, non tralasciando comunque i principali materiali impiegati in usi locali.

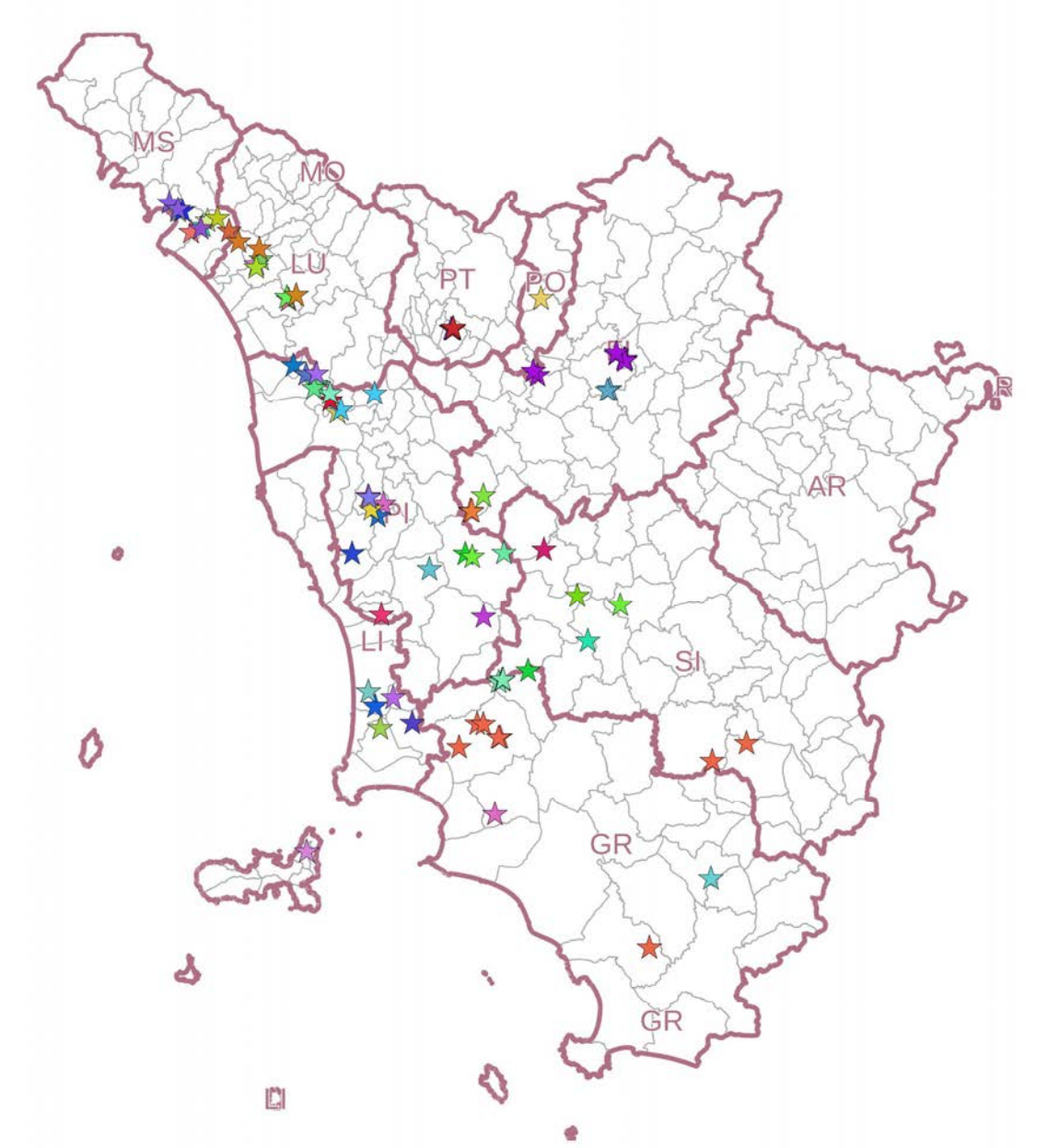
Nelle 82 località individuate sono stati localizzati 84 siti estrattivi coltivati nel passato: nove nella provincia di Firenze per l'estrazione di Pietra serena, Pietraforte e Onice. Tredici nella provincia di Grosseto per l'estrazione di travertino e calcare colorato; sei nella provincia di Livorno per l'estrazione di calcare colorato e marmi di Campiglia; nove nella provincia di Lucca per l'estrazione prevalentemente di marmi colorati; dieci nella provincia di Massa Carrara per l'estrazione prevalente di marmi bianchi e venati; ventidue nella provincia di Pisa per l'estrazione di vari materiali, tra cui calcari, marmi, alabastro e quarziti; cinque nella provincia di Pistoia per l'estrazione di calcare nero e rosso; due nella provincia di Prato per l'estrazione di serpentino e macigno; sei nella provincia di Siena per l'estrazione prevalentemente di travertini.

Si evidenzia che negli studi del PRAER, nella provincia di Arezzo non compaiono cave per il reperimento dei materiali ornamentali storici, ma che a seguito della redazione del PAERP, la stessa provincia ha rilevato tre siti di materiali di elevato pregio e d'interesse storico-artistico da destinare ad interventi di restauro o di manutenzione di strutture d'interesse culturale.
Tali siti sono ubicati nei Comuni di Loro Ciuffenna, Sansepolcro e Sestino.

I materiali indagati nell'Elaborato F del PRAER, pur non coprendo l'intera produzione Toscana, rappresentano bene i litotipi che hanno caratterizzato in passato la produzione regionale.

I siti di produzione dei materiali ornamentali storici sono stati classificati dal PRAER in base ai gruppi di materiali aventi caratteristiche tecnologiche e giaciturali simili e suddivisi nelle classi

petrografiche principali, all'interno di ogni classe sono stati raggruppati i materiali in base a criteri di formazione geologica di appartenenza.
Per ogni classe petrografica sono state descritte le caratteristiche geolitologiche, le aree di affioramento, le caratteristiche ornamentali, le zone d'estrazione e l'uso.
I siti di estrazione sono riportati quindi nella parte descrittiva dei capitoli riguardanti la classe petrografica e l'individuazione delle aree di affioramento dell'Allegato F del PRAER. Conseguentemente sono stati elencati nelle tabelle finali dello stesso Allegato e localizzati su cartografia IGM 1:25.000 con la sigla ST.



PRAER

Materiali Ornamentali Storici (MOS)

- Alabastro
- Aren. e sabbie cementate
- Bardiglio Fiorito
- Brecce di Agnano
- Brecce di Caprona
- Brecce di Seravezza
- Breccia Arlecchina
- Breccia di Seravezza
- Breccia Fior di Pesco
- Broccatello della Gherardesca
- Calc. detr., aren. sabbie
- Calc. organ. e sabbie
- Calcare cavernoso
- Calcare chiaro
- Calcare nero-bianco di Suvereto
- Calcari
- Calcari organogeni e sabbie
- Giallo S. Croce
- Marmi
- Marmi di Campiglia
- Marmi di S. Giuliano
- Marmo bianco venato
- Marmo brecciato rosso
- Marmo cipollino
- Marmo nero
- Nero di Colonnata
- Nero di Monsummano
- Nero di Montieri
- Nero di Pescaglia (Portoro)
- Onice Calcareo
- Panchina
- Pietra da Torri
- Pietra di Montaione
- Pietra lavica
- Pietra serena
- Pietraforte
- Portasanta
- Portoro - Castelpoggio
- Quarziti bianco-rosa
- Quarziti verdi
- Rocce effusive massive
- Rosso ammonitico
- Rosso Ammonitico di Casciana Terme
- Rosso Avane
- Rosso di Camaiore
- Rosso di Castelpoggio
- Rosso di Monsummano
- Rosso di Monsummano (Marne del Sugane)
- Rosso di Montieri
- Rosso di Pescaglia
- Rosso di Sassetta
- Rosso perlato Amiata
- Sabbie Plioc. Ricementate
- Travertino
- Travertino Antico
- Travertino bianco
- Tufo cementato
- Verde Prato

Figura 14 Localizzazione dei MOS - Fonte PRAER 2007, Allegato F

Rispetto alle prime individuazioni effettuate dal PRAER, le province che hanno approvato il PAERP hanno effettuato approfondimenti conoscitivi sul territorio di competenza che hanno portato ad alcune diverse localizzazioni rispetto al Piano regionale.
In estrema sintesi si rileva che la Provincia di Arezzo, come sopra accennato, ha individuato tre nuovi siti; la Provincia di Siena rispetto al PRAER ha stralciato l'area "Bagno Vignoni" nel Comune di San Quirico d'Orcia ed ha inserito una nuova area in località Vallerano nel Comune di Murlo.
Il PAERP della Provincia di Pisa prevede lo stralcio dei due siti individuati dal PRAER con le sigle ST 707 VI 2 di Casciana Terme e ST 717 I 2 5 di Lari in quanto in essi ricadono due captazioni idriche ad uso acquedottistico. Lo stesso Piano non recepisce due siti previsti nel Comune di Buti (Tanali e Crespignano) e neppure quello di Agnano nel Comune di San Giuliano Terme. Al fine di colmare la mancanza di previsioni di cave di questo materiale che storicamente è stato molto usato, il PAERP ha individuato una piccola area priva di vincoli nei pressi di Sant'Ermo nel Comune di Casciana Terme.
La Provincia di Grosseto ha rivisto l'ubicazione dei siti individuati dal PRAER ed ha valutato l'opportunità di riconfermarli; ha inoltre considerato la loro integrazione con altri tipi di litologie di pregio. È stata evidenziata inoltre l'esistenza di altri potenziali punti di approvvigionamento da siti dismessi, questi sono stati censiti nell'elenco delle cave dimesse e abbandonate.
In totale il PAERP di Grosseto ha integrato le conoscenze di questo settore con ulteriori dieci siti.
Il PAERP della Provincia di Livorno individua nel proprio quadro conoscitivo quattro nuovi siti storici per il reperimento di marmo, granito e riodacite.

Tabella dei siti di reperimento dei materiali ornamentali storici[8]

CODICE	COMUNE	LOCALITÀ	FORMAZIONE GEOLOGICA	VARIETÀ MERCEOLOGICA	QUADRANTE
Firenze					
ST 215 I 8	Fiesole	Maiano	Macigno	Pietra serena	106 II
ST 215 II 8	Fiesole	M. Ceceri	Macigno	Pietra serena	106 II
ST 217 I 8	Firenze	Pian del Mugnone	Macigno	Pietra serena	106 II
ST 217 II 8	Firenze	M. Ripaldi	Pietraforte	Pietraforte	106 II
ST 217 III 8	Firenze	Valle dell'Ema	Pietraforte	Pietraforte	106 II
ST 224 I 8	Lastra a Signa	Gonfolina	Macigno	Pietra serena	106 III
ST 227 VI 2	Montaione	Torri	Travertino	Onice Calcareo	112 I
ST 227 VII 2	Montaione	California	Travertino	Onice Calcareo	112 I
ST 227 VIII 5	Montaione	Il Bosco	Pcg -Conglomerati	Pietra di Montaione	112 I
Grosseto					
ST 310 IV 15	Gavorrano	Caldana	Gcm - Calcare massiccio	Portasanta	127 I
ST 313 I 2	Magliano in Toscana	Colle di Lupo	Travertino	Travertino	135 I
ST 315 IV 2	Massa Marittima	Poggio al Montone	Travertino	Travertino	119 II
ST 315 V 2	Massa Marittima	Poggio al Montone	Travertino	Travertino	119 II
ST 315 VI 2	Massa Marittima	Romitorio	Travertino	Travertino	119 II
ST 315 VII 2	Massa Marittima	Monte Arsenti	Travertino	Travertino	119 II
ST 315 VIII 2	Massa Marittima	Fornace	Travertino	Travertino	119 II
ST 318 II 12	Montieri	Le Cornate di Gerfalco	Rosso ammonitico	Rosso di Montieri	119 II
ST 318 III 12	Montieri	Le Cornate di Gerfalco	Rosso ammonitico	Rosso di Montieri	119 II
ST 318 IV 12	Montieri	Le Cornate di Gerfalco	Rosso ammonitico	Rosso di Montieri	119 II
ST 318 V 12	Montieri	Le Cornate di Gerfalco	Rosso ammonitico	Rosso di Montieri	119 II
ST 318 VI 15	Montieri	Poggio Ripi	Calcari	Nero di Montieri	120 IV
ST 321 I 12	Roccalbegna	Poggio del Sasso	Calcari	Rosso perlato Amiata	129 III
Livorno					
ST 402 III 15	Campiglia Marittima	Temperino	Gcm Calcari	Marmi di Campiglia	119 III

[8] Fonte PRAER 2007, Allegato F

CODICE	COMUNE	LOCALITÀ	FORMAZIONE GEOLOGICA	VARIETÀ MERCEOLOGICA	QUADRANTE
			termometamorfici		
ST 406 III 15	Castagneto Carducci	Valle delle Dispense-Romitorio	Gcm Calcari termometamorfici	Broccatello della Gherardesca	119 III
ST 406 IV18	Castagneto Carducci	Acqua Calda	l' Riodaciti - Reoignimbriti	Pietra lavica	119 III
ST 416 I 12	Rio nell'Elba	Aia di Cacio	Calcari a Calpionelle	Calcare chiaro	126 II
ST 419 I 12	Sassetta	Sassetta	Gc - Rosso Ammonitico	Rosso di Sassetta	119 III
ST 420 IV 10	Suvereto	Poggetto Luigi	alb - Unità di Canetolo	Calcare nero-bianco di Suvereto	119 III
Lucca					
ST 505 I 12	Camaiore	Passo del Lucese	Gc - Rosso Ammonitico	Rosso di Camaiore	104 I
ST 505 II 12	Camaiore	Passo del Lucese	Tc - Calcari a Raethavicula Contorta	Nero di Pescaglia (Portoro)	104 I
ST 517 V 14	Lucca	Ghigliazza	Calcari saccaroidi		105 III
ST 522 II 12	Pescaglia	San Giuseppe	Gc - Rosso Ammonitico	Rosso di Pescaglia	104 I
ST 528 IV 14	Seravezza	Monte Altissimo	m - Marmo	Brecce di Seravezza	96 II
ST 530 II 16	Stazzema	La Risvolta	K - Dolomie ad Orthoceras	Breccia Arlecchina	104 I
ST 530 III 14	Stazzema	M. Alto	m - Marmo	Bardiglio Fiorito	96 II
ST 530 IV 14	Stazzema	Crepata	cp - Cipollini	Marmo cipollino	96 II
ST 530 V 14	Stazzema	M. Corchia	m - Marmo	Brecce di Seravezza	96 II
Massa Carrara					
ST 603 I 14	Carrara	Bacchiotto	m - Marmo	Marmo bianco venato	96 III
ST 603 II 14	Carrara	Granotaro	m - Marmo	Marmi	96 III
ST 603 III 11	Carrara	Castelpoggio	dm - Diaspri	Rosso di Castelpoggio	96 III
ST 603 IV 12	Carrara	La Maestà - Castelpoggio	Gc - Rosso Ammonitico	Rosso ammonitico	96 III
ST 603 V 14	Carrara	Ponte Storto - Castelpoggio	Tc - Calcari a Raethavicula contorta	Portoro - Castelpoggio	96 III
ST 603 VI 16	Carrara	Colonnata	Grp - Grezzoni	Nero di Colonnata	96 III
ST 603 VII 15	Carrara	S. Croce	Gcm - Tc	Giallo S. Croce	96 III
ST 608 I 12	Fosdinovo	Pulica - Fornace	Gc - Rosso Ammonitico	Rosso ammonitico	96 III
ST 610 I 14	Massa	Colle delle Scope - Forno	m - Marmo	Breccia Fior di Pesco	96 III
ST 610 II 14	Massa	Renara	m - Marmo	Breccia di Seravezza	96 II
Pisa					
ST 702 I 9	Buti	Tanali	Tcg -Tqz formazione della Verruca	Quarziti verdi	105 III
ST 703 I 9	Calci	Crespignano	Verrucano sl	Quarziti verdi	105 III
ST 706 I 5	Casale Marittimo	Casale Marittimo	Pc - Sabbie Plioceniche	Calc. detr., aren. sabbie	119 IV
ST 707 III 13	Casciana Terme	Rocca Montanino	Sv - Complesso epiligure	Marmo nero	112 III
ST 707 IV 2	Casciana Terme	Fontorsi	Tv - Travertino	Travertino bianco	112 IV
ST 707 V 12	Casciana Terme	Le Venelle	Gc - Rosso Ammonitico	Rosso Ammonitico di Casciana Terme	112 IV
ST 707 VI 2	Casciana Terme	S. Frediano-Ceppato	Pc. Calcari ad amphistegina	Calcari organogeni e sabbie	112 IV
ST 717 I 2	Lari	S. Frediano	Pc. Calcari ad amphistegina	Calc. organ. e sabbie	112 IV
ST 719 X 18	Montecatini Val Di Cecina	C. S. Marco	Vulcaniti -Selagiti	Rocce effusive massive	112 II
ST 727 VII 5	Pomarance	Poggiamonti	Pc- Aren. e sabbie Plioc	Tufo cementato	119 I
ST 731 III 9	San Giuliano Terme	Agnano	Tqz - Verrucano s.l.	Quarziti bianco-rosa	105 III
ST 731 IV 15	San Giuliano Terme	Rigoli	Tcv - Calcare cavernoso	Calcare cavernoso	104 II
ST 731 V 15	San Giuliano Terme	Campaccio	Gcm	Brecce di Agnano	105 III
ST 731 VI 14	San Giuliano Terme	San Giuliano Terme	m - Calcari ceroidi	Marmi di S. Giuliano	104 II
ST 731 VII 14	San Giuliano Terme	San Giuliano Terme	m - Calcari ceroidi	Marmi di S. Giuliano	104 II
ST 731 VIII 14	San Giuliano Terme	La Valle	m - Calcari ceroidi	Marmi di S. Giuliano	105 III
ST 734 IV 7	Santa Luce	Marmolayo (Fabbriche del	Mg	Alabastro	112 III

CODICE	COMUNE	LOCALITÀ	FORMAZIONE GEOLOGICA	VARIETÀ MERCEOLOGICA	QUADRANTE
		gesso)			
ST 737 VI 12	Vecchiano	Bruceto	Gc - Rosso Ammonitico	Rosso Avane	104 II
ST 738 II 15	Vicopisano	Caprona	Gcm - Calcare massiccio	Brecce di Caprona	105 III
ST 739 VI 2	Volterra	Pignano	McR - Calc. di Rosignano	Aren. e sabbie cementate	113 III
ST 739 VII 5	Volterra	San Finocchio	Ps - Sabbie Plioceniche	Panchina	112 II
ST 739 VIII 5	Volterra	Montebradoni	Ps - Sabbie Plioceniche	Sabbie Plioc. Ricementate	112 II
Pistoia					
ST 810 IV 12	Monsummano Terme	Grotta Giusti	Scisti policromi	Rosso di Monsummano(Marne del Sugane)	105 I
ST 810 V 15	Monsummano Terme	Grotta Giusti	Calcare massiccio	Nero di Monsummano	105 I
ST 810 VI 15	Monsummano Terme	Grotta Giusti	Calcare massiccio	Nero di Monsummano	105 I
ST 810 VII 12	Monsummano Terme	Monsummano alto	Rosso Ammonitico	Rosso di Monsummano	105 I
ST 810 VIII 12	Monsummano Terme	Monsummano alto	Rosso Ammonitico	Rosso di Monsummano	105 I
Prato					
ST 229 I 19	Montemurlo	Paci	Serpentino	Verde Prato	106 IV
ST 209 I 8	Carmignano	La Gonfolina	Macigno	Pietra serena	106 III
Siena					
ST 904 VII 14	Casole D'Elsa	Case Lasenese	Marmi	Marmo brecciato rosso	120 IV
ST 912 III 2	Colle Val D'Elsa	P. Mugnano	Travertino	Travertino Antico	113 III
ST 914 IV 2	Montalcino	Castelnuovo Abate	Travertino	Travertino	129 IV
ST 930 III 2	S. Quirico D'Orcia	Bagno Vignoni	Travertino	Travertino	121 III
ST 932 IV 15	Siena	Lecceto	Calcare cavernoso	Pietra da Torri	120 I
ST 934 XI 14	Sovicille	Montarenti	Marmi		120 IV
Totale siti censiti: 82					

4.5 I siti estrattivi dismessi

Per Sito Estrattivo Dismesso (SED) si intende quell'area estrattiva coltivata nel passato, priva di un preventivo impegno alla risistemazione derivante da obblighi di legge o da specifici impegni progettuali e non riconfermata nella pianificazione del settore estrattivo.

Situazioni che presentano caratteristiche di questo tipo sono riscontrabili nelle vecchie aree di cava che hanno esercitato l'attività mineraria precedentemente alla delega delle funzioni da parte dello Stato verso le Regioni; infatti, a partire dalla prima legge regionale di cui si è dotata la Regione Toscana in materia di cave risalente al 1980, ogni nuova autorizzazione porta con sé l'obbligo del ripristino e del reinserimento ambientale del sito escavato nel contesto territoriale di appartenenza. Affinché sia garantita l'attività di ripristino e di recupero ambientale, il titolare dell'autorizzazione è tenuto a prestare una garanzia finanziaria a favore del comune.

Tra gli obiettivi generali della l.r. 35/2015 – nella predisposizione del nuovo strumento della programmazione del settore estrattivo – vi è quello di tener conto prioritariamente della presenza di aree degradate che necessitano interventi di trasformazione e da cui è possibile trarre benefici per il territorio e profitto per i lavoratori. A tal fine il nuovo Piano incentiva il riuso delle aree di escavazione dismesse e in abbandono.

Il PRC quindi conterrà nel proprio quadro conoscitivo un apposito studio relativo ai siti estrattivi dismessi che servirà, sia come riferimento per la parte propositiva del piano per dettare gli indirizzi rivolti ai comuni per il recupero ambientale di tali siti, sia per l'individuazione di quelle situazioni di degrado che se riattivate potrebbero concorrere al soddisfacimento dei fabbisogni di materiale di cava (prima dell'individuazione e dell'apertura di nuovi siti estrattivi).

Le aree escavate nel passato che non sono state oggetto di interventi di risistemazione ambientale o di messa in sicurezza perché prive dell'obbligo di ripristino o di riqualificazione ambientale da attuarsi al termine dei lavori (quindi, come accennato, dismesse prima dell'entrata in vigore delle leggi regionali 36/1980 e 78/1998), spesso rappresentano un elemento di degrado del territorio e talora anche un potenziale pericolo per l'ambiente e per le persone.

Il ripristino di tali situazioni – esterne alle aree a destinazione estrattiva – può essere autorizzato dal comune attraverso un apposito provvedimento che consenta in via straordinaria di realizzare interventi di coltivazione e commercializzazione dei materiali movimentati: in sostanza può essere autorizzato il recupero di una porzione di territorio che non rientra nel piano cave tramite un'autorizzazione mineraria di cava.

Le autorizzazioni di questo tipo sono disciplinate dal Capo V della l.r. 35/2015 e sono condizionate, oltre a tempi limitati rispetto ad un'autorizzazione ordinaria (per un periodo massimo di sei anni), anche dall'obbligo della stipula di una convenzione tra il comune e l'imprenditore e la limitazione dei quantitativi di materiale commercializzabile (al massimo il 30% di quanto coltivato nel passato).

Ai fini dell'implementazione del quadro conoscitivo del PRC, verrà svolta una ricognizione dei siti estrattivi dismessi e conseguentemente verranno indicati gli indirizzi rivolti ai comuni per il relativo recupero.
Il nuovo Piano Cave potrà quindi valutare la possibilità di inserire i siti estrattivi dismessi tra le aree coltivabili in via ordinaria.

Per quei siti interessati negli anni da un processo di rinaturalizzazione, dovranno essere tenuti di conto gli effetti che si potrebbero verificare in caso di riattivazione, infatti non sono da escludere eventuali impatti superiori, sul sito stesso e nel suo intorno, rispetto ai benefici attesi dalle operazioni di recupero.

Da una prima analisi dei **PAERP approvati** e da quelli per i quali è stato avviato il procedimento di formazione appare utile evidenziare quanto segue:

All'interno del quadro conoscitivo e delle norme del PAERP della Provincia di **Arezzo** sono state elencate le cave dismesse da recuperare con indicazione del toponimo e del Comune di appartenenza ed un loro inquadramento cartografico con relativa perimetrazione.
Per ogni sito sono stati dettati indirizzi specifici per la coltivazione e per la risistemazione ambientale.
Nella Provincia di Arezzo sono stati individuati quattordici siti estrattivi, localizzati nei comuni di Caprese M., Anghiari, Laterina, Arezzo, Pergine V., Bucine e Cortona, S. Sepolcro e Pergine V.
Sono state elencate e localizzate le cave dismesse da recuperare secondo le modalità stabilite dall'art.5, comma 6, delle Norme del PAERP.

Il quadro conoscitivo del PAERP della Provincia di **Grosseto** è comprensivo di uno schedario delle cave dismesse ed abbandonate, divise tra quelle potenzialmente recuperabili da quelle per le quali non è prevista la necessità e/o l'opportunità di interventi di recupero.
Gli elenchi, oltre ad indicare toponimi e localizzazione, descrivono sommariamente le caratteristiche dell'area e la tipologia del materiale; per ognuna viene indicano il tipo di recupero, distinto in “agricolo” o “forestale”.
Fa parte integrante della cartografia del Piano di Grosseto la “carta delle aree dismesse e abbandonate”

Per quanto riguarda il PAERP della Provincia di **Livorno**, viene dato atto che nel 2002 è stata effettuata da parte del Settore Difesa del suolo della stessa Provincia, un'indagine interna per un dettagliato inventario delle cave dismesse esistenti sull'intero territorio, isole comprese.
Per ognuna delle cave censite, l'inventario è stato successivamente integrato con l'acquisizione dei dati generali, quali la denominazione, la collocazione topografica, il materiale estratto, oltre ai caratteri fisici dell'area cui si aggiungono le notizie relative allo stato di degrado e di stabilità dei fronti e la valutazione sull'impatto della cava sulle componenti ambientali locali.
La Provincia di Livorno ha prodotto un notevole materiale documentale: sono stati censiti circa 200 siti dismessi che sono stati rappresentati con schede, foto e tavole grafiche.
Sulla base di tale quadro conoscitivo è stato elaborato il “catalogo delle cave dismesse ed abbandonate” riportante il codice identificativo e dati localizzativi di ogni area ed è stata redatta una apposita carta tecnica denominata “Carta delle aree dismesse e abbandonate”.
Nelle Norme Tecniche del Piano vengono indicati gli elementi di degrado e le conseguenti modalità di recupero.

Il PAERP della provincia di **Pisa** mette in evidenza la situazione dell'area dei Monti Pisani dove ancora oggi sono ben evidenti gli effetti ambientali e paesaggistici di attività estrattive avviate nei decenni passati.
La Provincia di Pisa ha articolato il proprio Piano in tre stralci territoriali ed ha assunto come quadro conoscitivo di partenza un precedente censimento delle aree scavate redatto dalla stessa Provincia nel 1992.
Il tema dei siti estrattivi dismessi viene descritto attraverso schede di rilevamento distinte per comune che evidenziano quei siti che necessitano di interventi tesi a favorirne il recupero o ridurne lo stato di degrado.
Ogni scheda contiene la localizzazione geografica dei siti dismessi, una rappresentazione planimetrica, un inquadramento ambientale ed i criteri progettuali relativi alle modalità per il loro recupero. Per i siti di cava dismessi posti in prossimità di aree protette vengono inoltre dettagliati opportuni interventi di recupero.

La Provincia di **Siena**, attraverso la collaborazione dei comuni, ha elaborato un elenco dei siti suscettibili di ripristino ambientale e li ha descritti in apposite cartografie.

Sono stati individuati undici siti, collocati nei comuni di Murlo, Torrita, Chianciano, Radicondoli, Chiusdino e Montepulciano .
Le Norme tecniche di attuazione del PAERP prevedono un'apposita disciplina per gli interventi di recupero di tali siti.
Come previsto dalle stesse NTA, i comuni potevano attivarsi autonomamente per il recupero ambientale delle cave dismesse, anche per aree esterne ai perimetri delle aree individuate dal PAERP, attraverso specifica variante al PS ed al RU, avvalendosi del quadro conoscitivo e degli indirizzi contenuti nel Piano provinciale.

In relazione alle **province che non hanno approvato il PAERP ma che hanno avviato il procedimento** di formazione, per quanto attiene il quadro conoscitivo di riferimento si rileva che:

Con Delibera del Consiglio provinciale n. 20 del 06/02/2009, la Provincia di **Firenze** ha avviato il procedimento per la redazione del PRAERP. La strutturazione del quadro conoscitivo si è in primo luogo concretizzata nel censimento, nella schedatura e nell'inquadramento delle attività estrattive presenti nel territorio di competenza.
La schedatura ha riguardato tanto le attività estrattive in esercizio quanto quelle dismesse ed è stata redatta sulla base della documentazione disponibile presso gli uffici comunali competenti e sulla base di ricerche bibliografiche ed è stata integrata da indagini di campagna.
E' disponibile pertanto un database contenente le informazioni relative a tutti i siti coinvolti dal censimento, suddivisi secondo specifiche categorie in relazione allo stato di attività.
Le cave dismesse sono state a loro volta suddivise in:
- cave di maggior interesse, meritevoli di approfondimento
- cave di minore interesse, non meritevoli di approfondimento

Le cave dismesse di maggior interesse sono state oggetto di specifici sopralluoghi mentre per quanto attiene alle cave dismesse di minor interesse è stato fatto riferimento alle sole informazioni documentali e bibliografiche.
Per ogni cava è stata compilata una scheda di censimento contenente il maggior numero di informazioni reperibili dagli atti amministrativi, dal regime vincolistico, dalle destinazioni d'uso e dagli elementi costituivi rilevabili in situ.
Occorre rilevare che le cave dismesse risultano prive o quasi del quadro degli atti amministrativi, poiché difficilmente reperibile.
Completa la documentazione una carta di sintesi del quadro conoscitivo con l'individuazione di siti puntuali ed areali di cava.

Il procedimento per la redazione del PRAERP della Provincia di **Pistoia** è stato avviato con delibera del consiglio provinciale n. 367 del 05/01/2008. La costituzione del quadro conoscitivo, per quanto attiene il tema in interesse, è rappresentato da un censimento delle “aree escavate” redatto sulla base di un'indagine commissionata dalla Provincia nel 1995, da una rilevazione svolta dall'Autorità di Bacino Arno del 1994 ed una integrazione a cura della Provincia stessa del 2007.
Il lavoro di rilevamento ha permesso di redigere una carta di “ ubicazione del censimento delle aree escavate “ con la quale sono stati censiti 77 siti nei quali era segnalata l'esistenza di attività estrattive. I siti individuati sono stati suddivisi per tipologia di materiale estratto.
Nel caso in cui i siti rilevati si presentassero come rinaturalizzati o già reinseriti nell'ambiente ed aventi caratteristiche tali da non prevedere interventi di recupero, non sono state redatte le relative schede di caratterizzazione.
Sono risultati pertanto 54 siti per i quali è stato reputato utile redigere delle schede di caratterizzazione contenenti informazioni relative alla localizzazione, alle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche, agli aspetti morfologici, alla coltivazione della cava, agli aspetti ambientali e l'indicazione degli interventi necessari per la riutilizzazione e recupero dell'area.
Completa il censimento la carta di indirizzo per il recupero delle aree escavate con la quale si riassumono e vengono identificati i siti in fase di riattivazione, i siti da sottoporre a ripristino distinti in diverse tipologie, i siti classificati come cave storiche ed i siti già rinaturalizzati per i quali non sono previsti interventi.

La Giunta provinciale di **Massa-Carrara** ha formalizzato un primo provvedimento (Deliberazione G.P. n. 76 del 14/03/2008) volto a dare avvio ai lavori di formazione del piano provinciale.
Tale provvedimento è supportato da un programma operativo di indirizzo con specifica considerazione del recupero ambientale di cave dismesse che presentano situazioni di degrado ambientale da trattare attraverso la relativa costruzione del quadro conoscitivo.
Per questa Provincia si rileva pertanto la necessità di svolgere ulteriori ricerche.

In relazione alle Province di Lucca e Prato che hanno svolto indagini ma che non hanno provveduto ad avviare il procedimento di formazione del PAERP si rileva che:

Nell'ambito delle procedure di formazione del primo PTCP, approvato con DCP n. 189 del 13 gennaio 2000, la Provincia di **Lucca**, con la “carta delle cave e delle miniere” e con la schedatura delle attività estrattive, aveva individuato settanta siti di cave attive e da ripristinare.
Successivamente, nell'ambito dell'avvio del procedimento relativo al secondo PTCP, approvato con DCP n. 118 del 29 luglio 2010, la Provincia ha completato il censimento delle cave attive, dei siti dismessi e dei ravaneti presenti sul territorio provinciale.

Conseguentemente è stato costruito uno specifico data-base contenete le relative informazioni con specifica considerazione dei quantitativi estratti e di quelli disponibili, le condizioni di stabilità dei ravaneti e la quantificazione del materiale giacente.
Infine sono state individuate su apposita cartografia le relative superfici attraverso fotointerpretazione.
I dati acquisiti sono stati elaborati e restituiti attraverso la compilazione di schede identificative predisposte per ciascun sito estrattivo, complete di dati descrittivi.
É stata realizzata inoltre la rappresentazione geografica dei dati riguardanti le attività di cava ed i ravaneti del territorio provinciale e delle zone del Parco delle Alpi Apuane.
Complessivamente sono stati censiti 442 siti di cava distinti in cave attive, sospese e siti dismessi, 232 punti di cava, riguardanti presunti siti estrattivi, 151 ravaneti di cui 5 interessati da piani di ripristino ambientale.

La provincia di **Prato,** con l'avvio del procedimento del PTCP (DGP n. 29 del 11 febbraio 2008), ha elaborato un documento di quadro conoscitivo con il quale viene trattato il tema relativo alle attività estrattive.
Sono state schedate 92 cave in un elaborato con cui vengono indicate le coordinate, la denominazione, il bacino geografico, la tipologia di materiale, la descrizione sommaria del sito, i dati relativi alla coltivazione, comprensivi del periodo di attività, i materiali estratti e le misure di sicurezza adottate.
Completa la scheda la localizzazione cartografica con la rappresentazione di eventuali dissesti ed i relativi parametri di pericolosità.

4.6 Analisi dell'andamento economico del settore e le proiezioni di mercato relative alle tipologie di materiali in un quadro di riferimento di sostenibilità ambientale

Il presente testo contiene una descrizione degli elementi analitici che sono al momento disponibili presso IRPET ai fini della redazione dei Quadri Conoscitivi per la fase preliminare del nuovo Piano Regionale Cave.
La modellistica economica elaborata da IRPET si traduce nella stima dei principali aggregati economici della regione Toscana, i quali consentono di descrivere ed interpretare gli elementi congiunturali e strutturali dell'economia regionale. Si tratta di informazioni che possono fornire un inquadramento sulle condizioni di contesto sulle attività estrattive e le risorse presenti sul territorio regionale. Prendiamo pertanto in considerazione l'evoluzione congiunturale nel 2014 e alcuni caratteri strutturali che hanno caratterizzato l'economia toscana negli anni della crisi, le dinamiche territoriali, le previsioni per il biennio 2015-2016 e la dinamica e le previsioni del settore delle costruzioni, che è determinante per gli andamenti nel settore estrattivo.
La seconda parte contiene l'analisi delle attività estrattive in Toscana, delle quali si descrivono struttura e dinamiche dell'intera filiera.
Gli elementi forniscono una base analitica per l'elaborazione di previsioni e/o scenari da realizzarsi in relazione ai quantitativi futuri estratti, sia nella regione nel suo complesso, che in partizioni territoriali (comprensori estrattivi) da definire nella successiva proposta di piano.

4.6.1 Il contesto: le dinamiche e la struttura dell'economia Toscana e del settore dell'estrazione e della lavorazione di pietre

4.6.1.1 L'evoluzione congiunturale dell'economia toscana nel 2014

Come ben noto, la Toscana, come il resto d'Italia, ha subito nel recente passato gli effetti della crisi più forte e lunga da quella del 1929. Il periodo che va dal 2008 ad oggi, che ha presentato due fasi recessive consecutive (la prima fase iniziata nel 2008 e culminata nel 2010 e la seconda nel 2012 e proseguita nel 2013) sembra tuttavia essersi arrestato nel 2014. In realtà non si può ancora parlare di ripresa dal momento che nel 2014 si è in presenza di una stabilizzazione del ciclo, con una crescita del PIL che in Toscana è stata attorno allo zero. Si conferma anche nel 2014 la migliore tenuta della regione rispetto al resto del paese (in Italia, infatti, il PIL è ancora calato dello 0,4%), che replica quanto era già accaduto in tutto l'arco della crisi: le cadute del PIL, dell'occupazione, degli investimenti dal 2008 ad oggi, per quanto preoccupanti, sono state in Toscana decisamente inferiori a quelle della maggior parte delle altre regioni del paese. È stata soprattutto la competitività mostrata sui mercati internazionali a consentire tali risultati, dal momento che la domanda interna (nazionale oltre che toscana) ha subito in questi anni flessioni consistenti in tutte le sue componenti, frenata, come è stata, dalle politiche di austerità. Nel 2014 lo scenario non è molto cambiato rispetto a quello precedente, se non per l'intensità delle spinte contrapposte esercitate dalla domanda estera e da quella interna: alla positiva dinamica della prima si è associato il calo della seconda, un calo, tuttavia, che è avvenuto ad un ritmo decisamente inferiore a quello registrato nel biennio precedente. Le esportazioni di beni e servizi si sono espanse, in termini reali, ancora del 4,4% (contro il 2,6% dell'Italia) mentre le importazioni, seppur in crescita, sono aumentate dell'1,8%, contribuendo quindi al miglioramento della bilancia commerciale e confermando ancora una volta il successo delle imprese toscane sui mercati internazionali.
La domanda interna è diminuita anche nel 2014, soprattutto per effetto degli investimenti che continuano a calare (-3% in Toscana; -3,3% in Italia), anche se in modo più contenuto di quanto accaduto negli anni passati; ciò avviene per effetto sia di una flessione – ancora pronunciata –

degli investimenti in costruzioni, che di una caduta – in realtà assai più contenuta (-0,7%) – di quelli in impianti e macchinari. Nel 2014 infatti la componente Costruzioni (-6,2%) ha subito una flessione significativa mentre sembra essere terminata la forte spinta negativa degli investimenti in macchinari e servizi immateriali che nel 2014 hanno fatto registrare solo una lieve dinamica negativa pari a -0,7%. La spesa pubblica corrente, infine, a causa degli stringenti vincoli di bilancio, è ulteriormente diminuita in termini reali giocando così un ruolo pro-ciclico.

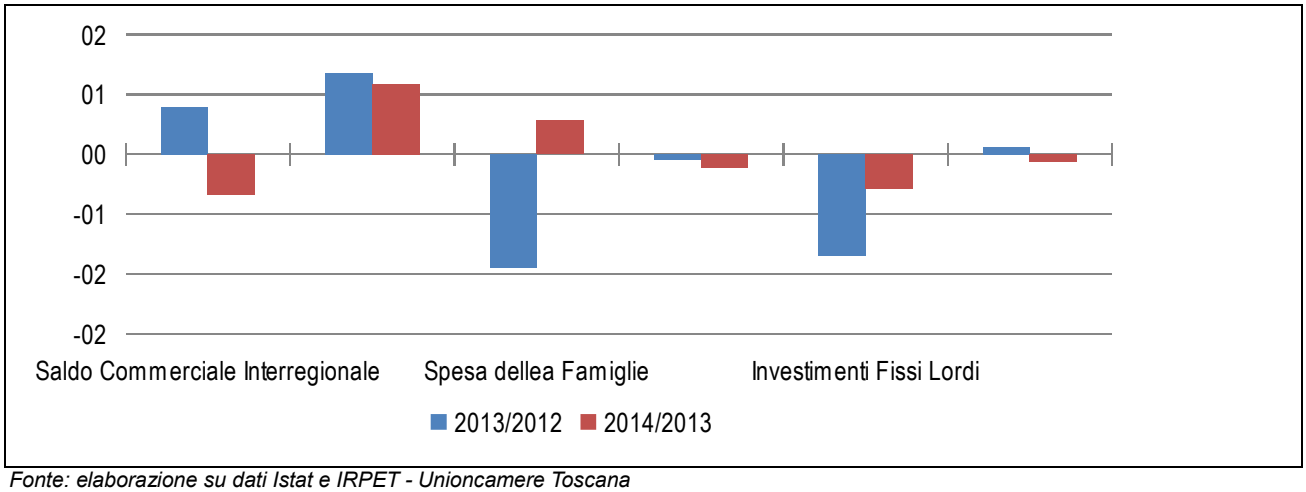
CONTO RISORSE E IMPIEGHI DELLA TOSCANA (SEC2010)
Valori assoluti a prezzi correnti e variazioni ai prezzi dell'anno precedente - Milioni di euro

	2012	2013	2014	2013/2012	2014/2013
Prodotto Interno Lordo	107.411	107.514	108.227	-1,3	0,0
Importazioni Nette Interregionali	3.344	4.326	5.073	…	…
Importazioni Nette Estere	-4.406	-6.952	-8.644	…	…
TOTALE Risorse Nette	106.349	104.888	104.656	-1,7	0,5
Spesa delle Famiglie	68.725	68.091	68.690	-2,4	0,7
Spesa delle AAPP e ISP	19.725	19.730	19.658	-0,4	-0,9
Investimenti Fissi Lordi	17.856	16.931	16.379	-8,9	-3,0
Variazione delle Scorte e degli Oggetti di Valore	43	136	-71	…	…
TOTALE Impieghi Interni	106.349	104.888	104.656	-1,7	0,5

Fonte: elaborazione su dati Istat (per il 2011) e IRPET - Unioncamere Toscana

L'incremento che si è registrato nel reddito disponibile, assieme a una dinamica estremamente contenuta dei prezzi, ha accresciuto il potere d'acquisto delle famiglie dopo anni di contrazione, contribuendo ad una leggera ripresa dei consumi interni. Una voce quest'ultima che ha beneficiato sia dell'incremento dei consumi dei residenti che di quello dei turisti.
Le presenze turistiche sono infatti di nuovo aumentate (+1,2%), con una inversione di tendenza rispetto al recente passato. Nel 2014, il contributo positivo proviene soprattutto dai flussi nazionali, che hanno ripreso ad aumentare dopo anni di flessione; le presenze degli stranieri si sono invece stabilizzate (+0,1% rispetto al 2013) sui 23,4 milioni di giornate registrando con questo un nuovo massimo storico.
La lenta dinamica dei prezzi che ha caratterizzato il 2014 ha alimentato il timore della deflazione, e quindi del rischio di avviare un circolo vizioso in cui, in attesa di prezzi ancora in diminuzione, si rimandano le scelte d'acquisto, deprimendo ulteriormente la già debole domanda interna.
In realtà, una parte della riduzione dei prezzi è stata determinata dal calo del prezzo dei beni energetici, con ripercussioni positive non solo sui bilanci delle famiglie, ma anche su quelli delle imprese, consentendo a queste di ricostruire, almeno in parte, i margini di profitto. Tutto ciò impone una lettura più attenta degli andamenti della produzione rispetto a quelli del valore aggiunto, la cui dinamica (e con essa quindi la remunerazione dei fattori produttivi) è stata regolarmente migliore di quella della produzione. La produzione di beni e servizi, in termini reali, ha infatti continuato a flettere anche nel 2014 (-1,3%), benché su ritmi decisamente meno accentuati rispetto a quelli del precedente biennio.
La contrazione dei livelli di attività ha interessato tutti i principali macro-settori, restando ancora profonda nell'edilizia (-6,5%), mentre una riduzione meno accentuata (di poco superiore al punto percentuale) ha caratterizzato l'andamento dei servizi; flessioni di circa mezzo punto si registrano, invece, nell'industria in senso stretto e in agricoltura.
Su quest'ultimo settore ha inciso una serie di eventi avversi, con effetti particolarmente negativi per la produzione di olio. Sull'edilizia pesa invece una domanda che, tanto nella componente pubblica come in quella privata, resta ai minimi storici. Qualche elemento di positività viene principalmente dal segmento residenziale del settore immobiliare, con una leggera ripresa delle transazioni immobiliari cui ha contribuito una maggiore erogazione di mutui alle famiglie da parte del sistema creditizio.

CONTRIBUTI ALLA CRESCITA DELLA DOMANDA FINALE TOSCANA



Fonte: elaborazione su dati Istat e IRPET - Unioncamere Toscana

Ad ulteriore caratterizzazione del risultato complessivo raggiunto dalla regione sottolineiamo come nel 2014 la Toscana abbia mantenuto sostanzialmente invariato lo stock di occupazione dell'anno precedente, interrompendo la contrazione di posti osservata negli anni di pre-crisi (-1,5% la perdita di lavoratori tra il 2008 e il 2014, la stessa percentuale rilevata nel 2013). Un risultato questo che seppur modesto visto la debolezza del mercato del lavoro, è da leggere con estremo favore: si è interrotta la lunga fase di contrazione del mercato anche se, come suggerito per il complesso del sistema produttivo, questo non ci consente di dire che siamo già entrati in una fase di recupero.
L'aspetto incoraggiante è che il consolidamento dello stock di occupazione sui livelli del 2013 è associato alla crescita delle posizioni di lavoro più stabili; dall'altro lato, tuttavia, si registra un incremento del lavoro part-time (anche di quello involontario) e una ulteriore espansione del numero di disoccupati, che nel corso del 2014 sono cresciuti di quasi 27 mila unità portando il numero complessivo a 172 mila unità.
Sull'aumento della disoccupazione, da un lato, hanno inciso i risultati legati alle sorti delle coorti più giovani, che si sono affacciate su un mercato del lavoro ancora non in grado di assorbire tutta la nuova offerta e, dall'altro, ha inciso l'allungamento dei singoli episodi di disoccupazione. Si riduce invece sensibilmente il numero di ex-occupati alla ricerca di un nuovo lavoro e probabilmente questo avviene perché il sistema produttivo ha minore necessità, anche grazie al maggior ricorso alla cassa integrazione, di espellere lavoratori dal processo produttivo.

PRINCIPALI INDICATORI DEL MERCATO DEL LAVORO. 2008, 2013 E 2014
Valori assoluti e variazioni %

	2008	2013	2014
Occupati	*1.558.405*	*1.534.135*	*1.534.655*
di cui occupati a tempo indeterminato	950.734	947.497	950.322
di cui dipendenti part-time	245.662	267.514	273.132
Disoccupati	*82.720*	*145.826*	*172.510*
di cui disoccupati ex-occupati	24.435	36.448	32.617
di cui disoccupati di lunga durata	24.711	58.623	91.000
di cui 15-29	27.798	50.907	61.250
Ore di CIG	*9.318.725*	*57.159.656*	*60.004.368*
di cui CIG ordinaria	4.364.871	13.384.774	8.845.047
di cui CIG industria	6.229.539	36.767.438	36.373.185

Fonte: elaborazioni su dati ISTAT – RCFL

In sintesi, dunque, i segnali positivi che hanno caratterizzato la congiuntura economica Toscana nell'ultimo anno sono:

- *Si arresta la caduta del PIL della Toscana*
- *Ancora in crescita le esportazioni mentre si attenua il calo della domanda interna*
- *Primi positivi segnali anche dai consumi delle famiglie (avvantaggiati anche dalla favorevole dinamica dei prezzi)*
- *In leggero calo la produzione, frenata in parte dall'erosione delle scorte accumulate in passato*
- *Si arresta la caduta dei fatturati e riprende a crescere il valore aggiunto*
- *Si attenuano le difficoltà sul fronte del credito e migliorano le prospettive delle imprese*
- *Torna a crescere il numero di imprese, soprattutto per il calo delle cessazioni*
- *Si stabilizza l'occupazione e vi sono i primi segni del calo della disoccupazione*

La congiuntura del 2014 si inserisce tuttavia nel contesto recessivo che ha caratterizzato la Toscana negli ultimi anni e che ha assunto i toni di una vera e propria crisi strutturale.
A fronte delle tante difficoltà che hanno colpito il mondo delle imprese, la reattività delle esportazioni toscane sia stata addirittura sorprendente, realizzando risultati che non era certamente facile prevedere: una crescita in valore di quasi il 25% tra il 2008 ed oggi(che supera persino quella delle esportazioni tedesche) è stata decisamente superiore anche alle attese più ottimistiche. Le imprese hanno quindi rafforzato la loro capacità di vendere all'estero affrontando mercati spesso lontani, mercati però in cui i ritmi di crescita della domanda sono ben superiori a quelli dei tradizionali mercati europei.
Le esportazioni, sebbene siano un ottimo indicatore della competitività di un sistema, rappresentano, tuttavia, solo un pezzo della domanda finale, tanto che, pur con la loro eccezionale crescita, non hanno impedito al PIL regionale di calare, mettendo con questo chiaramente in evidenza l'importanza anche della domanda interna.
Per questo, oltre ai comportamenti delle imprese, è interessante osservare anche quelli delle famiglie. In particolare è utile seguire l'evoluzione dei consumi, una variabile molto importante non solo per la sua dimensione assoluta (che è quasi il doppio di quella delle esportazioni estere), ma anche per il fatto che sono espressione delle scelte di un operatore – appunto le famiglie – all'interno di un sistema produttivo però in cui la diffusa presenza di piccole imprese fa sì che la stessa distinzione tra famiglia e impresa tenda talvolta ad essere molto sfumata.
Allora la questione che si pone è perché, a fronte di un'economia regionale che ha mostrato andamenti migliori di quelli del resto del paese, i toscani hanno mantenuto un profilo di consumo più contenuto degli altri italiani.
Per capire questo è importante seguire i passaggi che portano dal PIL al reddito disponibile delle famiglie e, successivamente, ai loro consumi. In effetti la contrazione del reddito disponibile è stata in Toscana più alta che altrove, nonostante la caduta del PIL sia stata – come abbiamo più volte sottolineato – inferiore. Ciò significa che vi è stato un minore trasferimento di risorse dalle imprese alle famiglie – sia che si tratti di lavoratori dipendenti che di imprenditori – con un ruolo che, quindi, ha visto il nucleo familiare divenire una sorta di "ammortizzatore" delle difficoltà del sistema produttivo. Ciò è avvenuto sicuramente nel mondo del lavoro autonomo, in cui l'imprenditore ha preferito lasciare all'interno dell'impresa una quota maggiore del reddito realizzato piuttosto che riportarlo all'interno della famiglia, ma è accaduto anche sul fronte del lavoro dipendente dal momento che la riduzione nel numero degli occupati è stata ben più bassa di quella del monte di lavoro complessivamente utilizzato. Di fatto il ricorso alla CIG e la riduzione degli orari di lavoro hanno contribuito a distribuire il costo della crisi tra un maggior numero di soggetti, ma ha contribuito anche a limitarne i danni: in altre parole la diminuzione del monte ore di lavoro si è tradotta in sacrifici moderati per molti, piuttosto che in costi alti per pochi. Tutto questo confermerebbe uno dei caratteri tipici del mondo distrettuale, un mondo in cui famiglia e impresa

sono tra loro strettamente connessi con la conseguenza che, in alcuni momenti, i guadagni realizzati nell'impresa vengono da essa distratti per destinarli alla famiglia, ma in cui in momenti di difficoltà può accadere anche il contrario, come in effetti sembrerebbe avvenuto in questi anni.

Ma oltre ad una maggiore contrazione del reddito a disposizione si è smorzata anche la propensione alla spesa. La spiegazione di questo fenomeno può dipendere in parte anche dagli effetti distributivi che tale processo ha prodotto durante gli anni di crisi. Molti degli indicatori disponibili mostrano, infatti, che in Toscana la disuguaglianza del reddito non è aumentata nella stessa misura di quanto accaduto nel resto d'Italia e l'incidenza della povertà assoluta, oltre ad essere tradizionalmente minore che non nel resto del paese, è cresciuta in misura molto più contenuta di quanto accaduto altrove. La crisi ha, dunque, alterato la forma della distribuzione del reddito sia in Italia che in Toscana, ma mentre nel primo caso questo è avvenuto a discapito di quelle fasce che erano già in condizione di difficoltà, nella nostra regione, pur in presenza di un generale impoverimento, vi è stata una maggior attenuazione delle condizioni di estrema difficoltà. Tutto questo ha largamente contribuito a mantenere alta la coesione sociale della regione, da sempre uno dei fattori costitutivi del modello toscano di sviluppo, ma ha probabilmente contribuito anche a contrarre la propensione al consumo, colpendo le classi più in condizione di ridurre il proprio paniere di spesa a seguito di una riduzione del reddito, in presenza peraltro di una situazione di potenziale deflazione. Oltretutto le voci che hanno maggiormente subito tale contrazione sono i beni di consumo durevole e semidurevole, mentre più o meno inalterata è stata la spesa per l'acquisto di servizi. Sembra, in altre parole, che in Toscana sia scattata una sorta di "moderazione" di comportamenti nella consapevolezza di dover affrontare una crisi di grande portata.

La crisi dunque potrebbe essersi davvero esaurita e l'economia essersi davvero messa in moto avviando una nuova fase espansiva. Tuttavia, anche se le previsioni positive qui prospettate si avverassero, non vi sono dubbi che il sistema produttivo toscano abbia pesantemente sofferto gli eventi di quella che è stata certamente la più grave crisi degli ultimi decenni. Lo ha fatto, però, con una minore intensità rispetto al resto del paese e, soprattutto, mostrando una capacità sui mercati internazionali per alcuni versi inattesa. Più che un deficit di capacità competitiva il problema della Toscana ci sembra quello della mancanza di domanda interna, compressa da politiche di bilancio troppo improntate all'austerità. La tenuta del modello toscano, peraltro, non si esprime solo sul fronte delle prestazioni internazionali, ma anche su quello sociale che sembra replicare alcuni dei caratteri storici dello sviluppo distrettuale, quali quello della continuità tra famiglia e impresa, del rapporto collaborativo tra lavoratori ed imprenditori, del ruolo e dell'attenzione delle istituzioni alle situazioni di difficoltà.

Tuttavia, a fronte dell'apprezzamento per la relativa tenuta del modello, non si possono non sottolineare anche alcuni pesanti elementi di preoccupazione.
La lunga e grave crisi ha infatti aggravato il problema occupazionale, attraverso una caduta significativa della domanda di lavoro anche a seguito del drastico calo degli investimenti; la disoccupazione è più che raddoppiata dal 2008 ad oggi, toccando punte di estrema gravità nella componente giovanile e facendo di questo uno dei problemi più urgenti da affrontare. Inoltre la positiva reazione del mondo produttivo, manifestata attraverso le sue imprese più dinamiche, non ha interessato tutta la Toscana, ma si è concentrata soprattutto nei luoghi in cui la capacità imprenditoriale è da sempre più diffusa, quelli cioè della Toscana centrale, mentre rimangono aperti i problemi della costa. Le disparità territoriali all'interno della regione, che prima della crisi si erano in parte ridotte, si sono di nuovo acuite (come del resto quelle tra nord e sud del paese), tanto che i livelli di disoccupazione di alcune delle province della costa tornano ad essere sensibilmente superiori a quelle medie del paese. Ciò significa che i segnali di ripresa – evidenti in questi giorni sia nei comportamenti degli operatori che nelle loro aspettative – sono certamente di buon auspicio, ma non debbono far dimenticare i problemi di cui sopra, anche perché la ripresa prevista è ancora troppo lenta e probabilmente senza capacità di creare nuova occupazione.

Ulteriori indicazioni sugli andamenti congiunturali dell'economia regionale arrivano dal mercato del lavoro. In questo caso, agli effetti della dinamica congiunturale si sommano anche gli esiti dovuti alla Legge di Stabilità. I dati di flusso sugli avviamenti del primo trimestre 2015 indicano un deciso contributo degli ingressi a tempo indeterminato (+4,6%) alla crescita complessiva degli avviamenti (+6,6%) a fronte di una decelerazione del lavoro dipendente a termine (+4,4%) e, soprattutto, di una repentina contrazione del lavoro parasubordinato (-1,4%). Una ricomposizione questa che sembrerebbe favorire le forme più stabili di lavoro.

CONTRIBUTI ALLA VARIAZIONE DEGLI AVVIAMENTI PER CONTRATTO
Valori %

	Tempo indeterminato	Apprendistato	Tempo determinato e somministrazione	Parasubordinato	Altro non strutturato	TOTALE
2014-2013	0,81%	0,18%	5,56%	0,23%	-0,65%	6,15%
1° trim. 2015 - 1° trim. 2014	4,57%	-0,43%	4,23%	-1,44%	-0,34%	6,60%

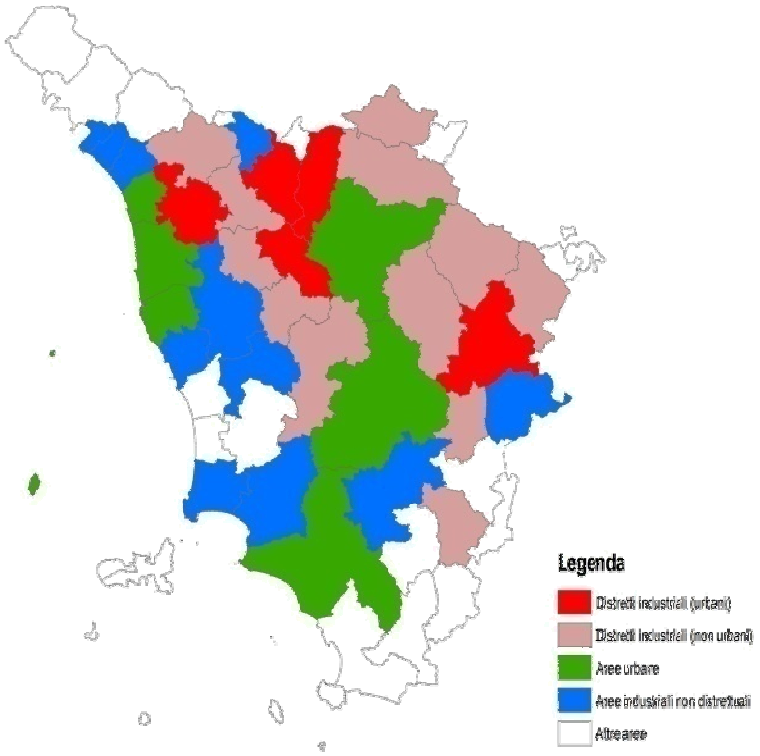
Fonte: elaborazioni su dati Regione Toscana - SIL

4.6.1.2 Dinamiche territoriali

Sulla base di alcune caratteristiche economico/produttivo dei singoli Sistemi Locali del Lavoro (SLL) – la specializzazione manifatturiera, la varietà settoriale e funzionale, il valore aggiunto, la composizione dimensionale, la presenza di caratteristiche urbane o distrettuali, sulla base della definizione fornita da ISTAT – è possibile identificare alcune aree omogenee che presentano caratteristiche similari tra loro e una bassa variabilità interna. Le aree sono così identificate:

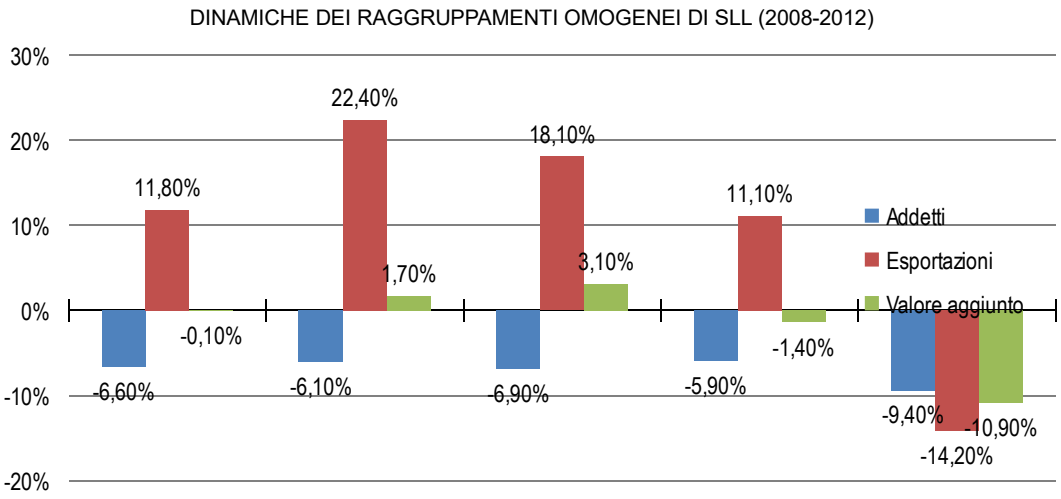
1. Distretti industriali urbani: 5 SLL con dimensione urbana e significativa presenza industriale di forma distrettuale.
2. Distretti industriali non urbani: 12 SLL che presentano distretti industriali al loro interno, ma che non hanno una dimensione urbana significativa:
3. Aree non distrettuali urbane: 6 SLL con caratterizzazione urbana specializzate nei servizi
4. Aree non distrettuali industriali: 11 SLL generalmente caratterizzati da una forte presenza dell'industria, dimensione d'impresa medio-grande e conseguente concentrazione.
5. Altre aree non distrettuali: 15 SLL con base economica non industriale (alcuni di essi sono specializzati in attività agricole o servizi turistici, che comunque nel complesso pesano per il 3% del valore aggiunto regionale).

I RAGGRUPPAMENTI OMOGENEI DEI SLL DELLA TOSCANA



Fonte: elaborazioni IRPET

A partire da questi raggruppamenti territoriali è possibile valutare se nel corso degli anni di crisi sia emerso un comportamento più o meno omogeneo tra le aree. Le prestazioni dei 5 gruppi, misurate attraverso i valori aggregati dell'occupazione (addetti manifatturieri e totali), i dati sulla proiezione estera (esportazioni) e i risultati d'impresa (fatturato e valore aggiunto), sono apparse diverse, pur in una tendenza generale alla contrazione dei risultati economici.
Le aree distrettuali, più orientate per loro natura ad una domanda non strettamente locale, hanno mostrato da un lato prestazioni medie d'impresa (in termini di proiezione estera e risultati economici) migliori rispetto alle aree non distrettuali (urbane e non); dall'altro, hanno presentato una migliore tenuta dal punto di vista occupazionale (pur in un contesto di flessione). A questo proposito, è un dato di fatto che la recente doppia ondata di crisi abbia colpito molto più l'attività industriale e meno quella dei servizi ed è conseguenza di ciò il fatto che la perdita di occupazione si sia concentrata soprattutto nell'industria. E' bene sottolineare al riguardo che nel periodo della crisi, l'andamento degli addetti nei settori manifatturieri è stato negativo in tutte le aree omogenee e in quasi tutti i sistemi locali toscani. Pur in questa tendenza comune che vede una contrazione dell'occupazione e, in particolar modo di quella manifatturiera, esistono differenze nelle aree caratterizzate da una specializzazione industriale.
Si nota, in particolare, come le "aree industriali non distrettuali" abbiano manifestato le prestazioni peggiori, un po' in tutte le variabili di interesse. Sono particolarmente preoccupanti i dati sugli addetti totali e manifatturieri (rispettivamente diminuiti del 9,4% e del 19,1%), che si discostano in misura marcata rispetto all'andamento medio regionale (-6,6% -11.2%) e che complessivamente confermano come in questi territori si concentri un problema occupazionale grave.
Al contrario, nonostante la forte specializzazione manifatturiera, i "distretti industriali" e, soprattutto, le "aree urbane distrettuali", pur in presenza di una dinamica negativa degli addetti, hanno invece mostrato tassi di variazione sicuramente migliori delle aree industriali non distrettuali, ma anche migliori rispetto al dato medio regionale.
Si marca quindi una chiara distinzione tra gli andamenti delle aree caratterizzate da una struttura di tipo distrettuale rispetto alle aree non distrettuali.



Fonte: elaborazioni IRPET

All'interno delle aree con caratteristiche distrettuali (distretti industriali e sistemi urbani manifatturieri), la dinamica dei settori di specializzazione del distretto è stata tuttavia mediamente più negativa rispetto al resto delle attività manifatturiere: i settori di specializzazione hanno perso l'11,8% degli addetti nel periodo 2008-2012, mentre la perdita nei settori manifatturieri non di specializzazione è stata più contenuta (-8.8%), e la perdita degli addetti nei servizi è stata in linea con quella che si è manifestata nelle aree urbane (-4,6% contro -5,1%).
Al di là degli andamenti aggregati, che descrivono un comportamento medio, i risultati espressi in termini di variazione del valore aggiunto, degli addetti e delle esportazioni, hanno mostrano una tendenza all'aumento della variabilità negli anni della crisi, con particolare riguardo per le esportazioni. L'unico dato per cui si è manifestata una riduzione della variabilità è la dinamica del valore aggiunto nelle aree industriali non distrettuali, che suggerisce a completamento di quanto osservato in precedenza anche una dinamica di diffusione delle difficoltà sistemiche che caratterizzano questi territori. Al di là di questo, però, i risultati osservati, sia considerando variabili che complessivamente si sono mosse positivamente (valore aggiunto ed esportazioni) sia negativamente (occupazione), indicano fenomeni di eterogeneità e polarizzazione tra i territori toscani e al loro interno. L'aumento della variabilità ha interessato anche la dinamica degli addetti ai settori di specializzazione all'interno dei distretti.

Dalle evidenze che riportate emerge quindi come la Toscana, per la forte complessità ed eterogeneità che ne caratterizza la struttura economico-territoriale, rappresenti un caso emblematico di come le traiettorie di sviluppo regionale siano la conseguenza di dinamiche locali. Queste ultime hanno mostrato, negli anni della crisi, un'eterogeneità sia nelle prestazioni medie tra raggruppamenti di sistemi locali, sia nei comportamenti al loro interno.
Quello che ricaviamo in definitiva è, da un lato, l'immagine di un sistema regionale in cui il distretto industriale ha garantito un "valore aggiunto" di vitalità al tessuto produttivo, anche per l'evidente capacità di collocarsi sui mercati internazionali; dall'altro lato, ricaviamo anche l'immagine chiara che nemmeno l'appartenenza ad un'area distrettuale ha protetto completamente le singole imprese dalle conseguenze della crisi. E' evidente che anche all'interno dei distretti si sono innescati dei meccanismi di cambiamento che, talvolta, hanno portato ad un ridimensionamento del settore di specializzazione, tale da mettere in difficoltà la natura stessa del sistema locale.
La riflessione che ne consegue è che i risultati economici della regione di scaturiscono da un mix di scelte individuali (ad esempio su quali mercati esteri operare) e di caratteristiche sistemiche (la presenza di relazioni industriali di tipo distrettuale) che mostrano un sistema regionale complesso: se da un lato le dinamiche delle aree riflettono fattori "regionali" di sviluppo (i quali sono a loro volta condizionati da fattori locali e sovranazionali), la presenza di caratteri propri dei territori, e delle imprese che operano nei territori, può comportare l'attivazione di meccanismi di sviluppo del tutto

diversi tra le aree. E' necessario che tutti questi fattori, da quelli macroeconomici a quelli più micro, siano attivati e stimolati per far fronte ad una crisi che ha avuto una portata eccezionale.

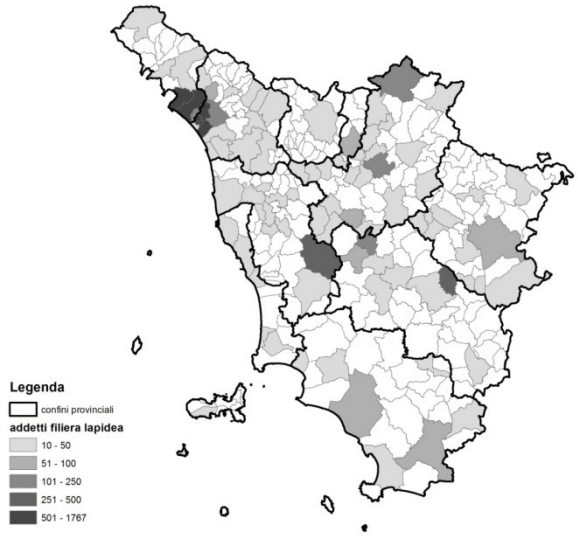
4.6.2. Struttura e dinamiche congiunturali della filiera dell'estrazione e della lavorazione di pietre in Toscana

In questa sezione vengono evidenziate le principali caratteristiche strutturali dei settori dell'estrazione e della lavorazione di minerali in Toscana.

4.6.2.1 Struttura

Gli andamenti congiunturali dell'economia toscana e di alcuni settori si sono ripercossi sulla filiera dell'estrazione e della lavorazione di minerali (nonché sulla produzione di beni strumentali per le attività estrattive), che costituisce una delle industrie che maggiormente caratterizzano il sistema produttivo toscano. Si tratta di una specializzazione storica che trae origine dalla presenza delle materie prime nel territorio regionale. Tali materie prime sono rappresentate principalmente dai marmi nel distretto apuo-versiliese, nella Provincia di Massa e Carrara e nella provincia di Lucca – comprendente i comuni di Carrara, Fivizzano, Massa, Minucciano, Montignoso, piazza al Serchio, Pietrasanta, Seravezza, Stazzema, Vagli di Sotto[9]. Si tratta del comprensorio più rilevante per l'industria lapidea italiana, con un peso di circa il 32% sull'export totale di prodotti lavorati in pietra. Oltre al distretto del marmo apuo-versiliese vi sono in Toscana altri siti di estrazione e lavorazione di pietre, quali quello dell'alabastro di Volterra (PI), il travertino di Rapolano (SI), ed altri localizzati nelle aree dell'Amiata e dell'Appennino. Si tratta di materiali spesso di alta qualità e destinati all'uso ornamentale e all'edilizia. Numero e densità di addetti nei settori permettono di identificare dei *cluster* di comuni in cui spicca appunto quello relativo al distretto Apuo-Versiliese.

ADDETTI ALLE IMPRESE DELL'ESTRAZIONE E DELLA LAVORAZIONE DI MINERALI, COMUNI TOSCANI, 2011[10]

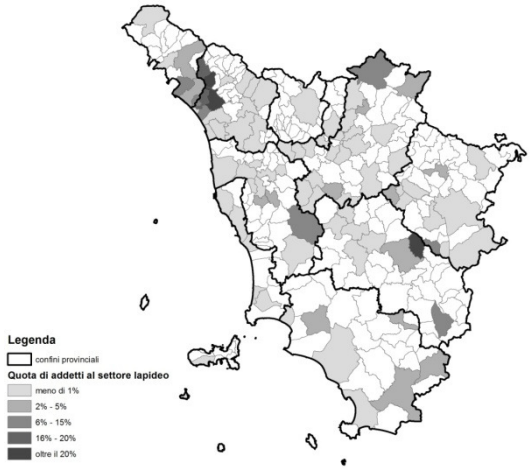


Fonte: elaborazioni su dati ISTAT

9 Si fa riferimento ai comuni identificati nella Delibera del Consiglio Regionale 69/2000 "Individuazione dei distretti industriali e dei sistemi produttivi locali manifatturieri".

10 Per l'identificazione delle imprese della filiera lapidea si sono considerati gli ambiti merceologici definiti dai settori di attività economica (ATECO) "Estrazione di pietre ornamentali e da costruzione" (08.11.0), "Taglio, modellatura e finitura di pietre ornamentali e per l'edilizia (23.7), "Fabbricazione di macchine da miniera, cava e cantiere" (28.92).

QUOTA DI ADDETTI ALLE IMPRESE DELL'ESTRAZIONE E DELLA LAVORAZIONE DI MINERALI SU ADDETTI ALLE IMPRESE TOTALI, COMUNI TOSCANI, 2011



Fonte: elaborazioni su dati ISTAT

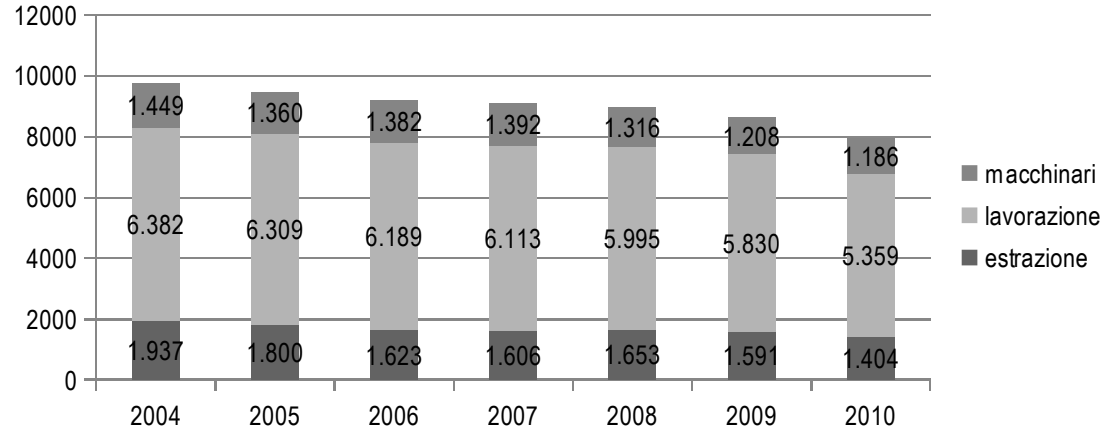
Si tratta, dunque, di un insieme di settori la cui localizzazione è determinata fondamentalmente dalla presenza di materie prime, attorno alle quali si sono sviluppate le attività relative alle varie fasi della filiera, che possono essere identificate come le seguenti: preparazione del sito ed estrazione dei materiali, lavorazione, commercializzazione. Inoltre vi sono alcuni comparti accessori, quali la produzione di macchinari per l'estrazione e la lavorazione, che si sono sviluppati in modo particolare nel distretto lapideo Apuo-Versiliese. Considerando le fasi di più immediata identificazione, ossia le attività di estrazione, di lavorazione e di produzione di macchinari, il comparto lapideo occupa circa 8mila addetti in tutta la Toscana, per un totale di circa 2500 imprese (dati ISTAT, anno 2010), di quali circa due terzi (5400) nelle attività di lavorazione, 1400 (18%) nell'estrazione e 1200 (15%) nella produzione di beni strumentali legati alla filiera lapidea.

Le attività di estrazione e di lavorazione di minerali generano un valore aggiunto di circa un miliardo di euro, di cui circa tre quarti nelle attività di lavorazione e un quarto nelle attività di estrazione. Si tratta di circa l'1% del valore aggiunto totale regionale. Il peso della filiera è assai più elevato nelle province di Massa-Carrara e Lucca, dove estrazione e lavorazione di minerali concorrono rispettivamente al 4% e al 2% del valore aggiunto provinciale totale, e al 27% e all'8% delle quote di valore aggiunto rispetto alle rispettive industrie provinciali: si tratta di dati che ben evidenziano il ruolo determinante dell'industria lapidea per le economie locali, soprattutto nella provincia di Massa-Carrara. Nella provincia di Massa-Carrara si trovano infatti circa 100 imprese di estrazione (110 cave), 500 di lavorazione, 550 nelle attività commerciali e 55 nella meccanica relativa all'industria lapidea.
Una componente fondamentale dei comparti lapidei toscani è dato dalla domanda estera. Al 2012 è stimato un ammontare di esportazioni regionali di circa 945 milioni di euro, di cui 195 di materie prime e 750 di prodotti lavorati. La Toscana presenta oltre il 30% delle esportazioni italiane di minerali da cave e dell'8% delle esportazioni italiane di prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi: si tratta di dati che esemplificano la propensione all'export della filiera lapidea, in particolare quella di materie prime estratte.

4.6.2.2 Dinamiche

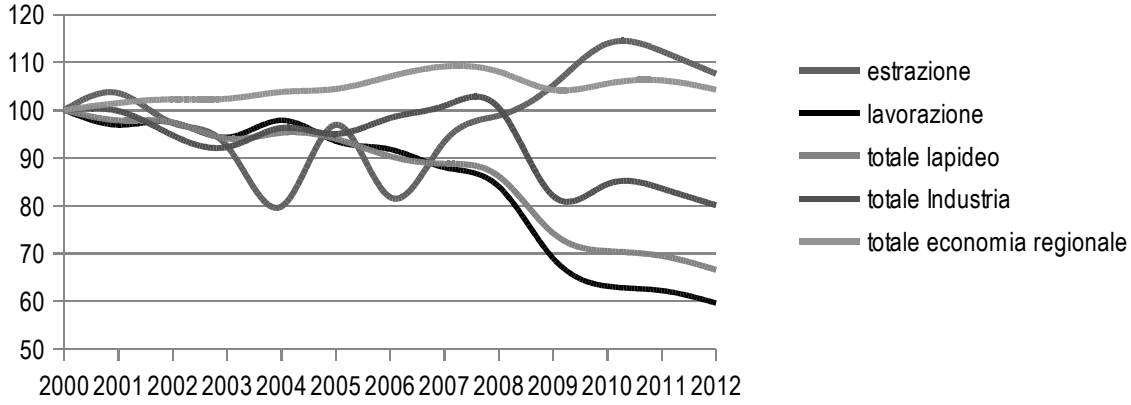
Le dinamiche del settore vedono una situazione di forte difficoltà nell'attuale fase congiunturale. L'industria ha infatti mostrato prestazioni inferiori sia rispetto alla media dell'economia toscana sia rispetto al resto dell'industria regionale, perdendo circa il 20% del valore aggiunto tra il 2008 e il 2012. Inoltre la fase recessiva che ha investito l'Italia a partire dal 2008 è andata ad innestarsi in una dinamica settoriale che già mostrava segnali di crisi. La principale differenza tra settori lapidei ed altri settori industriali è infatti data dal fatto che, mentre i secondi vedono una forte diminuzione soprattutto a partire dall'inizio della fase di crisi (2008) i settori lapidei nel loro complesso mostrano dinamiche negative anche negli anni precedenti alla crisi, avendo perso circa il 10% del valore aggiunto dal 2000 al 2008. Fatto 100 il valore aggiunto settoriale al 2000, tale valore è di 94 al 2005, 86 al 2008 e 67 al 2012: si tratta di una prestazione inferiore del 13% rispetto al totale dell'industria toscana.

ADDETTI ALLE IMPRESE DELLA FILIERA LAPIDEA, 2004-2010



Fonte: elaborazioni su dati ISTAT

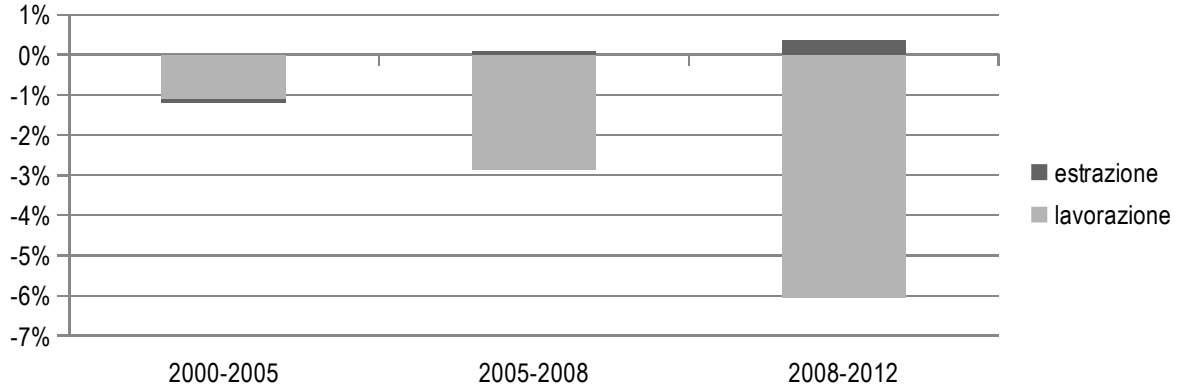
DINAMICA OCCUPAZIONALE DELL'INDUSTRIA LAPIDEA,2004-2012
Variazioni a prezzi costanti, 2004=100



Fonte: elaborazioni IRPET

Le dinamiche si sono differenziate in relazione alla fase produttiva all'interno della filiera. Se infatti le attività di estrazione hanno retto in misura maggiore alla congiuntura negativa, andando anzi ad aumentare il valore aggiunto dal 2008 al 2012, le attività di lavorazione hanno mostrato una dinamica assai negativa. È propria questa fase produttiva ad aver offerto un contributo fondamentale alle prestazioni negative dell'industria lapidea, in misura via via crescente dal 2000 ad oggi.

CONTRIBUTI ALLA CRESCITA DEL VALORE AGGIUNTO, ESTRAZIONE E LAVORAZIONE DI MINERALI NON METALLIFERI

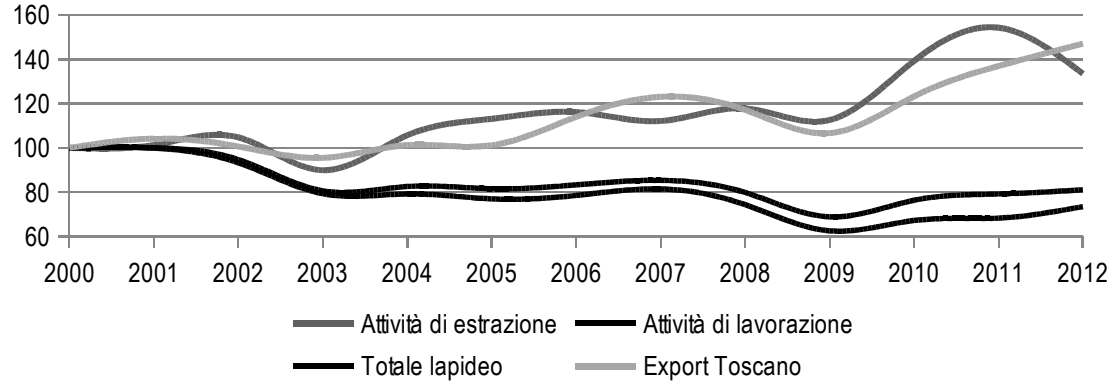


Fonte: elaborazioni IRPET

Come evidenziato, il settore lapideo – ed in particolare il comparto della lavorazione – attraversa una situazione di crisi che va oltre la fase congiunturale, ma sembra assumere caratteristiche più strutturali. Ne è prova il fatto che, nell'ultimo decennio, l'industria della lavorazione dei minerali sia tra quelli con le peggiori prestazioni tra i settori economici toscani, ed in particolare di quelli industriali. Il settore ha infatti presentato una perdita media annua di valore aggiunto (a prezzi costanti) del 3% nel periodo 2001-2011, a fronte di un valore medio dell'industria toscana di -0,4% e dell'intera economia regionale del 2,4%. Nello stesso periodo l'estrazione di minerali ha presentato un tasso annuo medio dell'1%.

Si tratta di dinamiche che vengono confermate anche dai risultati sui mercati esteri, in cui si vede il duplice andamento tra attività di estrazione e attività di lavorazione, che mostrano una tendenza del sistema lapideo ad aumentare l'export dei blocchi estratti anziché impiegarli in attività di trasformazione all'interno della Toscana, mentre queste ultime hanno teso all'impiego di materie prime importate. Di conseguenza sono aumentate sensibilmente le esportazioni delle attività estrattive – in misura paragonabile alla media dell'export toscano nell'ultimo decennio – mentre le attività di lavorazione si sono contratte molto dal 2000 ad oggi, soprattutto in due fasi: il periodo 2001-2004 e il periodo 2007-2009. Anche le attività di estrazione hanno comunque mostrato gli effetti della recessione, dapprima nel periodo 2008-2009, in cui comunque hanno tenuto in misura maggiore rispetto alla media delle esportazioni regionali, e soprattutto nel periodo 2011-2012, dove hanno mostrato una decisa dinamica recessiva. Nel complesso l'industria lapidea mostra una pur leggera ripresa delle esportazioni dal 2009 ad oggi, che tuttavia sono più basse del 20% rispetto ai valori dei primi anni Duemila. Le esportazioni hanno sofferto anche in relazione al resto d'Italia: dal 2000 al 2012 le esportazioni italiane hanno perso il 4%, mentre quelle toscane quasi il 20%. I prodotti della lavorazione hanno trainato verso il basso la quota toscana: se nel nel 2000 il 15% di prodotti finiti esportati proveniva dalla Toscana, al 2012 tale valore è scesa all'8%.

DINAMICA DELLE ESPORTAZIONI NEI SETTORI LAPIDEI, 2000-2012
Valori a prezzi correnti, 2000=100



Fonte: elaborazioni su dati ISTAT

La dinamica congiunturale si è riflessa anche sulle quantità estratte: dal 2008 al 2011 la quantità di materiale estratto per usi ornamentali in Toscana è diminuita dell'8%, mentre nella provincia di Massa-Carrara, dove si estraggono più del 70% delle pietre per usi ornamentali toscane, ha mostrato una contrazione del 3% e nella provincia di Lucca del 37%.

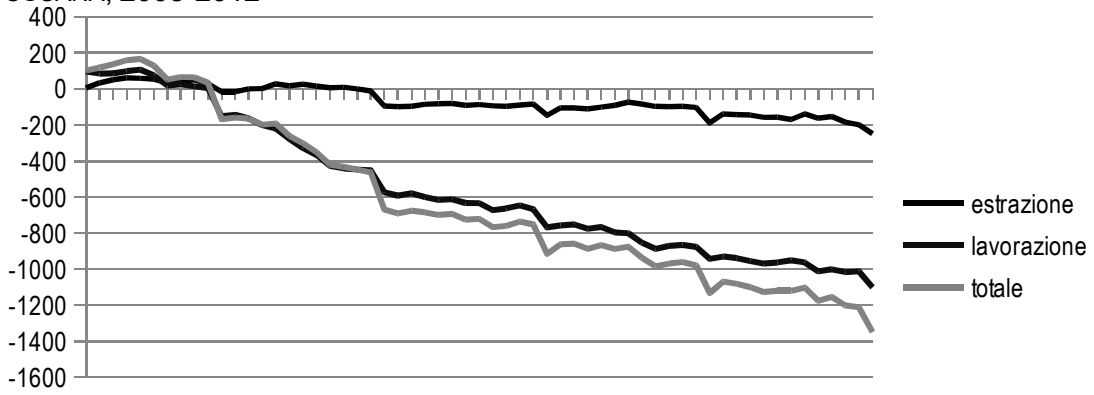
MATERIALE ESTRATTO PER USI ORNAMENTALI, 2008-2011
Metri cubi

	2008	2009	2010	2011
Arezzo	0	0	0	0
Firenze	74.352	124.970	53.660	60.265
Grosseto	0	8.933	5.491	9.484
Livorno	910	731	1.655	924
Lucca	93.741	43.685	64.193	59.115
Massa-Carrara	443.836	407.752	446.887	429.175
Pisa	40	0	0	0
Prato	0	0	0	0
Pistoia	20	20	350	200
Siena	18.156	15.580	18.630	18.573
Totale	631.056	601.673	590.866	577.736

Fonte: Regione Toscana

La congiuntura assai negativa che ha colpito il settore lapideo è andata così a riflettersi sul mercato del lavoro. I dati relativi ai flussi, ossia ai saldi tra assunzioni e cessazioni di rapporti di lavoro nelle imprese del settore, mostrano una costante emorragia occupazionale nei comparti lapidei, dal 2008 ad oggi. In tutti i mesi infatti i saldi tra assunzioni e cessazioni sono stati negativi, per un totale di circa 1350 posti di lavoro persi in Toscana dal 2008 al 2012, di cui 1100 nelle attività di lavorazione e 250 in quelle di estrazione.

SALDI CUMULATI TRA ASSUNZIONI E CESSAZIONI DI LAVORATORI SUBORDINATI E PARASUBORDINATI, TOSCANA, 2008-2012

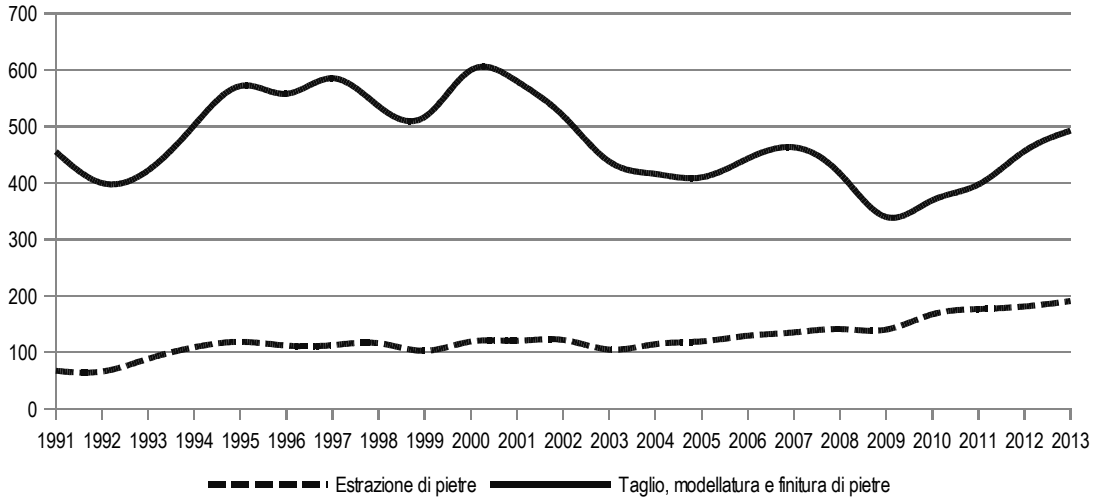


Fonte: elaborazioni IRPET

La provincia più colpita è stata quella di Massa-Carrara, in cui dal 1 gennaio 2008 al 31 luglio 2012 si sono perse oltre 400 posizioni lavorative, di cui 375 nelle attività di lavorazione e 30 nelle attività estrattive. Il distretto Lapideo Apuo-Versiliese, ha dunque subito fortemente la crisi sul mercato del lavoro: i sistemi economici locali del distretto lapideo hanno infatti presentato forti riduzioni nelle unita di lavoro impiegate. In particolare l'area di Massa e Carrara ha mostrato una perdita di 25 posizioni lavorative ogni 1000 abitanti, un valore tra i più elevati nei territori toscani e per il quale ha concorso in modo decisivo la dinamica dei settori estrattivi.

Se i dati sulla congiuntura del mercato del lavoro evidenziano le prestazioni negative del settore dell'estrazione e della lavorazione di pietre, alcune luci sono rintracciabili riguardo al commercio estero. L'export dei prodotti, in particolare di quelli ornamentali (marmo) presenta infatti un andamento di crescita, anche a partire dal 2008. Si tratta tuttavia di una dinamica che, per varie motivazioni, non è andata a riflettersi in un aumento sostanziale delle ricadute sul territorio – in particolare su quello del comprensorio Apuo-Versiliese. In altre parole, il valore aggiunto prodotto dal commercio estero non si è riflesso in termini di reddito disponibile e lavoro sul territorio.

ESPORTAZIONI DEL SETTORE DELL'ESTRAZIONE, DEL TAGLIO, MODELLATURA E FINITURA DI PIETRE (1991-2013)
Milioni di euro



Fonte: elaborazioni IRPET su dati ISTAT

4.6.3 Le previsioni

Questa sezione presenta le previsioni per l'economia toscana e per il settore delle attività di estrazione e lavorazione delle pietre, nonché per le branche di attività caratterizzate dai maggiori legami di filiera con questi ultimi. Per quanto riguarda le previsioni complessive, la modellistica economica elaborata da IRPET permette di avere un quadro di dettaglio sull'andamento delle componenti economiche dell'economia toscana nel biennio 2015-16. Si tratta di elementi che consentono una proiezione in avanti dei settori economici della regione, per il decennio 2014-2024. Dei settori a valle, ossia che attingono alle materie prime e ai prodotti delle attività estrattive e della lavorazione delle pietre, il più rilevante è rappresentato dall'edilizia, per la domanda sia di prodotti ornamentali sia di materiali da costruzione. Per questo a tale settore viene dedicato un approfondimento particolare. Infine, vengono fornite le previsioni degli altri settori legati all'estrazione e alla lavorazione di pietre: industria chimica e attività metallurgiche.

4.6.3.1 Le previsioni dell'economia toscana nel biennio 2015-2016

Il contesto economico internazionale previsto per il periodo 2015-2016 dovrebbe essere caratterizzato da una leggera accelerazione della dinamica congiunturale. Il 2015 dovrebbe infatti beneficiare di una ulteriore accelerazione delle economie sviluppate, con gli USA a tirare le fila e l'Europa e il Giappone caratterizzate da una ritmo più contenuto. I Paesi emergenti dovrebbero sperimentare anche nel biennio 2015/2016 una crescita ma, come accade ormai da diversi anni, il ritmo dovrebbe ulteriormente rallentare rispetto a quanto registrato nel corso del 2014. A gravare sul 2015 sarà soprattutto l'andamento della Russia per la quale si prevede addirittura una recessione di quasi quattro punti percentuali. L'evoluzione dell'economia cinese si dovrebbe assestare su un sentiero di crescita più contenuto rispetto al passato (tra il 6,8% del 2015 e il 6,3% del 2016) ma che appare più sostenibile. Il biennio che ci troviamo di fronte dovrebbe inoltre essere caratterizzato da un'inflazione in ulteriore riduzione nel corso dei primi mesi con una stabilizzazione dei prezzi solo nel corso del 2016, sempre rimanendo tuttavia al di sotto dei valori target del 2%. Lo scenario quindi assume una contrazione dei prezzi degli input intermedi sui mercati internazionali anche per tutto il 2015 con una leggera attenuazione di questa dinamica solo nel corso del 2016.
A queste componenti di natura internazionale se ne aggiungono altre relative allo scenario nazionale. Da un lato si fa nostra la previsione di una spesa per investimenti pubblici che dovrebbe essere in calo, in termini nominali, dell'1% circa nel corso del 2015 e che dovrebbe stabilizzarsi, con una variazione nulla, solo nel corso del 2016. A questo si aggiungerebbe una spesa per

consumi pubblici ancora in calo in termini nominali dello 0,7% nel 2015 con un ripresa nella spesa solo a partire dal 2016 (anno per il quale si ipotizza che la spesa per consumi pubblici torni a crescere al tasso nominale del 3%). Sul fronte della spesa delle famiglie, il turismo continuerà a giocare un importante funzione di stimolo e coerentemente con le dinamiche degli ultimi anni si assume un crescita della spesa turistica in ingresso attorno al 3% (a prezzi correnti). Le previsioni inoltre assumono che vista la favorevole dinamica dei tassi d'interesse sul debito pubblico e la leggera ripresa dell'inflazione il Governo sia in grado di trovare le risorse per coprire il bonus IRPEF erogato (gli 80 euro) senza ricorrere alle clausole di salvaguardia che richiederebbero al contrario di aumentare le aliquote dell'IVA già dal 2016 e che, in questo modo, ridurrebbero la dinamica dei consumi.
La simulazione, infine, è caratterizzata da un ipotesi, che sembra essere confortata dai primi segnali in corso d'anno, che assume una stabilizzazione degli investimenti in costruzioni che, dopo anni di pesanti cadute, nel biennio dovrebbero arrestare la frenata.

In questa cornice il 2015 toscano assume toni più confortanti con una crescita che finalmente dovrebbe manifestarsi in modo evidente. La ripresa dovrebbe assumere la forma di una variazione del PIL a prezzi costanti dell'1,2%. Nello stesso arco temporale l'Italia dovrebbe assestarsi su una variazione più contenuta e pari allo 0,8%.

PREVISIONI 2015-2016
Tassi di variazione a prezzi costanti

	Toscana		Italia	
	2015	2016	2015	2016
PIL	1,2%	1,0%	0,8%	1,3%
Import Reg.	1,5%	1,2%		
Import Estero	2,9%	1,8%	4,8%	3,5%
Cons. Fam. (Interni)	1,1%	1,2%	1,1%	1,4%
Cons. PA	-0,5%	0,4%	-0,5%	0,4%
Invest. Fissi Lordi	0,0%	1,5%	0,1%	1,6%
Export Reg.	0,9%	1,4%		
Export Estero	5,6%	1,0%	5,4%	3,5%

Fonte: stime IRPET

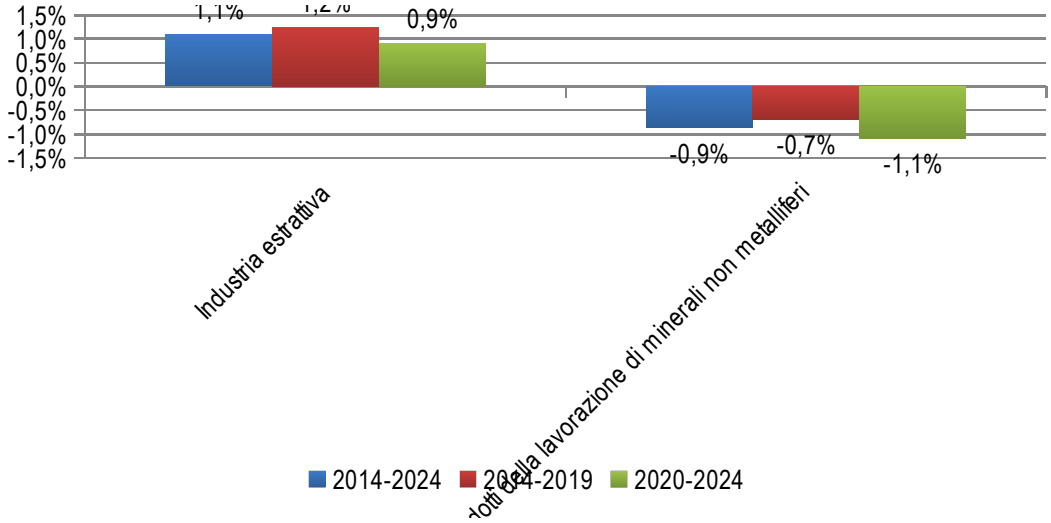
Rispetto agli anni precedenti si prevede che a cambiare sia soprattutto il volume dei consumi individuali sostenuti dalle famiglie: dopo una crescita dello 0,7% nel corso del 2014, si dovrebbe assistere ad una accelerazione della spesa che si prevede in crescita ad un ritmo fino all'1,1% (lo stesso ci si aspetta che accada per l'Italia). Si tratta di una componente importante, visto il peso sul totale della domanda rivolta al sistema produttivo regionale, e che da sola contribuisce a spiegare quasi il 60% di quella crescita del PIL. Al buon andamento del consumo degli individui dovrebbe contribuire non tanto e non solo una particolare ripresa del reddito disponibile, che comunque avverrà con ritmi attorno all'1,8% in termini nominali, ma anche e forse soprattutto una frenata dei prezzi che, in questo senso, favorirà il potere d'acquisto delle famiglie.
La spesa sostenuta dalla Pubblica Amministrazione diminuirà in termini reali dell'1% giocando un ruolo che non è certamente finalizzato a stimolare crescita ed è strettamente vincolato al rispetto di un sentiero di equilibrio che caratterizza la finanza pubblica ormai da anni. Il contributo che viene da questa componente di domanda quindi è negativo e pesa sul risultato finale espresso in termini di PIL per 0,1 punti percentuali.
Dopo anni di pesanti cadute, il 2015 dovrebbe caratterizzarsi come il primo in cui non si assisterà ad un segno negativo per gli investimenti in Toscana. Il contributo di questa componente alla formazione del PIL sarà comunque nullo per il 2015 e solo nel 2016 la domanda di beni di investimenti produrrà un effettivo stimolo alla crescita regionale. Quello che continua ancora a preoccupare in un'ottica di medio periodo è il fatto che questa lenta ripresa dopo anni di forti difficoltà non è in grado di far aumentare lo stock di capitale produttivo e mina la ripresa di quel processo di accumulazione di capacità produttiva tanto importante per determinare il sentiero di sviluppo futuro.

Passando alla domanda esterna, il risultato in termini di contributo netto proveniente da questa componente è la combinazione degli andamenti sui mercati internazionali e di quelli sui mercati interregionali. In questo senso, le esportazioni estere dovrebbero crescere ad un tasso che stimiamo in accelerazione: dal 4,4% del 2014 al 5,9% del 2015. Le importazioni dall'estero effettuate dalla Toscana dovrebbero aumentare arrivando a crescere nel 2015 di poco meno del 3%. Questa evoluzione garantirà comunque un saldo commerciale con l'estero che anche nell'anno in corso dovrebbe non solo rimanere positivo ma anche ulteriormente migliorare rispetto all'anno passato.
Il risultato del 2015 dovrebbe poi trovare conferma anche nell'anno successivo. Per il 2016 si stima, infatti, che il PIL cresca per la Toscana ad un ritmo dell'1% (il corrispondente dato italiano è previsto in aumento ad un tasso dell'1,3%). La crescita in questo caso dovrebbe tornare ad essere caratterizzata da un contributo più equilibrato tra le due componenti della domanda, quella di origine interna e quella di origine esterna, sia per effetto di un'attenuazione della spinta proveniente dai mercati internazionali, che dovrebbero aver in parte esaurito a quel punto l'impulso eccezionale che stiamo invece vivendo adesso, sia per effetto di una accelerazione degli investimenti e della spesa pubblica che dovrebbero segnare una variazione positiva.
Come sempre le previsioni vanno prese con cautela, tanto più quando ci si trova nel momento di inversione di un ciclo. D'altra parte però i segnali che arrivano dal primo trimestre sembrano dare conferma di queste attese. E' il caso delle vendite all'estero effettuate nel primo trimestre del 2015. A dire il vero, stando al dato aggregato diffuso da ISTAT le esportazioni verso l'estero della regione hanno fatto segnare nei primi tre mesi, rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente, una crescita nominale che è pari al +1,1% con un risultato che se confermato risulterebbe assai modesto rispetto alle attese e che risulterebbe difficilmente compatibile con le attese di crescita formulate. Quindi, o nei restanti trimestri le esportazioni estere della toscana cresceranno con variazioni eccezionali o, cosa che apparirebbe più probabile, si dovrà agire con una revisione al ribasso di quell'1,2% di crescita del PIL che come detto ci si aspetta a fine 2015.
Il risultato certificato dal servizio statistico nazionale però nasconde come al solito fenomeni particolari che, alterando risultato aggregato, rischiano di nascondere le reali performance diffuse sul sistema. È il caso di alcune produzioni quali l'oro (che essendo interessato in questi anni di crisi da oscillazioni di prezzo forti abitualmente altera la lettura del dato aggregato regionale), di alcune grandi imprese della meccanica (che producendo su commesse pluriennali subiscono oscillazioni notevoli nei flussi di esportazione che non si riflettono tuttavia in oscillazioni nella produzione, vero dato di interesse dal nostro punto di vista) e del petrolio (che, soprattutto in questi ultimi mesi, è stato sottoposto a tensioni sui prezzi che possono aver condotto a scelte aziendali, per i raffinatori toscani, tali da alterare i volumi esportati). Se escludiamo dal complesso questi tre aspetti otteniamo risultati che per la regione sono assai più favorevoli e assolutamente in linea con le attese di crescita che sono state formulate nelle stime.

4.6.3.2 Le previsioni dell'industria dell'estrazione e della fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi

I settori dell'industria estrattiva e della lavorazione di minerali (Fabbricazione di altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi) saranno caratterizzati, nel decennio 2014-2024, da dinamiche opposte. L'industria estrattiva sarà infatti caratterizzata da un tasso di crescita annuale medio (a prezzi costanti) dell'1,1%. La prima parte del decennio (2014-2019) vedrà una crescita media annuale dell'1,2%, mentre la seconda parte (2020-2024) vedrà una leggera riduzione, con una crescita media annuale dello 0,9%.
Viceversa, la branca della lavorazione delle pietre sarà caratterizzata da un decremento di 0,9 punti percentuali medi annuali nel decennio 2014-2024. Si tratta di una dinamica negativa che presenterà una maggiore evidenza nel periodo 2020-2024 (tasso medio annuale del -1,1%).

TASSI DI CRESCITA ANNUALI MEDI DEL VALORE AGGIUNTO, 2014-2024
Media dei tassi di variazione % rispetto all'anno precedente



Fonte: stime IRPET

Nel complesso, la dinamica della filiera dell'estrazione e della lavorazione di pietre sarà caratterizzato da una crescita negativa, pari al -0.1% annuale. Si tratta di un risultato dovuto sia alle diverse dinamiche dei due comparti della filiera, sia al maggiore peso delle attività di lavorazione rispetto a quelle estrattive nella composizione del valore aggiunto prodotto dalla filiera.

TASSI DI CRESCITA ANNUALI MEDI E CONTRIBUTI ALLA CRESCITA DEL VALORE AGGIUNTO, 2014-2024

	Peso	Tasso medio annuo di crescita	Contributo alla crescita
Industria estrattiva	39%	1.1%	0.4%
Lavorazione di pietre	61%	-0.9%	-0.5%
Totale	100 %	-0.1%	

Fonte: stime IRPET

4.6.3.3 Le previsioni degli altri settori economici legati alle attività dell'estrazione e della lavorazione di pietre

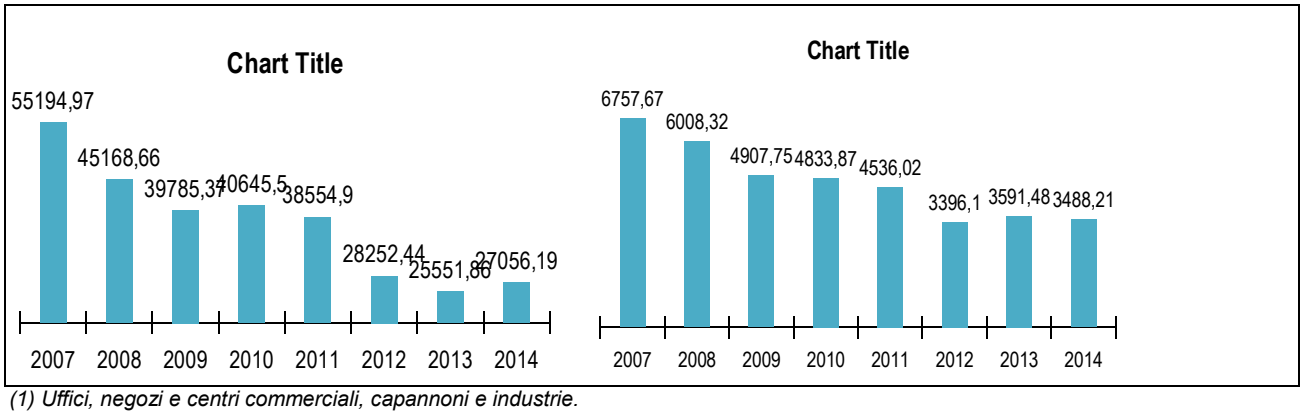
4.6.3.3.1 Andamento e previsioni del settore delle costruzioni

Le dinamiche del sistema economico toscano sono caratterizzate sia da una marcata eterogeneità territoriale sia da una differenziazione negli andamenti settoriali, ed in particolare in settori che sono fortemente legati a quello estrattivo.
È soprattutto nell'edilizia che si sono evidenziate le prestazioni peggiori. Il settore resta infatti adagiato sul fondo di una domanda che – rispetto al picco di massimo – si è oggi dimezzata tanto nella componente pubblica come in quella privata. Solo nella componente residenziale, alla fine del 2014, si sono manifestati alcuni primi segnali di una possibile inversione di tendenza, la cui reale portata è tuttavia ancora da decifrare.

Le dinamiche dell'edilizia sono legate al mercato immobiliare conferma nel 2014 i segnali di assestamento sui valori di minimo registrati a partire dal 2012. Le compravendite del segmento non residenziale sono tornate ad arretrare (-2,9%) dopo il leggero recupero del 2013, e restano al di sotto del 48% rispetto ai livelli del 2007. Fa meglio il residenziale, con transazioni in crescita del 5,9%: un contributo fondamentale al sostegno della domanda delle famiglie è pervenuto dal

sistema del credito, con un deciso incremento dei nuovi mutui per l'acquisto di abitazioni (+25,3% il dato tendenziale del quarto trimestre).

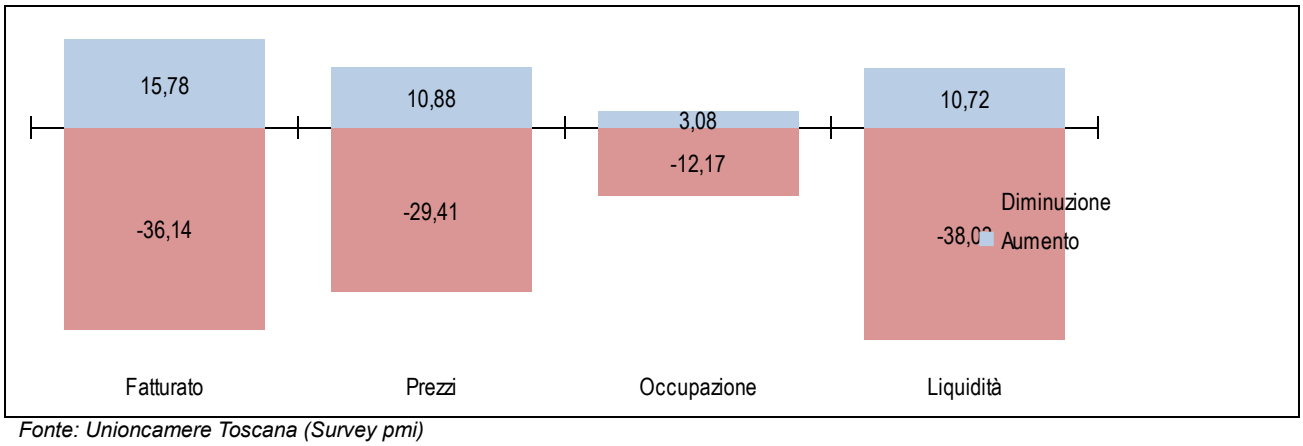
TRANSAZIONI DI UNITÀ IMMOBILIARI IN TOSCANA, PER DESTINAZIONE DELL'IMMOBILE
Numero di transazioni normalizzate (NTN) - valori assoluti



(1) Uffici, negozi e centri commerciali, capannoni e industrie.
Fonte: Agenzia del Territorio-Osservatorio del Mercato Immobiliare

Considerazioni analoghe a quella privata sembrano nel complesso applicabili anche alla domanda pubblica. Il numero dei bandi pubblicati resta attorno alle 600 unità ormai dal 2011, un valore più che dimezzato rispetto ai livelli del 2007-2008. Nel 2014 i 603 bandi pubblicati fanno segnare una riduzione del 3,1% rispetto ai 622 del 2013, cui corrisponde un'impennata degli importi (+41%, per un totale di 1.195 milioni di euro) da attribuire interamente al bando per la costruzione del nuovo polo ospedaliero di Pisa (447 milioni di euro): al netto dei bandi superiori a 100 milioni di euro (anche nel 2013 era stato pubblicato un bando superiore a tale soglia), gli importi messi a gara sono rimasti su livelli stabili (+0,3% sul 2013).
Nel complesso, sulla base delle stime di contabilità, la domanda per investimenti in costruzioni è pertanto nuovamente scesa nel 2014 tanto in termini reali (-6,2%) che a valori correnti (-5,1%).
Si riducono poi i livelli occupazionali del settore: gli addetti delle imprese registrate si riducono infatti del 6,4% rispetto al 2013, con una flessione più accentuata per i dipendenti (-9,1%) rispetto agli indipendenti (-3,6%). Da evidenziare, a tale riguardo, come il calo occupazionale sia determinato non soltanto dalla riduzione della base imprenditoriale, ma anche da un ridimensionamento delle strutture esistenti, dal momento che le imprese presenti sia nel 2013 che nel 2014 fanno segnare un -3,6%.
L'indagine realizzata da Unioncamere Toscana su un campione di quasi 500 imprese dell'edilizia consente infine di mettere a fuoco un calo del fatturato pari al 7,8% nel 2014. Le problematiche di mercato attraversato dalle imprese del settore consistono tuttavia non soltanto in una riduzione del volume d'affari, ma anche in maggiori difficoltà a riscuotere dai propri clienti/committenti, segnalate da quasi due imprese su tre (61%), quasi il doppio rispetto alla media degli imprenditori toscani (33%).
Un dato su cui pesano anche i ritardi di pagamento della Pubblica Amministrazione, e che si riflette in un deterioramento delle condizioni di liquidità, prevista in peggioramento nel 2015 dal 38% delle imprese edili ed in miglioramento dall'11%, contro valori che – per il totale economia – si collocano rispettivamente al 32% ed al 15%. Le previsioni degli operatori del settore continuano del resto ad essere decisamente negative anche per quanto riguarda l'evoluzione di prezzi, fatturato ed occupazione: le opinioni degli imprenditori non lasciano dunque presagire a breve inversioni di tendenza nella involuzione, ormai quasi decennale, del settore edile.

EDILIZIA: PREVISIONI OCCUPAZIONALI PER IL 2015
Andamenti previsti rispetto al 2014 (quote % sul totale)



Fonte: Unioncamere Toscana (Survey pmi)

Le previsioni decennali, nel periodo 2014-2024, vedono il perdurare della dinamica negativa che ha caratterizzato l'edilizia nell'attuale congiuntura. Nel decennio, infatti, il settore sarà caratterizzato da una diminuzione media annuale del valore aggiunto di 0,9 punti percentuali. Si tratta di una dinamica che sarà maggiormente accentuata nella prima parte del decennio (2014-2019), con una perdita media annuale dell'1%, mentre nella seconda parte (2020-2024) vi sarà una leggera riduzione della dinamica negativa, che comunque vedrà il valore aggiunto dell'edilizia diminuire di 0,7 punti percentuali ogni anno.

TASSI DI CRESCITA ANNUALI MEDI DEL VALORE AGGIUNTO, 2014-2024
Media dei tassi di variazione % rispetto all'anno precedente

	2014-2024	2014-2019	2020-2024
Costruzioni	-0.9%	-1.0%	-0.7%

Fonte: stime IRPET

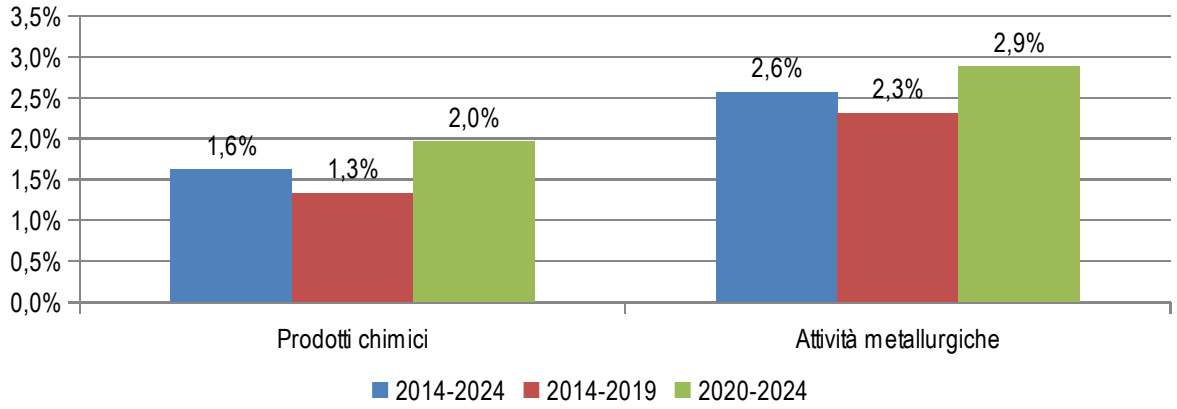
4.6.3.3.2 Le previsioni degli altri settori legati alle attività estrattive

Le attività estrattive sono caratterizzate da legami a valle con altri settori economici. Oltre alle attività dell'edilizia, le branche dell'economia maggiormente connesse con le estrazioni di pietre sono date da:
a) Fabbricazione di prodotti chimici;
b) Metallurgia.

Si tratta di settori che attingono sia a materiali estratti nel territorio regionale, sia a materiali importati dalle altre regioni italiane e dall'estero. La loro dinamica può comunque orientare le previsioni di fabbisogno dei prodotti delle attività estrattive in Toscana.
Ulteriori settori, quali la carta o l'alimentare, mostrano legami molto ridotti.

Il settore della metallurgia sarà caratterizzato da un tasso di crescita medio annuo del valore aggiunto del 2,6% nel periodo 2014-2024. Nella prima parte del decennio (2014-2019) il tasso di crescita medio annuo sarà del 2,3%, mentre nella seconda parte (2020-2024) sarà del 2,9%.
Anche il settore della fabbricazione di prodotti chimici sarà caratterizzato da un andamento positivo, con un tasso di crescita medio annuo dell'1,6% (1,3% nel periodo 2014-2019 e 2% nel periodo 2020-2024).

TASSI DI CRESCITA ANNUALI MEDI DEL VALORE AGGIUNTO, 2014-2024
Media dei tassi di variazione % rispetto all'anno precedente



Fonte: stime IRPET

In sintesi, andando a mettere insieme i settori economici maggiormente collegati con le attività di estrazione e lavorazione di pietre, si nota che, nonostante le industrie chimiche e metallurgiche saranno caratterizzate da una tendenza di crescita nel decennio 2014-2024, la loro dinamica tuttavia non andrà a compensare l'andamento negativo dell'edilizia, che si differenzia da questi due settori sia nei tassi di crescita (negativi per l'edilizia, positivi per chimica e metallurgia) sia nel peso rispetto all'economia regionale (mettendo insieme i tre settori, l'81% del valore aggiunto è prodotto dall'edilizia). Pertanto, nel complesso, l'andamento medio annuale nel periodo 2014-2024 sarà del -0,32%.

QUOTE, TASSI DI CRESCITA ANNUALI MEDI E CONTRIBUTI ALLA CRESCITA DEL VALORE AGGIUNTO, 2014-2024

	Peso	Tasso di crescita	Contributo alla crescita
Edilizia	81%	-1%	-0.69%
Prodotti chimici	11%	2%	0.17%
Metallurgia	8%	3%	0.20%
Totale	100%	-0.32%	

Fonte: stime IRPET

4.7 Analisi SWOT

Sulla base delle conoscenze descritte nei paragrafi precedenti è possibile rappresentare le caratteristiche strutturali e congiunturali relative al settore estrattivo toscano attraverso l'analisi SWOT.
L'analisi SWOT consiste nella classificazione dei risultati dell'analisi "preliminare" all'interno di un diagramma predefinito che agevoli l'individuazione delle priorità di intervento ed offra un valido supporto all'attività di programmazione.
La tabella che segue contiene i fattori endogeni (variabili che fanno parte integrante del sistema sulle quali è possibile intervenire per perseguire gli obiettivi prefissati) e i fattori esogeni (variabili esterne al sistema che possono influenzarlo in maniera positiva o negativa) che sono stati identificati in relazione alla gestione delle attività estrattive nel contesto regionale.

Tabella analisi SWOT

	Punti di forza	**Punti di debolezza**
fattori endogeni	Elevata varietà e qualità delle risorse minerarie presenti nel territorio Elevato impatto occupazionale ed economico dell'attività estrattiva a livello locale e regionale (estrazione, lavorazione e produzione beni strumentali) Presenza, in particolare nell'area Apuo-Versiliese, di attività di escavazione a carattere storico che rappresentano un'eccellenza a livello regionale ed internazionale.	Complessità ed eterogeneità dello scenario pianificatorio preesistente privo di completa attuazione Scarso utilizzo di prodotti di sostituzione e riciclati Consumo di risorse naturali e territoriali non rinnovabili (suolo, paesaggio ecc.) e impatti ambientali delle attività estrattive (produzione di rifiuti, inquinamento acustico, atmosferico, idrico) Carenza di dati sui quantitativi di materiali assimilabili e non piena copertura degli obblighi informativi da parte dei Comuni
	Opportunità	**Rischi**
fattori esogeni	Sostenibilità ambientale e paesaggistica delle attività estrattive Potenzialità di sviluppo dell'impiego dei prodotti di sostituzione e riciclati Rafforzamento della sostenibilità della filiera estrattiva attraverso incentivazione di sistemi di certificazione ambientale e sociale delle imprese Impiego di metodi innovativi di coltivazione delle cave Redazione di un unico strumento di programmazione ed operativo in materia di attività estrattive (PRC) esteso all'intera scala regionale Messa a punto di norme di conduzione delle attività estrattive che garantiscano tutela e valorizzazione dei caratteri paesaggistici ed ambientali esistenti Diffusione di marchi locali che promuovano le produzioni tipiche Incentivazione della lavorazione locale dei materiali estratti in particolare nella filiera del settore marmifero	Eccessiva riduzione e frammentazione delle Aree di interesse naturalistico Ulteriore perdita di integrità del paesaggio agro-silvo-pastorale e di diversità dei paesaggi rurali in aggiunta a quella dovuta a fenomeni di abbandono delle aree agricole Flessione dell'andamento economico delle attività estrattive e tendenza a contrazione di attività di lavorazione nel territorio Alterazione degli equilibri ambientali ed ecosistemici Concorrenza e globalizzazione del mercato

Il diagramma SWOT consente, inoltre, di effettuare una lettura incrociata, di tipo matriciale, dei fattori individuati al fine di formulare le strategie di intervento che possano:

- *sfruttare* le Opportunità che si interfacciano con i Punti di forza
- *trasformare* i Punti di debolezza sfruttando le Opportunità
- *affrontare* i Rischi attraverso i Punti di forza
- *evitare* che i Punti di debolezza accrescano i Rischi.

	Punti di forza	**Punti di debolezza**
Opportunità	*SFRUTTARE*	*TRASFORMARE*
Rischi	*AFFRONTARE*	*EVITARE*

5. ENTI E ORGANISMI PUBBLICI A CUI SI CHIEDE UN CONTRIBUTO TECNICO

Si riporta di seguito l'elenco degli organismi pubblici coinvolti nel processo di formazione del piano ai quali si chiede di fornire un apporto tecnico e conoscitivo idoneo ad incrementare il quadro conoscitivo.

- Province della Regione Toscana
- Città Metropolitana di Firenze
- Comuni della Regione Toscana
- Unioni dei Comuni della Regione Toscana

- ANCI
- UNCEM
- UPI

- A.S.L. della Regione Toscana
- A.R.P.A.T.
- A.R.R.R. Agenzia Regionale Recupero Risorse S.p.A.

- Camere di Commercio della Regione Toscana
- IMM Internazionale Marmi e Macchine Carrara S.p.A.

- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
- Ministero dello Sviluppo Economico
- Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo,
  - Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici della Toscana
  - Soprintendenza per i beni archeologici della Toscana
  - Soprintendenze per i beni Architettonici, Paesaggistici, Storici, Artistici e Etnoantropologici della Toscana
- I.S.P.R.A. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

- Autorità di Bacino:
  - del Fiume Arno
  - del Fiume Serchio
  - del Fiume Po
  - del Fiume Tevere
  - del Fiume Ombrone
  - Interregionale del Fiume Reno
  - Interregionale del Fiume Conca - Marecchia
  - Interregionale del Fiume Magra
  - Interregionale del Fiume Fiora
  - Distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale presso ADB Arno
  - Distretto Idrografico Pilota del Fiume Serchio presso ADB Serchio
  - Distretto Idrografico Appennino Centrale presso ADB Tevere

- Consorzi di Bonifica della Regione Toscana

- Autorità per il servizio di gestione integrata dei rifiuti urbani della Toscana

- ATO Acque della Toscana

- Enti Parco Nazionali della Regione Toscana
- Enti Parco Regionali della Regione Toscana

- Regioni confinanti:
  - Regione Emilia Romagna

- Regione Umbria
- Regione Liguria
- Regione Lazio

- Direzioni regionali interessate:
  - Agricoltura e sviluppo rurale
  - Ambiente ed Energia
  - Difesa del Suolo e Protezione Civile
  - Politiche Mobilità, Infrastrutture e Trasporto Pubblico Locale
  - Urbanistica e Politiche Abitative
  - Attività Produttive
  - Lavoro
  - Diritti di Cittadinanza e Coesione Sociale
- Settori regionali interessati
  - Assetto Idrogeologico
  - Genio Civile Toscana Nord
  - Genio Civile Toscana Sud
  - Genio civile Valdarno Centrale e Tutela dell'Acqua
  - Genio civile Valdarno Inferiore e Costa
  - Genio civile Valdarno Superiore
  - Protezione Civile e Rischio Alluvioni
  - Settore Idrologico Regionale
  - Pianificazione del territorio
  - Tutela, riqualificazione e valorizzazione del paesaggio
  - Sistema Informativo Territoriale ed Ambientale
  - Miniere e monitoraggio acque minerali e termali
  - Energia e Inquinamenti
  - Servizi Pubblici Locali
  - Valutazione Impatto Ambientale – Valutazione Ambientale Strategica – Opere Pubbliche di Interesse Strategico Regionale
  - Bonifiche Autorizzazioni rifiuti ed energetiche
  - Tutela della natura e del mare
  - Forestazione e Usi Civici
  - Assetto idrogeologico
  - Politiche orizzontali di sostegno alle imprese
  - Programmazione Viabilità di interesse regionale
  - Programmazione Porti Commerciali, Interporti e Porti e Approdi Turistici
  - Settore Prevenzione e Sicurezza sui Luoghi di Lavoro

Ai **Comuni** della Toscana, oltre a quanto essi ritengano utile trasmettere in relazione alla formazione del nuovo PRC, è richiesto specificamente:

- la geolocalizzazione del sito estrattivo attivo come da autorizzazione rilasciata;
- l'indicazione circa l'eventuale presenza sul territorio di cave dismesse, coltivate nel passato e prive di un preventivo impegno alla risistemazione che necessitano di interventi di recupero morfologico, ambientale o di messa in sicurezza;
- l'indicazione circa la presenza di cave (anche storiche o dismesse) dalle quali è stato estratto il materiale utilizzato per la realizzazione di monumenti;

Alle **Province** è richiesto di mettere a disposizione i dati in loro possesso utili alla definizione dei quadri conoscitivi, così come previsto al comma secondo dell'art. 12 della l.r. 35/2015.

I contributi tecnici dovranno pervenire entro il termine di sessanta giorni dall'avvio del procedimento.

6. ENTI E ORGANI PUBBLICI COMPETENTI ALL'EMANAZIONE DI PARERI, NULLA OSTA O ASSENSI

Prima dell'approvazione del PRC viene richiesta l’espressione del parere dell’Autorità di Bacino della Toscana, in funzione delle previsioni del Piano di Bacino del fiume Arno - Piano stralcio delle attività estrattive, comma quinto dell'art. 2 della Norma di Piano che prevede che “*Al fine del coordinamento con il piano di bacino e con i progetti di piani stralcio adottati, la programmazione delle attività estrattive dovrà essere presentata, prima dell'approvazione, all'Autorità di Bacino per l'espressione del relativo parere*”).

7. PROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ DI INFORMAZIONE E DI PARTECIPAZIONE DELLA CITTADINANZA ALLA FORMAZIONE DEL PIANO

Il Piano Regionale Cave sarà elaborato dando opportuno spazio ai momenti di confronto, concertazione, informazione e partecipazione, secondo quanto previsto dalle normative regionali in materia di programmazione (l.r. 1/2015), in materia di governo del territorio (l.r. 65/2014) ed in materia di Valutazione Ambientale Strategica (l.r. 10/2010) che disciplinano i vari passaggi previsti nel processo di formazione del Piano.

Per quanto riguarda l'informazione di cittadini e soggetti interessati al piano in questione, viene garantita l'accessibilità agli atti e documenti del piano e la trasparenza delle informazioni attraverso la pagina web del Garante regionale, nella quale viene inserito il link a tutti i documenti del piano adottati, nonché il programma delle attività di informazione e partecipazione, le attività in corso nel diverse fasi del procedimento, il rapporto del garante preliminare all'adozione, la delibera di adozione e le successive attività di informazione fino alla delibera di approvazione.
I cittadini e soggetti interessati potranno chiedere chiarimenti e informazioni scrivendo all'indirizzo: garante@regione.toscana.it

Al fine di garantire una informazione e partecipazione più ampia possibile vengono adottate le seguenti modalità in relazione alla scala e tipologia di piano da attivarsi dopo l'avvio di procedimento e prima dell'adozione.
Come descritto in dettaglio nel cap. 7 "Individuazione delle modalità di confronto esterno" dell'Informativa preliminare al Consiglio cui si rinvia, nel piano in questione viene già attivata la partecipazione ai sensi della l.r. 10/2010.
Viene già attivata inoltre la partecipazione e concertazione ai sensi della l.r. 1/2015, in due distinti momenti, ovvero nella fase preliminare di formazione del Piano dopo la trasmissione dell'Informativa al Consiglio e l'espressione degli eventuali indirizzi da parte di quest'ultimo e nella fase intermedia immediatamente prima dell'adozione del piano da parte della Giunta, al fine di valutare la proposta di piano nel suo complesso.
Si attua così il coinvolgimento di tutti i soggetti istituzionali e delle parti sociali fin dall'inizio del procedimento e fino all'adozione del piano attraverso due momenti resi obbligatori, quand'anche fossero in un caso facoltativi.
Vengono così informati e chiamati a partecipare al procedimento di formazione del piano tutti i soggetti indicati nell'atto di avvio del procedimento ai sensi delle leggi regionali citate.
La partecipazione di cui alla l.r. 65/2014, da svolgersi nelle diverse fasi del procedimento ovvero dopo l'avvio e fino all'adozione si ritiene di dover coordinarla con tali forme di partecipazione e concertazione nel rispetto del principio di non duplicazione di cui all'art. 36 della l.r 65/2014 e del divieto di aggravio procedimentale.
La partecipazione di cui alla l.r. 65/2014 non può non coinvolgere tutti i cittadini e soggetti interessati, anche all'esito della partecipazione di cui alla l.r. 10/2010 e della l.r 1/2015, in quanto non considerati nell'avvio del procedimento.
A tal fine si ritiene utile attivare sulla pagina web del Garante un format da compilare da parte dell'interessato nel quale inserire tutti i propri dati e il contributo partecipativo, con la facoltà di georeferenziare il sito in relazione al quale si intende offrire il proprio contributo tramite il link a geoscopio attivato sullo stesso format.
Tale forma di partecipazione coinvolge necessariamente tutti i cittadini singoli e associati e i soggetti interessati e al tempo stesso tiene conto della scala e tipologia di piano.
Il Garante, all'esito di tale partecipazione digitale, procederà ad esaminare da un punto di vista oggettivo e soggettivo i contributi pervenuti, potendo altresì organizzare incontri pubblici o workshop presso la sede regionale su specifiche tematiche e argomenti emersi dalla consultazione informatica, coinvolgendo anche sia la parte politica che la parte tecnica della Regione, anteriormente all'adozione.
Nella fase intermedia del procedimento il Garante redige il rapporto da allegare all'atto di adozione ai sensi dell'art. 18 comma 3 della l.r. 65/2014, pubblicato poi sulla sua pagina web, nel quale evidenzia le iniziative assunte in attuazione del programma e i risultati dell'informazione e

partecipazione emersi nella partecipazione effettuata ai sensi della l.r. 65/2014, della l.r. 1/2015 e della l.r. 10/2010, con le modalità sopra descritte.
Successivamente all'adozione, il garante cura le ulteriori attività di informazione e partecipazione in relazione alle osservazioni pervenute e alle controdeduzioni.

Nel cronoprogramma illustrato nel paragrafo seguente sono evidenziate in rosso le attività di partecipazione e consultazione VAS, oltre alle attività di informazione a seguito dell'approvazione definitiva in Consiglio.

7.1 Cronoprogramma

Di seguito è illustrata l'ipotesi di tempistica del Piano, secondo gli adempimenti previsti dalle varie normative regionali (l.r. 65/2014, l.r. 1/2015 e l.r. 10/2010) e tenendo conto che è in corso di predisposizione una modifica della l.r. 35/2015 in relazione alla tempistica di adozione del piano (art. 57 comma 1).

**** N.B. I tempi sono condizionati dalla programmazione delle attività consiliari (evidenziati in colore grigio). – In rosso le attività di partecipazione, informazione e consultazione ai sensi delle l.r. 65/2014, l.r. 1/2015 e l.r. 10/2010***

Mese/anno		Marzo 2016	Aprile 2016	Maggio 2016	Giugno 2016	Luglio 2016	Agosto 2016	Settembre 2016	Ottobre 2016		Novembre 2017	Dicembre 2017	Gennaio 2018	Febbraio 2018	Marzo 2018	Aprile 2018 (termine ultimo per adozione)	Maggio 2018	Giugno 2018	Luglio 2018	Agosto 2018	Settembre 2018	Ottobre 2018	Novembre 2018	Dicembre 2018	Gennaio 2019
FASE	Attività																								
A - Fase Preliminare Informativa al CR (art. 48 Statuto) + Documento di avvio del procedimento (art. 17 l.r. 65/2014) + Preliminare di VAS (art. 23 l.r. 10/2010)	1.1: Esame del CD (Informativa e Doc. avvio del Procedimento)																								
	1.2: Esame della GR (Informativa e Doc. avvio del Procedimento) e invio Informativa al CR per indirizzi e avvio del procedimento																								
	1.3: Invio Preliminare di VAS al NURV e agli SCA per consultazioni																								
	1.4: Consultazioni VAS (max 90 giorni)																								
	1.5: Indirizzi da parte del CR *																								
	1.6: Esame del NURV per l'emanazione del parere sul Preliminare di VAS																								
	1.7: Emanazione del parere AC VAS																								
	1.8: Acquisizione degli apporti tecnici di cui all'art. 17 l.r. 65/2014																								
	1.9: Concertazione lr1/2015 (che assolve alla partecipazione di cui alla lr 65/2014)																								
B – Fase Intermedia Proposta di Piano + Rapporto ambientale e Sintesi non tecnica + Rapporto del Garante dell'informazione e della partecipazione	2.1: Elaborazione della Proposta di Piano, Rapporto Ambientale e Sintesi non Tecnica, Rapporto del Garante																								
	2.2 Adozione in GR per la concertazione																								
	2.3 Concertazione lr1/2015 (che assolve alla partecipazione di cui alla lr 65/2014)																								
	2.4: Esame della GR di Proposta di Piano, Rapporto Ambientale e Sintesi non Tecnica, Rapporto del Garante e trasmissione in CR per adozione																								
	2.5: Esame e adozione da parte del CR *																								
	2.6: Pubblicazione avviso su BURT, avvio consultazioni e partecipazione (l.r. 10/2010, l.r. 65/2014), invio del Rapporto ambientale, Sintesi non tecnica, Proposta di Piano a NURV-AC																								
	2.7: Consultazioni l.r. 10/2010 e osservazioni lr 65/2014																								
	2.8: Esame NURV-AC (parere motivato VAS + validazione metodologie di valutazione)																								
C – Fase Finale Proposta finale di Piano + Rapporto ambientale, Sintesi non tecnica, Dichiarazione di sintesi + Rapporto del Garante	3: predisposizione proposta finale di Piano, Rapporto Ambientale e Sintesi non Tecnica, Dichiarazione di sintesi, Rapporto del Garante																								
	3.1: Esame in CD e adozione della GR della Proposta di Piano, Rapporto Ambientale e Sintesi non Tecnica, Dichiarazione di sintesi, Rapporto del Garante e trasmissione in CR per approvazione																								
	3.2: Esame e approvazione in CR *																								
	3.3: Informazione circa la decisione - Pubblicazione avviso su BURT (l.r. 10/2010 e l.r. 65/2014)																								

8. INDIVIDUAZIONE DEL GARANTE DELL'INFORMAZIONE E DELLA PARTECIPAZIONE

Il Garante dell'informazione e partecipazione è il Garante regionale nominato con DPGR n. 83 del 18.5.2016, ovvero l'Avv. Francesca De Santis.
Il Garante ha sede presso la Direzione Urbanistica e politiche abitative della Regione in Via di Novoli a Firenze.
L'indirizzo di posta elettronica è garante@regione.toscana.it.

Allegato 1

Prezzi di mercato, per il biennio 2018/2019

Qualità/Varietà	Blocchi Sani Squadrati €/tonn	Blocchi difettosi/ Semisquatrati €/tonn	Blocchi Informi €/tonn
Statuario 1° scelta	€ 4.725,00	€ 2.100,00	€ 420,00
Calacatta 1° scelta	€ 4.725,00	€ 2.100,00	€ 420,00
Statuario 2° scelta Calacatta 2° scelta	€ 2.362,00	€ 1.050,00	€ 315,00
Cremo 1° scelta	€ 1.890,00	€ 945,00	€ 262,00
Venatino – Cremo 2° scelta – Paonazzo – Zebrino	€ 840,00	€ 420,00	€ 183,00
Bianco Carrara C Venato C – Arabescato	€ 504,00	€ 252,00	€ 105,00
Bianco Carrara C/D Venato C/D – Verdello	€ 294,00	€ 147,00	€ 73,00
Nuvolato – Bardiglio	€ 210,00	€ 105,00	€ 63,00
Bianco Carrara D Venato D	€ 147,00	€ 73,00	€ 42,00
Marmi scuri	€ 94,00	€ 52,00	/

Status della scheda	*Status della formazione*	*Età*	*Regione*	*Data di comp./ modifica scheda*	*Data di messa in rete*
Revisionata	Da integrare	Neogene	Toscana, Lazio	01/2001	11/2006

ARENARIE DI MANCIANO

A. **NOME DELLA FORMAZIONE:** "arenarie di Manciano"
Sigla: FMN
Formalizzazione: *proposta.*
Autore/i: PELLEGRINI M. (1967).
Riferimento bibliografico: PELLEGRINI M. (1967) Osservazioni geologiche sull'Arenaria di Manciano. Mem. Soc. Geol. It., 6: 329-342, 11 ff., 1 carta geol. 1:30.000, Pisa [11].
Eventuali revisioni:
Altri lavori: [1], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [10], [12], [13].
Unità di rango superiore:
Unità di rango inferiore:

B. **CARTA GEOLOGICA NELLA QUALE COMPARE:** Carta Geologica del Bacino del Fiume Albegna.
Autore/i della carta: BETTELLI G., BONAZZI U., FAZZINI P., FONTANA D., GASPERI G. & PELLEGRINI M.
Data di pubblicazione: 1992.
Scala della carta: 1:50.000.
Note illustrative di riferimento:
Monografia allegata alla carta: [2].
(cfr. "COMMENTI")

C. **SINONIMIE E PRIORITÀ:** "arenaria a *Scutella*" [4], [5], [6]; "arenaria ad *Ostreae crassissima*" p.p., [1], [10], [12], [13]; "arenaria di Capalbio"; "calcareniti e calcari più o meno sabbiosi" [1].

D. **SEZIONE-TIPO:** *non designata. Località tipo:* Manciano.
Tavoletta della località-tipo: 136 IV NO-SO, Manciano-La Campignola.
Coordinate della base della sezione-tipo:
Latitudine: Longitudine:

Sezioni stratigrafiche di supporto:
Affioramenti tipici: Manciano (Poggio Sanapia-Pelagone), Capalbio, Pescia Fiorentina, Lago Acquato [7].

E. **ESTENSIONE DEGLI AFFIORAMENTI:** *meno di 10 kmq* *(desunta dall'area complessiva)*

Regione: Toscana, Lazio.

F. **CARATTERI LITOLOGICI DI TERRENO:** l'unità è caratterizzata dall'alternanza di arenarie medio-grossolane a laminazione incrociata ad alto angolo (presenti solo alcune tane e piste di organismi) e livelli di arenarie a grana fine intensamente bioturbate [7].

Alla base è presente un conglomerato basale, forse continuo ma di modesto spessore (60 cm - 1-2 m), costituito da ciottoli calcarei e calcareo-marnosi provenienti dall'elaborazione dei complessi liguri (in prevalenza calcarei), e da resti di gusci di Ostree, Lamellibranchi ed Echinidi. Il grado di arrotondamento dei ciottoli è buono, ed il diametro medio varia da 1 a 15 cm circa. Il passaggio alle sovrastanti arenarie sembra graduale ma rapido, con progressiva diminuzione del diametro e dell'abbondanza dei ciottoli, e conseguente aumento della componente arenacea [5], [7], [11].

Le arenarie si presentano in genere stratificate in grossi banchi con spessori variabili da 1,5 m a circa 6 m. Scarse sono le variazioni litologiche e granulometriche sia all'interno degli strati che nell'unità nel suo complesso. Le arenarie sono in genere ben classate e caratterizzate da laminazione incrociata a grande scala e ad alto angolo (migrazione di *megaripples* o dune) , in *set* a forma concava e di qualche centimetro di spessore; l'inclinazione delle lamine è compreso tra 17° e 25°, mentre il loro orientamento è molto variabile (i soli non rappresentati sono i quadranti orientali). In alcuni casi sono visibili sezioni di canali, larghi oltre un metro, con laminazione incrociata a festoni e con concentrazioni di ciottoli nella parte inferiore. Rare sono le lamine scure per arricchimento in minerali pesanti. Dispersi nelle arenarie si ritrovano ciottoli argillosi e gusci di Ostree, mentre mancano sempre elementi che indichino esposizione subaerea [7].

Abbastanza frequenti sono allineamenti di ciottoli minuti e di gusci di echinidi, parallelamente alla stratificazione [7].

Negli affioramenti di Pescia Fiorentina, sono presenti anche laminazioni piano-parallele, e molto più abbondanti sono i bioclasti (gusci di Echinidi e valve di Lamellibranchi), sia in lenti che in livelli paralleli alla stratificazione [7].

CARATTERI LITOLOGICI DI LABORATORIO: le arenarie sono arcose ed arcose litiche caratterizzate da apporti da rocce granitiche, ed in subordine da rocce sedimentarie in parte appartenenti a complessi liguri (es. Calcari a Calpionelle) e da vulcaniti di composizione riolitico-andesitica [7]. Da segnalare che le arenarie dell'area di Pescia Fiorentina si differenziano da quelle delle altre località, perchè caratterizzate da un alto contenuto in clasti intrabacinali carbonatici [7].

G. **SPESSORE DELL'UNITÀ E SUE VARIAZIONI:** lo spessore è molto variabile, da poche decine di metri ad un massimo di 250 m (a sud di Case Detti) [5], [11].

Geometria esterna:

H. **RAPPORTI STRATIGRAFICI**

Formazione/i sottostante/i: I) "argille scagliose"; II) "formazione di Santa Fiora" [5]; III) complesso dei "Galestri e Palombini" [1], [13]; IV) (genericamente) "Unità argilloso calcarea" del Cretaceo superiore-Paleocene" [2]; V) "flysch Tolfetani"; VI) Unità di Canetolo [3]; VII) Unità Ofiolitica [3].

Natura dei limiti: passaggio stratigrafico trasgressivo [4], [6], [7].

Criteri utilizzati per fissare i limiti: presenza di una superficie di discontinuità marcata spesso da un conglomerato basale [7].

Segnalazione di affioramenti favorevoli per tali osservazioni: non segnalati.

Altre considerazioni: questa unità sembra saldare più Unità alloctone [3] (cfr. "COMMENTI").

Formazione/i sovrastante/i: I) "formazione argillosa del Fosso Bianco"; II) "formazione ciottoloso-conglomeratica di Poggio Piazza de' Tori".
Natura dei limiti: passaggio stratigrafico trasgressivo [11].
Criteri utilizzati per fissare i limiti: presenza di una superficie di discontinuità.
Segnalazione di affioramenti favorevoli per tali osservazioni: non segnalati.
Altre considerazioni: in genere l'unità è sormontata da depositi conglomeratici o argillosi del Miocene superiore e del Pliocene inferiore.

Formazione/i eteropica/e:
Natura dei limiti:
Criteri utilizzati per fissare i limiti:
Segnalazione di affioramenti favorevoli per tali osservazioni:
Altre considerazioni:

Formazione incassante:
Natura dei limiti:
Criteri utilizzati per fissare i limiti:
Segnalazione di affioramenti favorevoli per tali osservazioni:
Altre considerazioni:

I. FOSSILI:

Macrofossili: Echinidi (caratteristici degli affioramenti del fosso del Pelagone, di poggio La Vecchia e poggio Sciadatte): *Scutella leognanensis* LAMBERT, *Scutella striatula* DE SERRES, *Scutella paulensis* AGASSIZ, *Amphiope* cfr. *bioculata* (DESMOLINS), *Clypeaster* sp. (GIANNINI) [3]; Ostreidi (caratteristici degli affioramenti più occidentali, poggio sorbo, C. dell'Orto, C. Cavallino): *Gryphaea* (*Crassostrea*) *gryphoides* (SCHLOTHEIM), *Gryphaea gryphoides* var. *gingensis* (SCHLOTHEIM) [3]; Lamellibranchi (*Lima* sp.) [3], *Balanus*, Briozoi, Molluschi, Anellidi, Corallinacee [11], Ostracodi [5].

Microfossili: frammenti di Foraminiferi (Gipsinidi, Textularidi, *Bolivina* sp., camere di Globigerine od Orbuline, *Amphistegina* sp., *Elphidium* sp., *Elphidium crispum* (LINNEO), *Spiroplectammina carinata* (D'ORBIGNY), *Valvulina* prob. *pennatula* (BATSCH), *Operculina* sp., *Cibicides* sp., *Vaginulina* sp., Rotalidi) [5], [11].

L. ATTRIBUZIONE CRONOLOGICA

su base biostratigrafica: Langhiano [4], [6].
età radiometrica:

M. AMBIENTE DEPOSIZIONALE:

deposito di facies litorale o neritica [11]: le caratteristiche tessiturali e le faune presenti suggeriscono un ambiente marino di acque basse ad alta energia, probabilmente di spiaggia sommersa con un sistema di barre migranti, con alternanza a zone a minore energia, relativamente più profonde ed al di fuori del normale moto ondoso (aree di inter-barra o di transizione all'*offshore*). La notevole dispersione degli orientamenti delle barre, suggerisce che gli eventi di tempesta siano i principali responsabili del processo di migrazione delle barre [7].

N. DOMINIO PALEOGEOGRAFICO DI APPARTENENZA:

"semiautoctono" o "neoautoctono" della Toscana meridionale [11] (cfr. "COMMENTI").

O. UNITÀ STRUTTURALE DI APPARTENENZA:

Unità Epiligure [3] (cfr. "COMMENTI").

COMMENTI DI INTEGRAZIONE ALLE VOCI:

B) L'unità verrà cartografata anche nel foglio 355 (Ronciglione) della Carta Geologica d'Italia a scala 1:50.000.

H), N) e O) Da sempre numerosi AUTORI ritengono che questa unità non debba essere considerata autoctona in Toscana meridionale (sebbene sia trasgressiva sui complessi liguri che, nel Miocene inferiore, si erano già accavallati e smembrati), ma alloctona, depostasi cioè in una zona più interna rispetto a quella attuale. Confermano questa ipotesi, il grado di smembramento dei vari affioramenti, il tipo di apporti propri di queste arenarie (da aree granitiche, con manifestazioni vulcaniche andesitiche oligo-mioceniche, e dal substrato ligure in parte emerso) ed il substrato dell'unità (costituito solo dai complessi liguri) [7].

OSSERVAZIONI DEL COMPILATORE:

Bibliografia:

[1] - ALBERTI A., BERTINI M., DEL BONO G.L., NAPPI G. & SALVATI L. (1970) - *Note illustrative alla Carta Geologica d'Italia, alla scala 1:100.000, F.136 (Tuscania)*. Serv. Geol. d'It.: pp. 141, Ercolano (Napoli).

[2] - BETTELLI G. (1981) - *La geologia fra le valli del F. Albegna e del F. Fiora (Toscana meridionale)*. In: Atti 70° Congr. Soc. Geol. It., Siena 6-11 ott. 1980. Mem. Soc. Geol. It., **21** (1980): 157-162, Roma.

[3] - BONAZZI U., FAZZINI P. & GASPERI G. (1992) - *Note alla Carta Geologica del Bacino del Fiume Albegna*. Boll. Soc. Geol. It., **111** (2): 341-354, 4 ff., 1 tav. f.t., Roma.

[4] - DESSAU G. (1952) - *Geologia e depositi di antimonio e d'altri metalli del Gruppo dei Monti Romani (Comune di Manciano, Maremma Toscana)*. Boll. Soc. Geol. It., **70** (1951), (1): 1-64, Roma.

[5] - DESSAU G., DUCHI G. & STEA B. (1972) - *Geologia e depositi minerari della zona Monti Romani-Monteti (Comuni di Manciano, Capalbio e Ischia di Castro)*. Mem. Soc. Geol. It., **11**: 217-260, 1 f., tabb. 4, tavv. 3, 1 carta geol. 1:25.000, Pisa.

[6] - DESSAU G., MERLA G., SCARSELLA F., SIGNORINI R. & TREVISAN L. (1951) - *Appunti geologici sul Grossetano tra l'Argentario e il Monte Canino*. Boll. Soc. Geol. It., **69** (1950), (1): 69-76, Roma.

[7] - FONTANA D. (1980) - *Caratteri petrografici e sedimentologici delle Arenarie di Manciano nella Toscana meridionale*. Miner. Petrogr. Acta, **24**: 77-94, 8 figg., 1 tab., Bologna.

[8] - GIANNINI E. (1958) - *I fossili dell'arenaria di Manciano (Grosseto)*. Paleontogr. Italica, ser. 21, **51** (1957): 97-103, Tavv. 26-29, Pisa.

[9] - LAZZAROTTO A., SANDRELLI F., FORESI L.M., MAZZEI R., SALVATORINI G., CORNAMUSINI G. & PASCUCCI V. (2002) - *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 295, Pomarance*. Serv. Geol. d'It.: pp. 140, Firenze.

[10] - MALESANI P. & MANETTI P. (1967) - *Ricerche sulle arenarie, XVII. Osservazioni su alcune formazioni mioceniche della Toscana e della Romagna*. Boll. Soc. Geol. It., **86**: 213-232, Roma.

[11] - PELLEGRINI M. (1967) - *Osservazioni geologiche sull'Arenaria di Manciano*. Mem. Soc. Geol. It., **6**: 329-342, 11 ff., 1 carta geol. 1:30.000, Pisa.

[12] - SESTINI G. (1970) - *Sedimentation of the late Geosynclinal Stage*. Sedim. Geol., **4** (3-4): 445-479, 4 figg., 4 tabb., Amsterdam.

[13] - SIGNORINI R. (1955) - *Geologia dei Monti di Capalbio (Grosseto)*. Boll. Soc. Geol. It., **73** (1954): 19-29, 1 carta geol. 1:25.000, Roma.

Elenco allegati:

A. Distribuzione cronostratigrafica delle Unità deposizionali riconosciute in Toscana meridionale, da [9], fig. 3.

B. Tabella della composizione principale delle arenarie, da [7].

WORKSHEET N° 2120
COMPILATORE: Paola Falorni
DATA DI COMPILAZIONE: 07/1999

ALLEGATO A

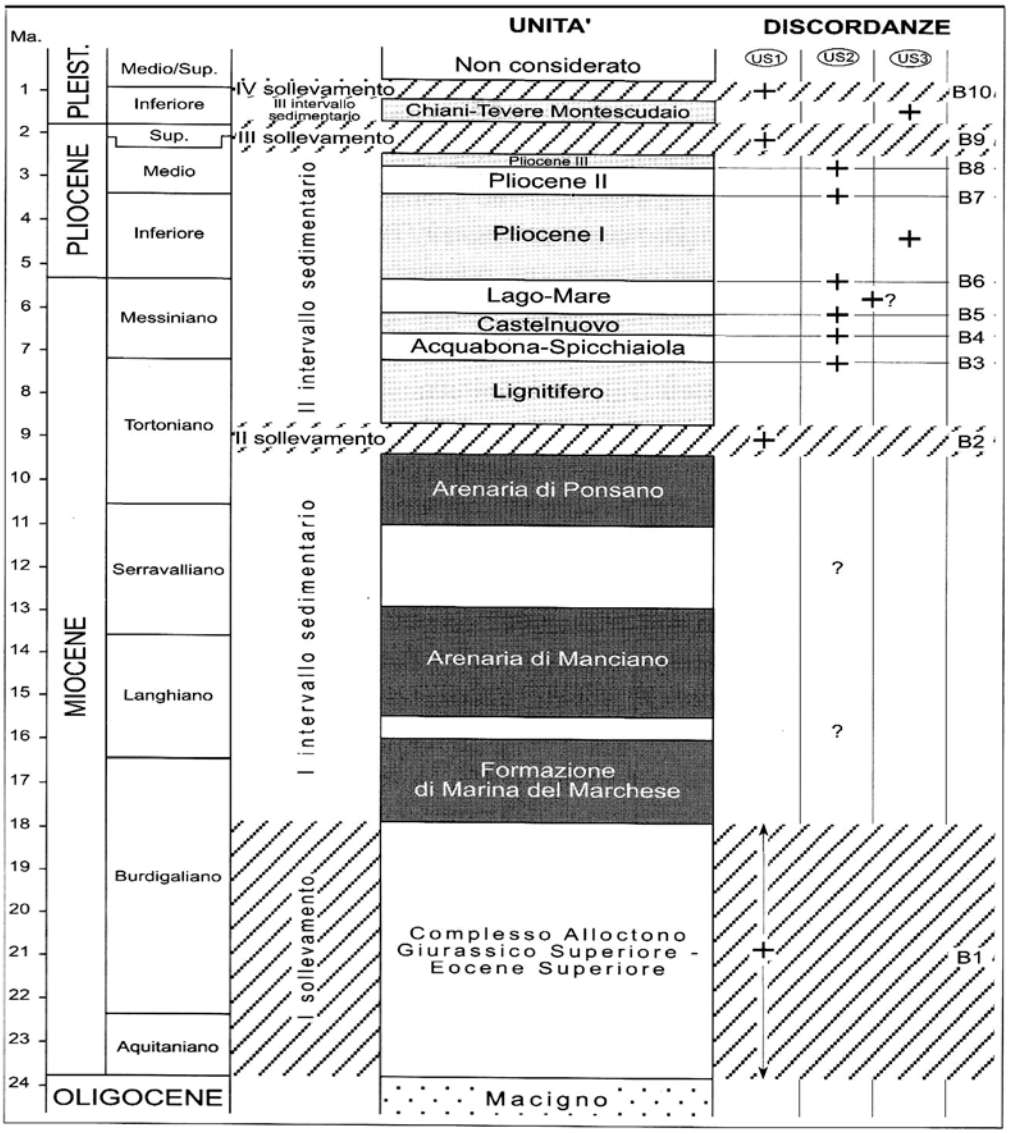


Fig. 3 - *Distribuzione cronostratigrafica delle Unità deposizionali riconosciute nella Toscana Meridionale (da Bossio et alii, 1998 con modifiche): in nero sono rappresentate le formazioni Epiliguri (Burdigaliano sup.-Tortoniano inf.); in grigio quelle relative all'intervallo di tempo Tortoniano sup.-Pleistocene medio; in rigato obliquo sono rappresentate le lacune stratigrafiche. Ogni sollevamento è seguito da un intervallo sedimentario. L'intervallo sedimentario post-Pleistocene medio non è stato considerato. B1, B2…B10, indicano le discordanze che rappresentano i limiti di unità: US1 - discordanze di primo ordine, riconosciute cioè in tutta la parte occidentale dell'Appennino Settentrionale; US2 - discordanze di secondo ordine, locali, delle quali la relativa concordanza è sempre riconoscibile; US3 - discordanze di terzo ordine, locali, nelle quali non è possibile riconoscere la relativa concordanza. Il segno + indica sollevamento a scala regionale e/o locale. I punti interrogativi indicano incertezza nella interpretazione dovuta alla scarsità dei dati a disposizione.*

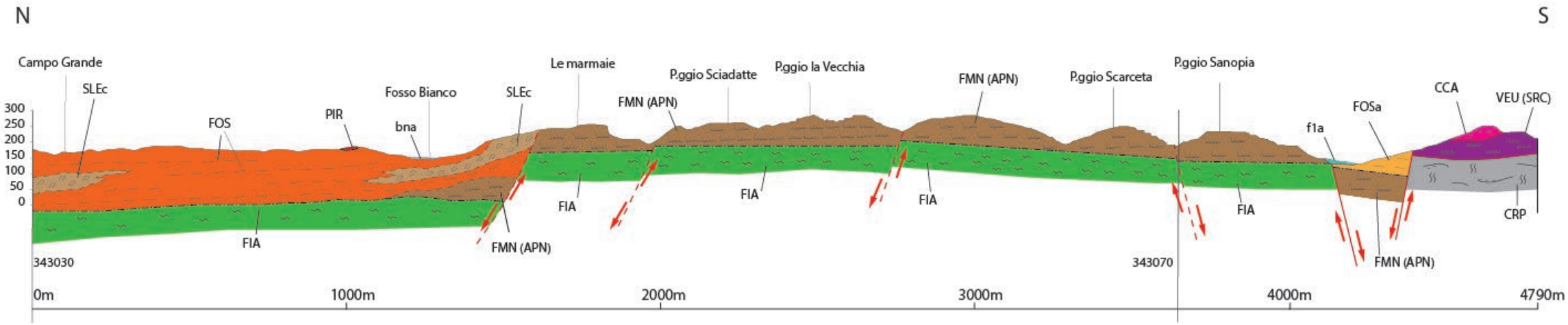
TABELLA 1

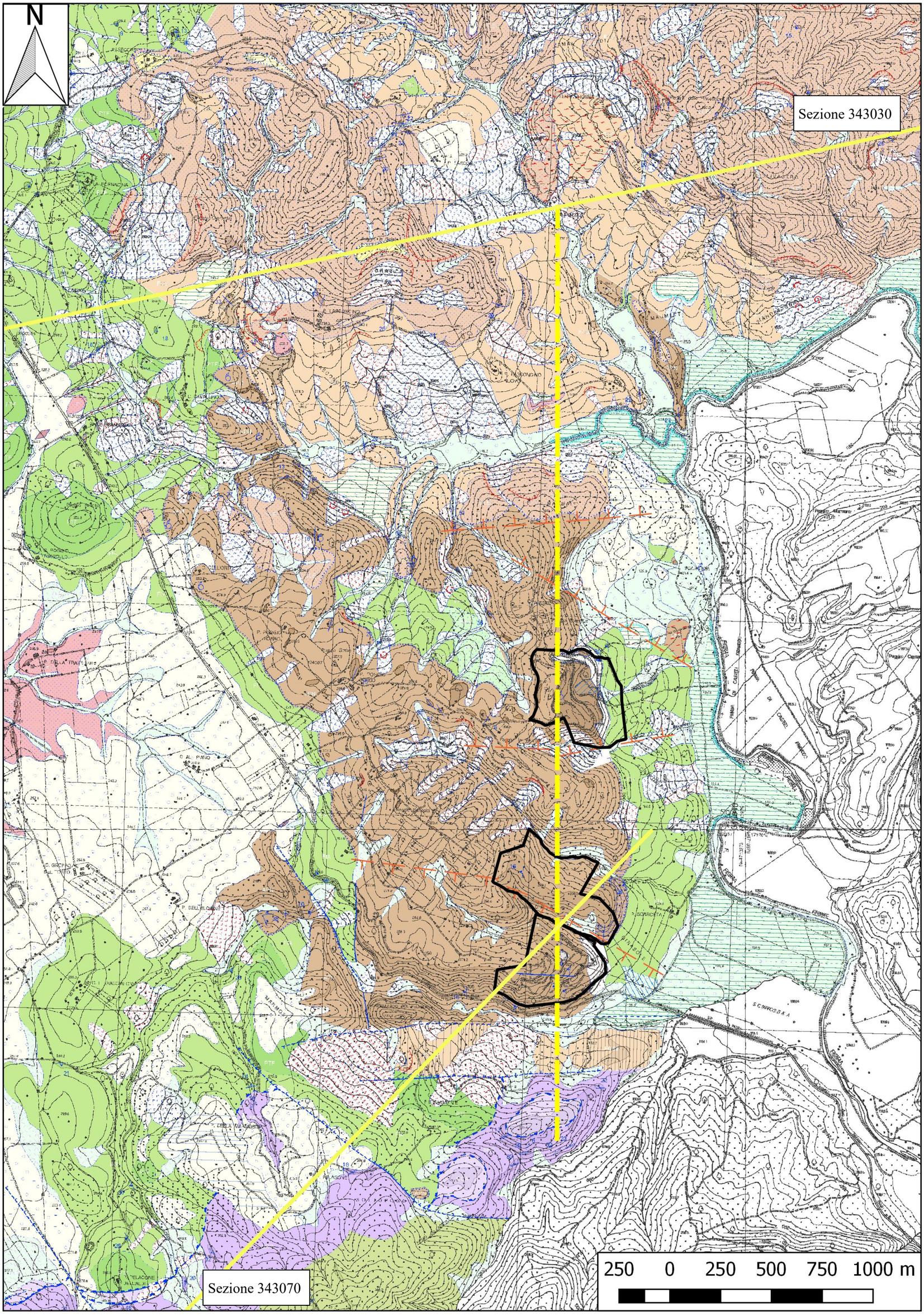
		Manciano						Capalbio						Lago Acquato						Pescia Fior.			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
		52c	54	81	100	52b	53	51a	51b	51d	51c	51e	51	63	65	66	67	65a	64	61	69	62	68
NCE	Quarzo monocristallino	26.6	23.8	27.0	18.2	23.8	29.4	25.0	22.6	24.2	22.1	20.2	28.3	24.2	27.8	28.4	29.8	25.6	28.5	9.0	6.0	10.8	6.7
	Quarzo policristallino	3.4	1.6	2.8	1.4	2.4	1.2	2.6	1.0	4.2	1.1	1.8	1.7	3.0	3.4	3.2	2.4	2.2	2.5	0.4	0.6	–	–
	K-feldspati	7.4	8.2	10.4	7.6	9.8	11.0	11.6	7.8	11.2	9.1	9.7	10.5	8.4	6.4	7.0	8.2	6.6	8.1	3.6	3.0	4.4	3.0
	Plagioclasi	6.0	5.6	6.6	3.6	4.4	6.4	4.0	7.0	8.0	4.2	4.2	5.3	1.0	2.6	7.4	6.8	1.0	1.0	3.0	2.0	2.8	1.3
	Vulcaniti (acide e intermedie)	0.8	1.4	3.4	0.8	1.0	1.6	7.2	2.6	4.6	1.3	1.2	1.5	3.4	4.2	4.2	5.0	1.2	1.8	0.6	0.2	0.2	0.4
	Vulcaniti basiche	0.4	–	–	–	–	0.8	–	–	–	–	–	–	0.8	–	0.2	0.4	–	0.5	–	–	–	0.2
	Rocce microgranulari (subvulc. e fil.)	–	–	0.4	–	0.2	–	0.6	1.8	0.4	–	1.0	0.5	–	–	–	–	0.6	–	–	–	–	0.3
	Argilliti	0.6	–	0.8	–	–	1.2	0.2	3.2	0.2	2.9	1.4	1.3	1.4	–	0.2	–	2.6	2.0	1.4	0.8	0.6	–
	Filladi minute	–	–	–	–	–	0.2	–	0.2	–	–	0.2	–	–	–	0.2	–	–	–	–	–	0.2	–
	Serpentinoscisti e cloritoscisti	–	–	–	0.2	–	–	0.2	–	1.4	0.5	1.0	1.7	–	–	1.2	–	–	–	–	–	–	–
	Siltiti	1.2	0.4	0.6	–	1.8	1.0	1.0	1.0	1.2	4.9	2.2	4.7	2.5	0.8	1.0	1.6	2.6	3.0	0.2	0.2	1.2	0.4
	Selci	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.2	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Miche e cloriti	0.2	0.6	0.4	–	–	0.8	0.2	1.6	0.8	1.3	0.6	2.7	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.5	–	0.4	0.4	0.3
	Altri minerali	0.8	0.2	0.8	0.8	0.8	1.2	1.0	1.4	–	0.8	0.3	0.8	0.6	0.2	0.6	0.8	0.2	1.3	0.4	–	–	–
CE	Granuli carbonatici terrigeni	0.8	0.4	0.2	–	0.7	1.0	1.1	–	1.8	1.3	1.2	0.7	0.3	0.4	0.9	0.8	–	–	–	0.4	0.2	0.3
NCI	Glauconite	–	–	tr	–	–	tr	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	tr	tr	tr	tr
CI	Intraclasti	2.8	0.6	2.8	0.6	3.5	3.0	2.5	4.4	1.2	1.8	2.9	1.3	5.8	3.4	3.5	3.0	6.8	4.8	0.4	1.2	0.8	1.3
	Fossili	9.0	17.6	9.6	26.6	14.8	5.0	8.6	6.4	7.0	6.8	7.2	5.3	19.8	12.6	6.6	13.6	12.8	5.3	43.2	49.8	44.0	48.8
	Peloidi	–	–	–	–	–	–	0.4	–	0.6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Granuli non determinati (non carbonatici)		0.6	0.6	0.4	0.2	0.8	1.0	1.4	0.6	0.8	1.3	0.9	1.2	0.8	0.6	0.8	0.4	0.8	0.8	0.4	0.4	0.4	0.6
	Spatite	37.2	35.4	28.8	38.8	34.0	33.0	28.6	34.6	31.2	35.4	39.7	30.2	27.0	35.2	31.8	25.6	35.4	36.9	29.4	28.4	28.2	29.8
	Matrice	2.0	3.2	5.0	0.2	1.4	2.2	2.8	3.8	1.2	3.4	2.6	1.8	1.2	1.6	2.0	1.4	1.8	2.8	2.2	1.8	3.4	4.0
	Micrite	0.2	0.4	–	1.0	0.6	–	1.0	–	–	1.8	1.9	0.5	0.2	0.4	0.4	–	0.4	1.8	5.8	4.8	2.4	3.4
		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	Scheletro	60.6	61.0	66.2	60.8	64.0	64.8	67.6	61.8	67.8	59.4	55.8	67.5	71.6	62.8	65.8	73.0	62.4	59.3	62.6	65.0	66.0	63.6
	Carbonati	50.8	54.4	41.4	67.8	53.6	42.9	42.2	45.4	41.8	47.1	52.9	38.8	52.3	52.8	43.2	43.8	54.6	48.8	78.8	84.6	75.6	82.8

ALLEGATO B

ALLEGATO 4

APPENDICE 1: SEZIONE N-S e CARTA GEOLOGICA RICOSTRUITA




N
Sezione 343030
Sezione 343070
250 0 250 500 750 1000 m

ALLEGATO 5 Appendice 2: Log e pannello di correlazione

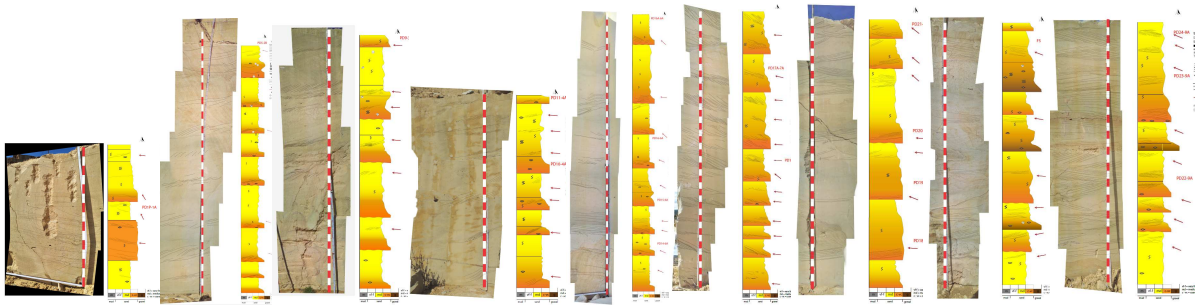
PD Gamberaio (PietraDorata)



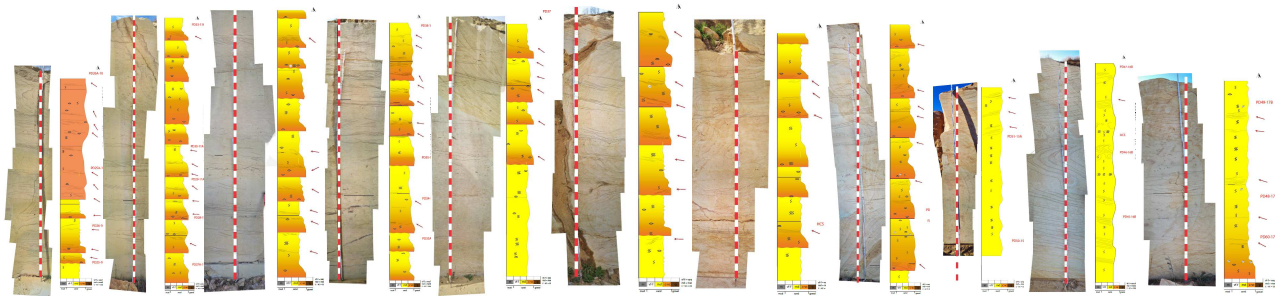
Sezioni dei log stratigrafici Cava Gamberaio (PD). Ortofoto fuori scala

CAMPIONI PRELEVATI ALLA CAVA DI GAMBERAIO (PIETRA DORATA)	
PD1-1A	PD28-11A
PD2-1A	PD29-11A
PD3-2A	PD30-11A
PD4-2A	PD31A-11B
PD4c-2B	PD31B-11B
PD5-2B	PD33-11A
PD6-3A	PD33A-12A
PD7-3A	PD34-12A
PD8-3A	PD35-12A
PD9-3B	PD37-12B
PD10-4A	PD38-12A
PD11-4A	PD39-13A
PD12-5A	PD40-13A
PD13-5A	PD41-13A
PD14-6A	PD42-14A
PD15-6A	PD43-15B
PD16-6A	PD44-15B
PD16A-6A	PD45-16B
PD17-7A	PD46-16B
PD18-8A	PD47-16B
PD19-8A	PD48-17B
PD20-8A	PD49-17B
PD21-8A	PD50-15A
PD22-9A	PD51-15A
PD23-9A	PD52-14AA
PD24-9A	PD60-17B
PD25-10A	F3-14centrale
PD25A-10A	F5-9sx
PD26-10A	F4B-11dx
PD26A-10A	PD4-P2A
PD27-10B	PD1P-1Acentrale
PD27A-11A	

Campioni raccolti nella cava Gamberaio

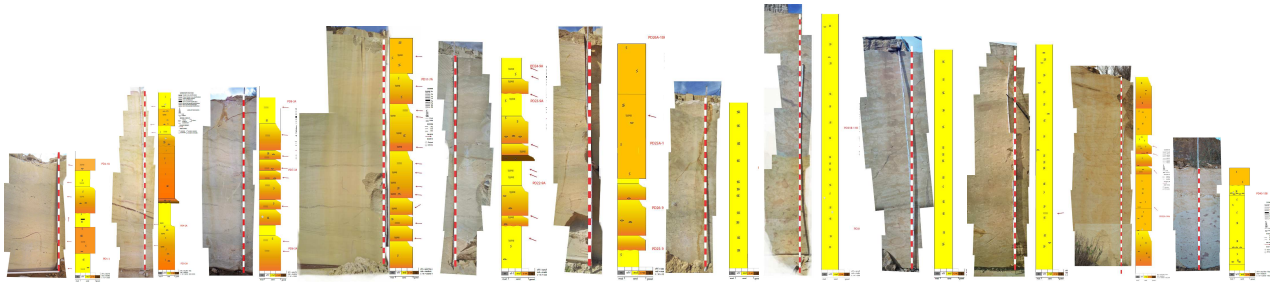


p1 centrale, p2 c, p3b, p4, p6, p7sx, p8, p9sx, p9centro,

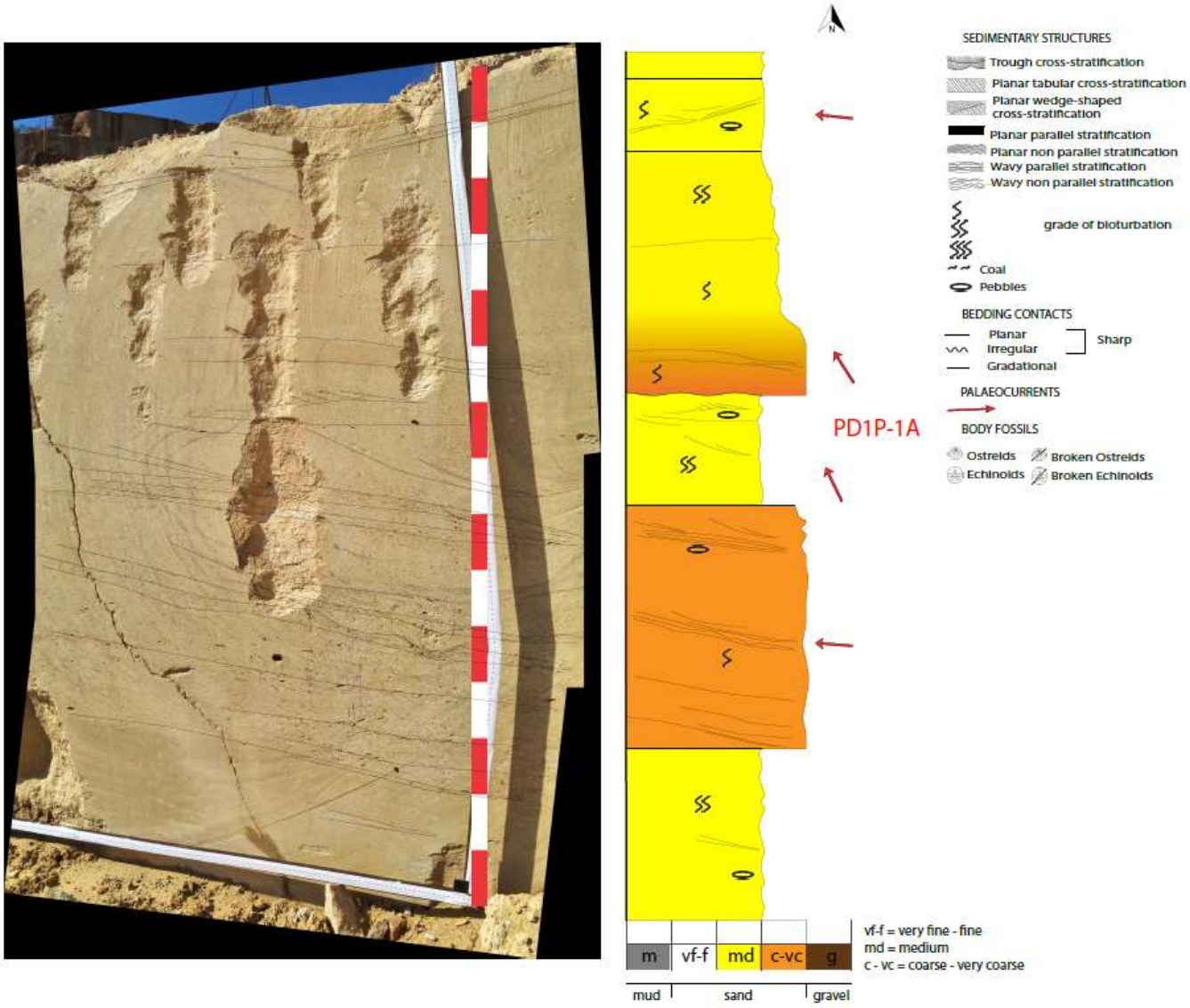


p10centro,p11sx,p11centr, p12sx, p12centrale,p13sx, p13centro, p14centro, p15sx, P16dx, p17dx,

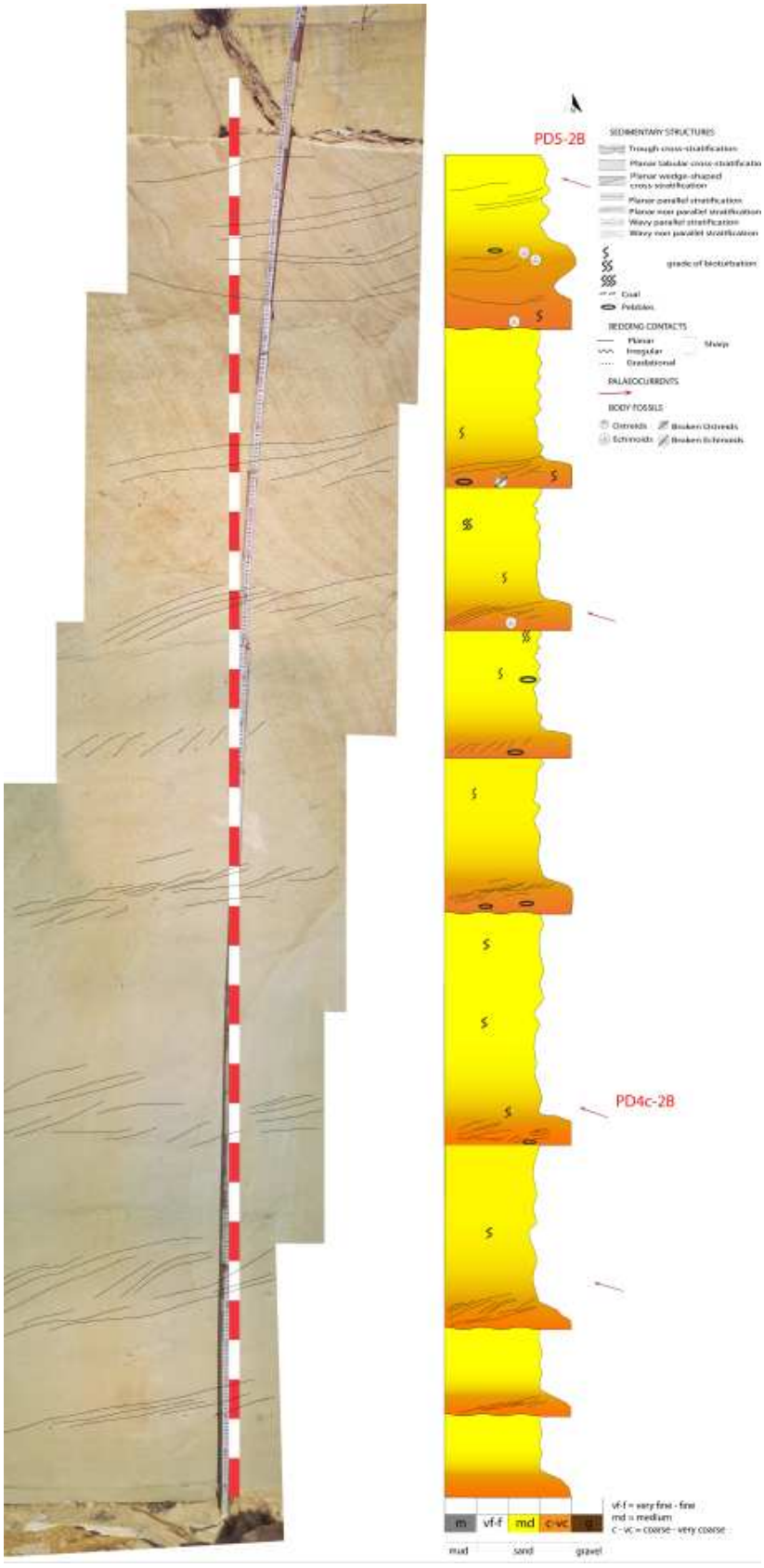
ulteriori log di stazioni non passanti per le sezioni:



p1sx, p2, p3sx, p7frontale, p9dx, p10sx, p10dx, p11centrodx,p12dx,p13centrodx,p14sx, P15dx

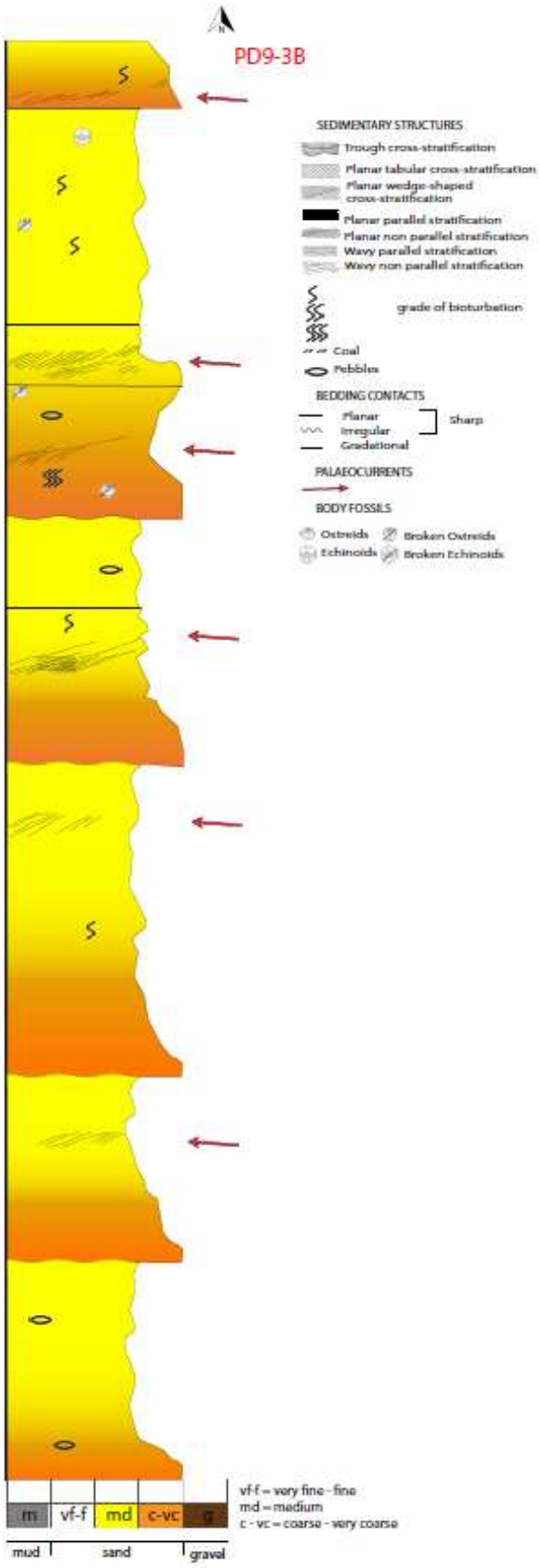

SEDIMENTARY STRUCTURES
Trough cross-stratification
Planar tabular cross-stratification
Planar wedge-shaped cross-stratification
Planar parallel stratification
Planar non parallel stratification
Wavy parallel stratification
Wavy non parallel stratification
grade of bioturbation
Coal
Pebbles
BEDDING CONTACTS
Planar
Irregular
Gradational
Sharp
PALAEOCURRENTS
BODY FOSSILS
Ostreids
Broken Ostreids
Echinoids
Broken Echinoids
PD1P-1A
m
vf-f
md
c-vc
g
vf-f = very fine - fine
md = medium
c - vc = coarse - very coarse
mud
sand
gravel

p1 centrale

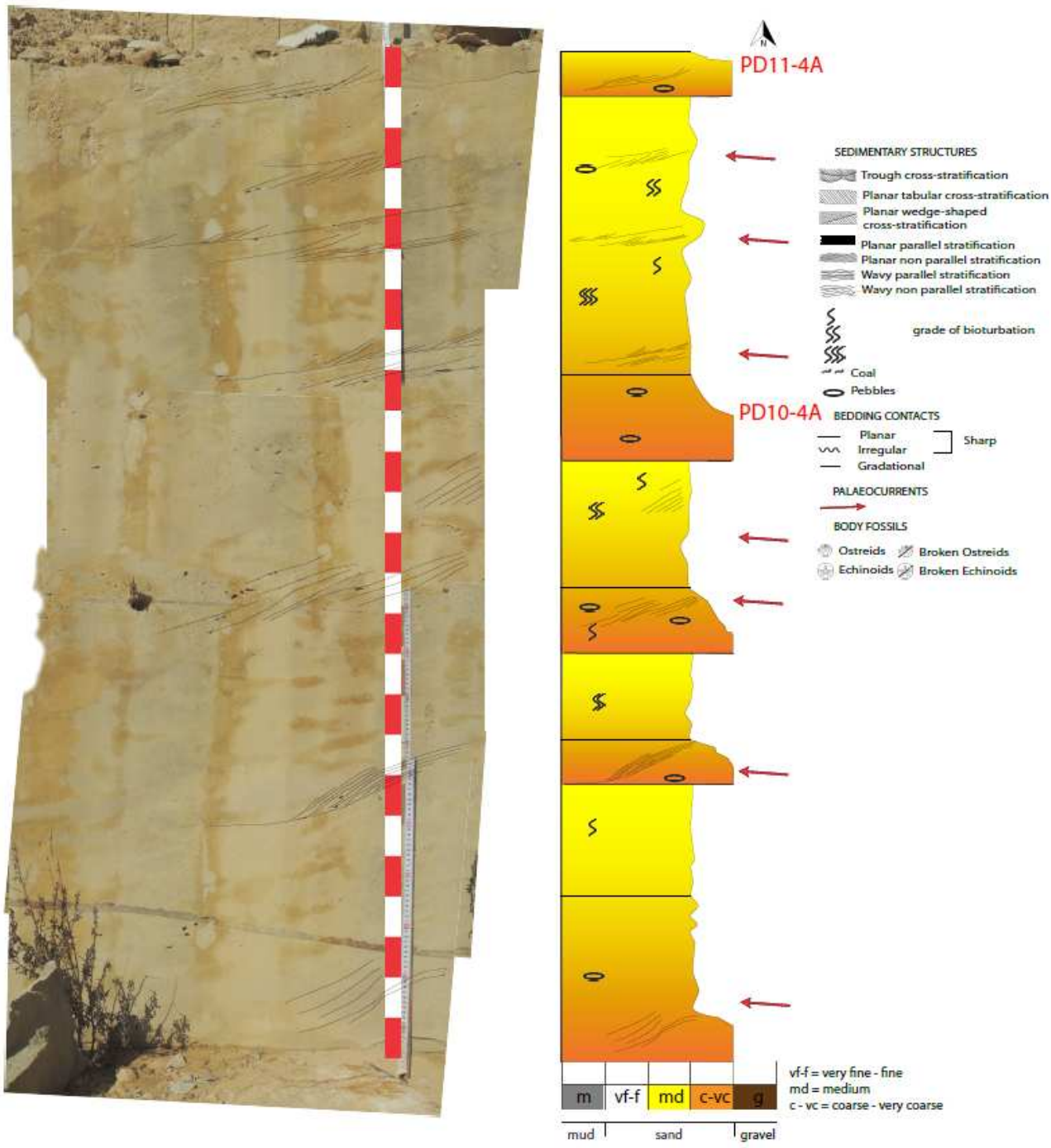

PD5-2B
SEDIMENTARY STRUCTURES
Trough cross-stratification
Planar tabular cross-stratificatio
Planar wedge-shaped cross-stratification
Planar parallel stratification
Planar non parallel stratification
Wavy parallel stratification
Wavy non parallel stratification
grade of bioturbation
Coal
Pebbles
BEDDING CONTACTS
Planar
Irregular
Gradational
Sharp
PALAEOCURRENTS
BODY FOSSILS
Ostreids
Broken Ostreids
Echinoids
Broken Echinoids
PD4c-2B
m
vf-f
md
c-vc
g
vf-f = very fine - fine
md = medium
c - vc = coarse - very coarse
mud
sand
gravel

p2 c

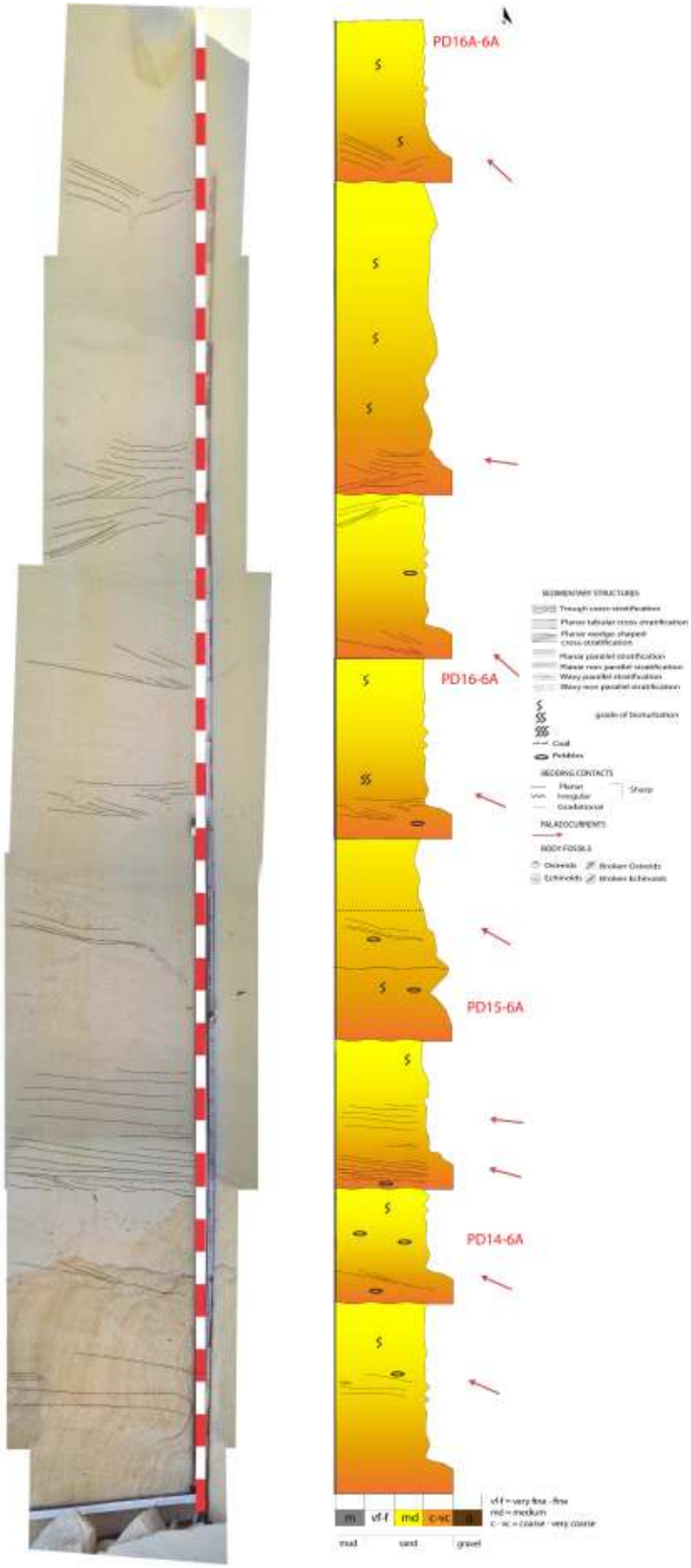


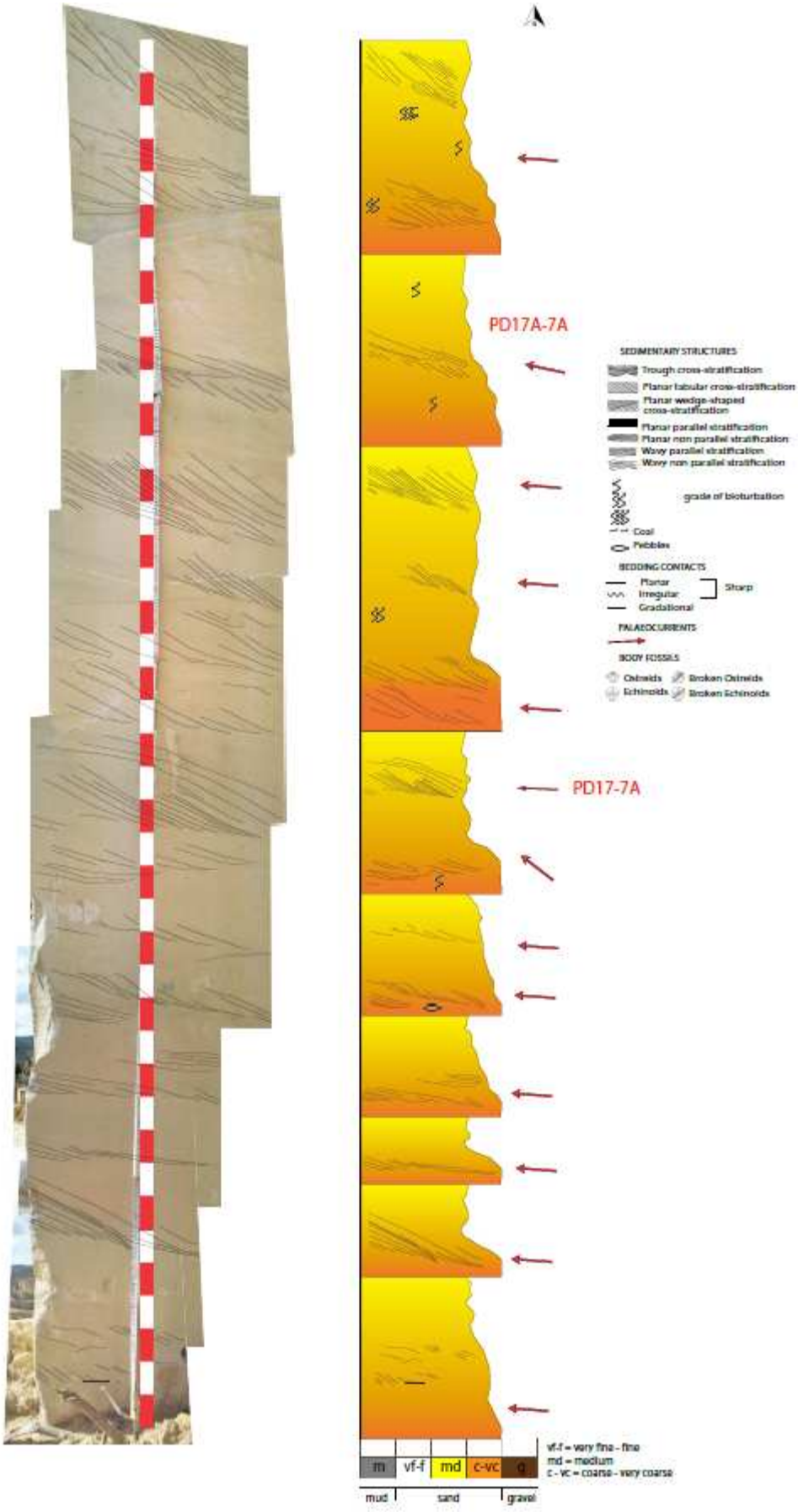

PD9-3B
SEDIMENTARY STRUCTURES
Trough cross-stratification
Planar tabular cross-stratification
Planar wedge-shaped cross-stratification
Planar parallel stratification
Planar non parallel stratification
Wavy parallel stratification
Wavy non parallel stratification
grade of bioturbation
Coal
Pebbles
BEDDING CONTACTS
Planar
Irregular
Gradational
Sharp
PALAEOCURRENTS
BODY FOSSILS
Ostreids
Broken Ostreids
Echinoids
Broken Echinoids
m
vf-f
md
c-vc
g
vf-f = very fine - fine
md = medium
c - vc = coarse - very coarse
mud
sand
gravel

p3b

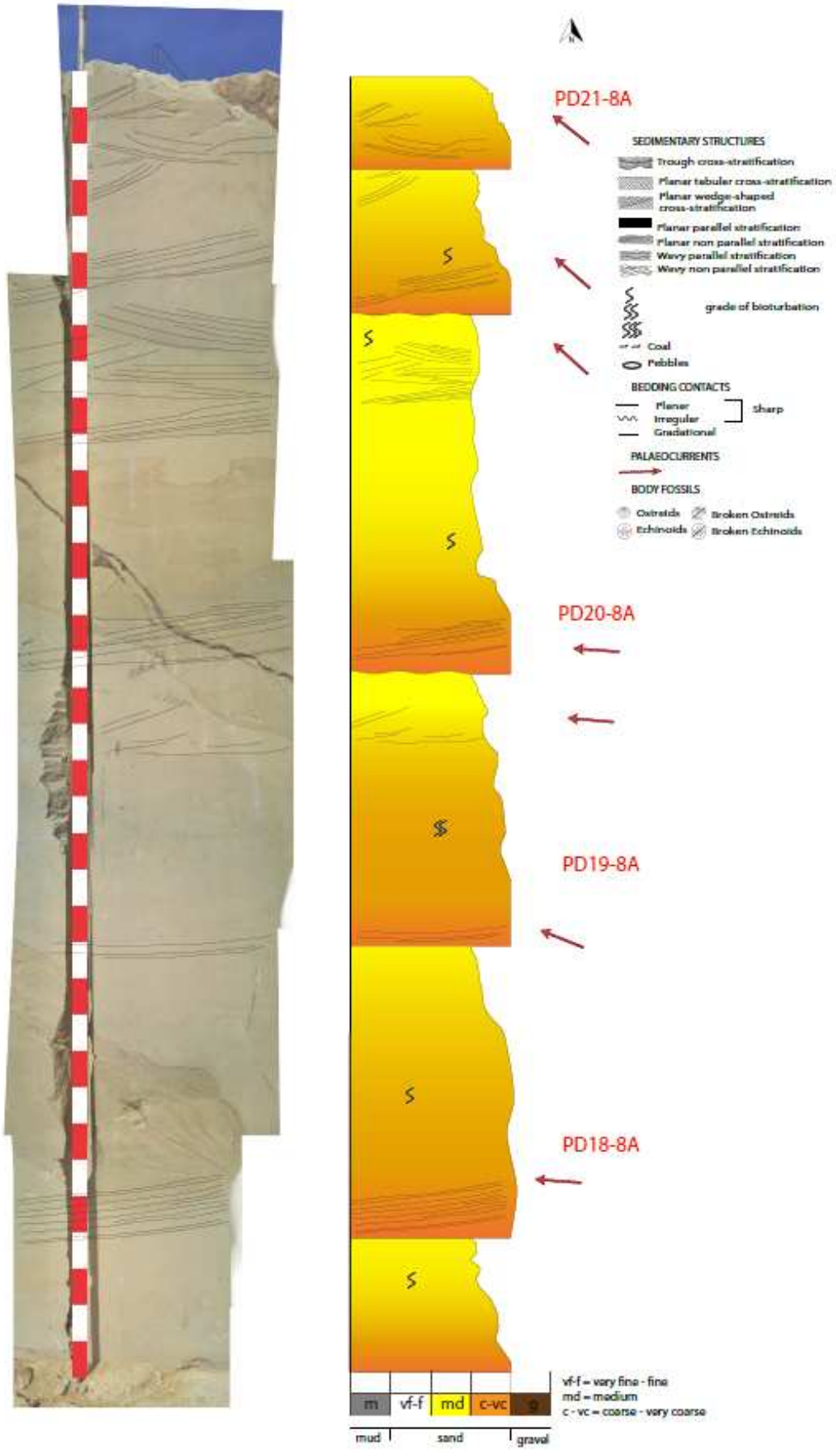

PD11-4A
PD10-4A
SEDIMENTARY STRUCTURES
Trough cross-stratification
Planar tabular cross-stratification
Planar wedge-shaped cross-stratification
Planar parallel stratification
Planar non parallel stratification
Wavy parallel stratification
Wavy non parallel stratification
grade of bioturbation
Coal
Pebbles
BEDDING CONTACTS
Planar
Irregular
Gradational
Sharp
PALAEOCURRENTS
BODY FOSSILS
Ostreids
Broken Ostreids
Echinoids
Broken Echinoids
m
vf-f
md
c-vc
g
vf-f = very fine - fine
md = medium
c - vc = coarse - very coarse
mud
sand
gravel

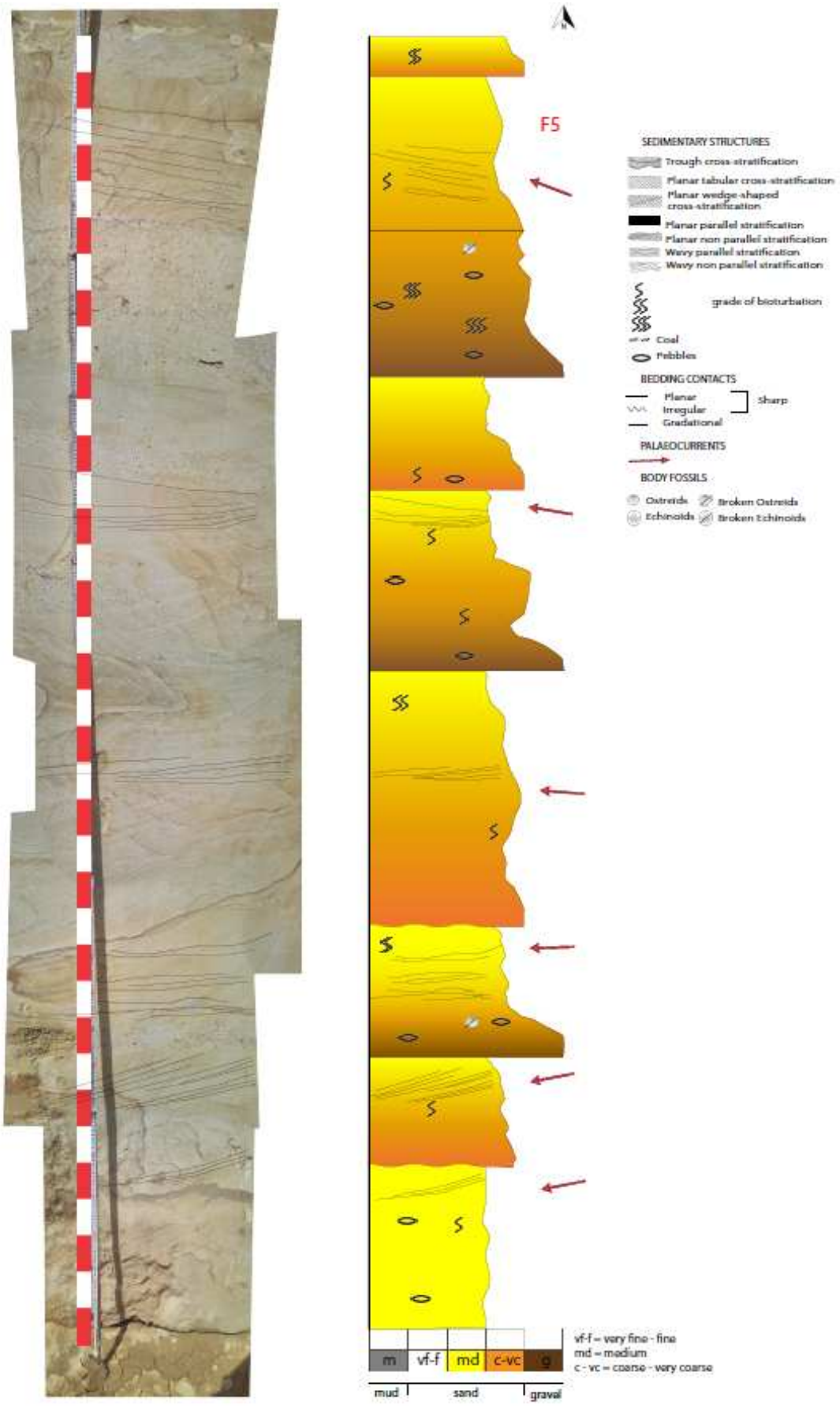
p4


PD16A-6A
PD16-6A
PD15-6A
PD14-6A
SEDIMENTARY STRUCTURES
grade of bioturbation
Coal
Pebbles
BEDDING CONTACTS
Planar
Irregular
Gradational
Sharp
PALAEOCURRENTS
BODY FOSSILS
Ostreids
Broken Ostreids
Echinoids
Broken Echinoids
m
vf-f
md
c-vc
g
vf-f = very fine - fine
md = medium
c - vc = coarse - very coarse
mud
sand
gravel

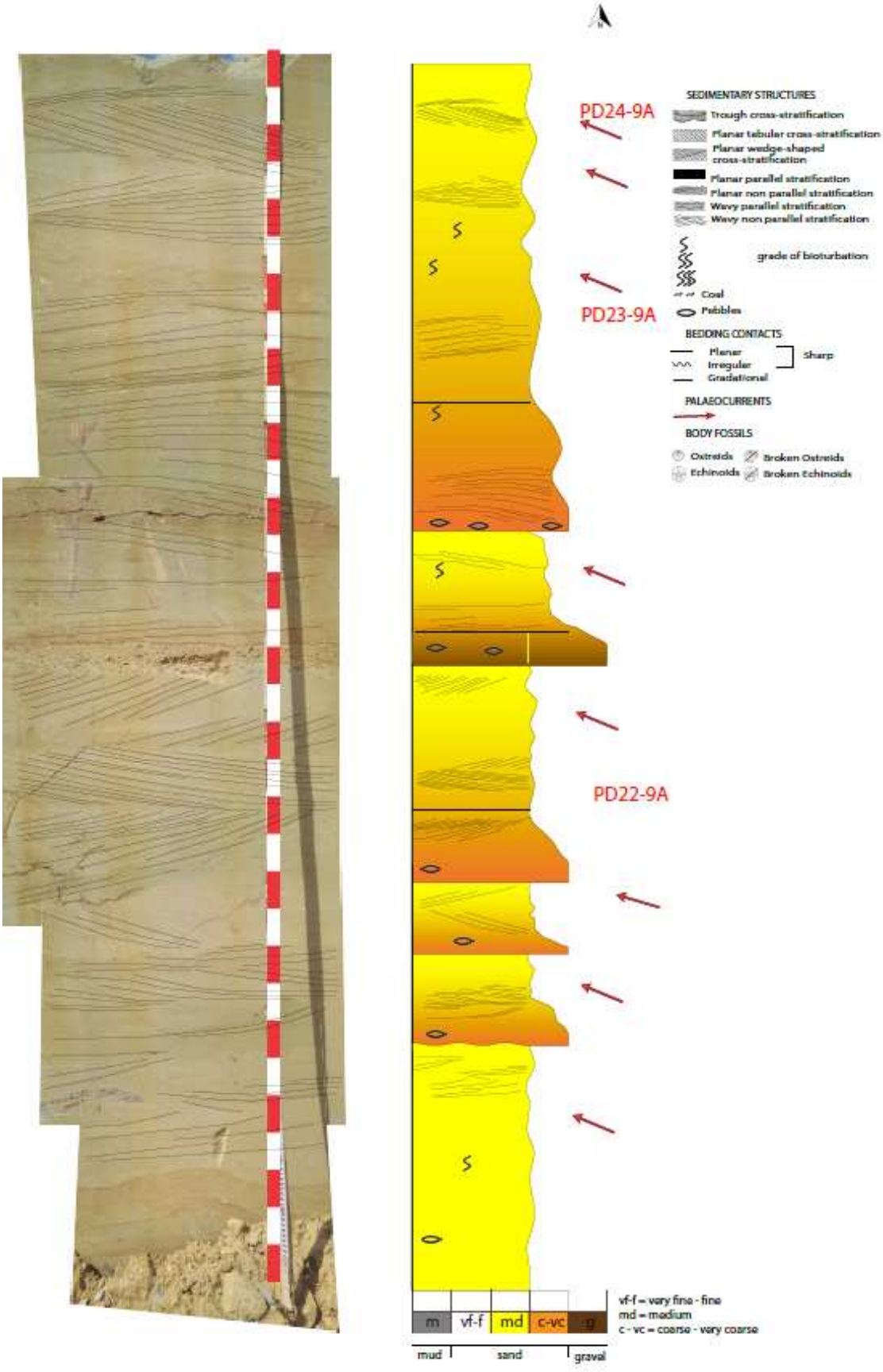

PD17A-7A
PD17-7A
SEDIMENTARY STRUCTURES
Trough cross-stratification
Planar tabular cross-stratification
Planar wedge-shaped cross-stratification
Planar parallel stratification
Planar non parallel stratification
Wavy parallel stratification
Wavy non parallel stratification
grade of bioturbation
Coal
Pebbles
BEDDING CONTACTS
Planar
Irregular
Gradational
Sharp
PALAEOCURRENTS
BODY FOSSILS
Ostreids
Broken Ostreids
Echinoids
Broken Echinoids
m
vf-f
md
c-vc
g
vf-f = very fine - fine
md = medium
c - vc = coarse - very coarse
mud
sand
gravel

p7sx

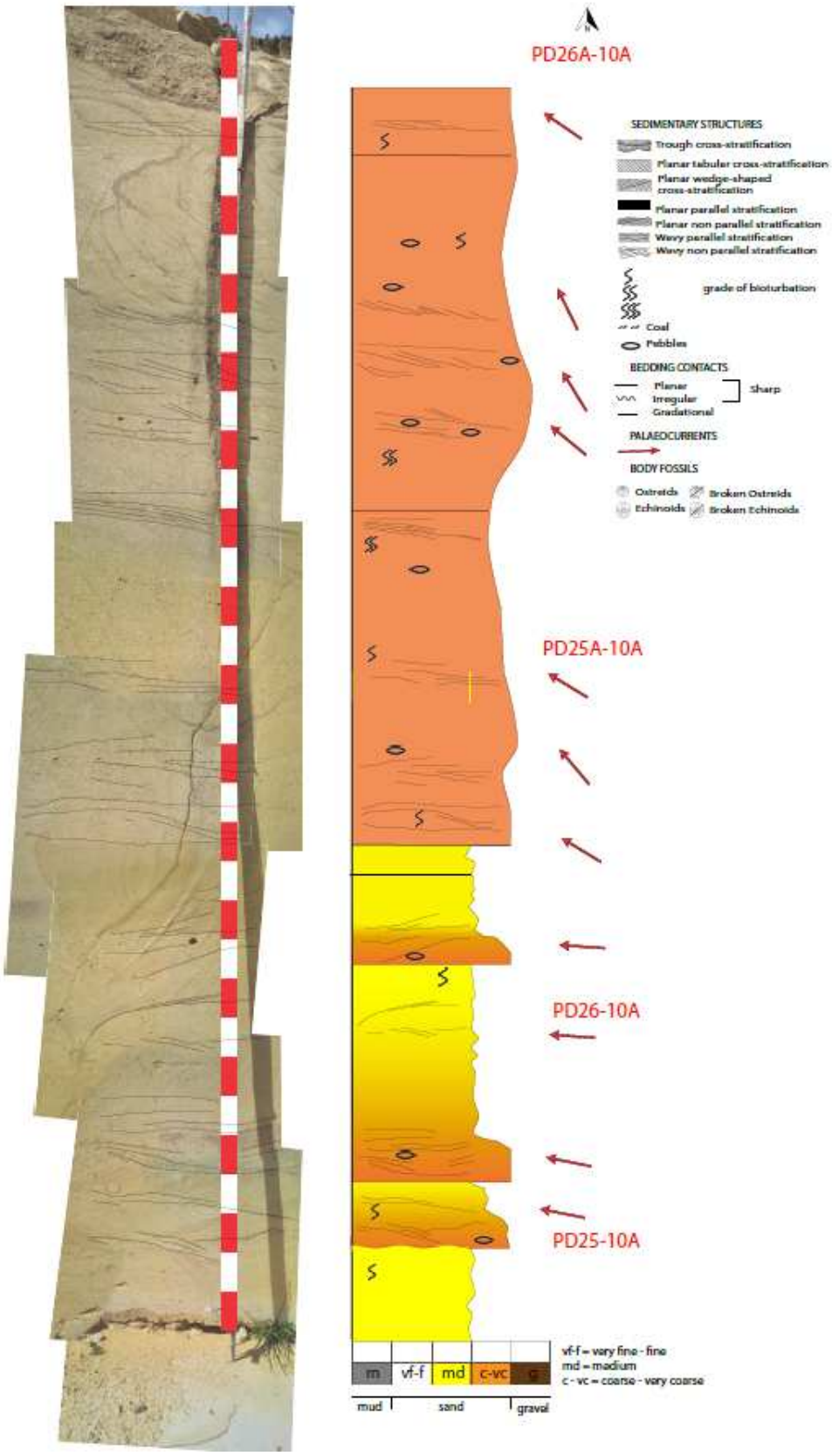

PD21-8A
SEDIMENTARY STRUCTURES
Trough cross-stratification
Planar tabular cross-stratification
Planar wedge-shaped cross-stratification
Planar parallel stratification
Planar non parallel stratification
Wavy parallel stratification
Wavy non parallel stratification
grade of bioturbation
Coal
Pebbles
BEDDING CONTACTS
Planer
Irregular
Gradational
Sharp
PALAEOCURRENTS
BODY FOSSILS
Ostracods
Broken Ostracods
Echinoids
Broken Echinoids
PD20-8A
PD19-8A
PD18-8A
m
vf-f
md
c-vc
g
mud
sand
gravel
vf-f = very fine - fine
md = medium
c - vc = coarse - very coarse


F5
SEDIMENTARY STRUCTURES
Trough cross-stratification
Planar tabular cross-stratification
Planar wedge-shaped cross-stratification
Planar parallel stratification
Planar non parallel stratification
Wavy parallel stratification
Wavy non parallel stratification
grade of bioturbation
Coal
Pebbles
BEDDING CONTACTS
Planar
Irregular
Gradational
Sharp
PALAEOCURRENTS
BODY FOSSILS
Ostreids
Broken Ostreids
Echinoids
Broken Echinoids
m
vf-f
md
c-vc
g
vf-f = very fine - fine
md = medium
c - vc = coarse - very coarse
mud
sand
gravel

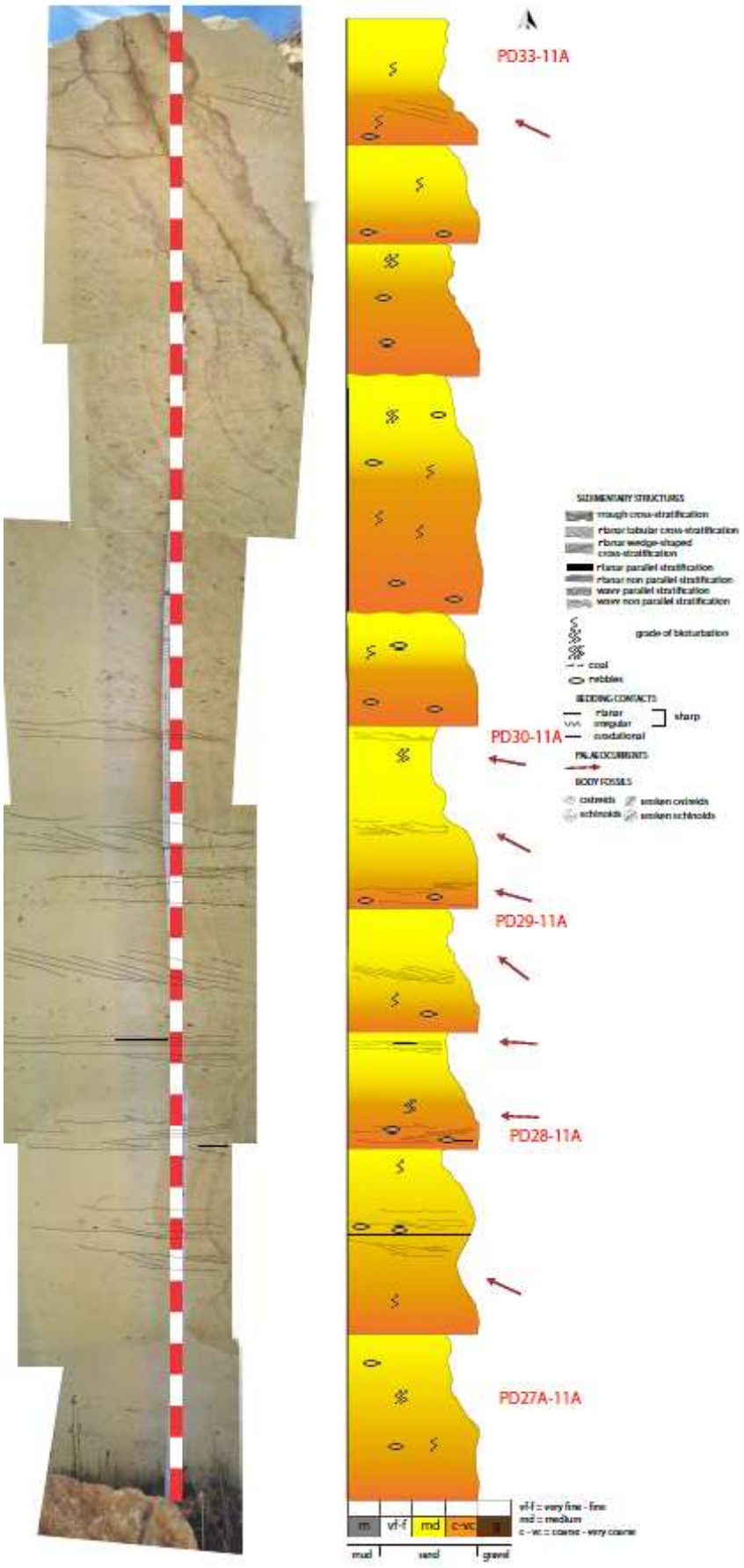
p9sx


PD24-9A
PD23-9A
PD22-9A
SEDIMENTARY STRUCTURES
Trough cross-stratification
Planar tabular cross-stratification
Planar wedge-shaped cross-stratification
Planar parallel stratification
Planar non parallel stratification
Wavy parallel stratification
Wavy non parallel stratification
grade of bioturbation
Coal
Pebbles
BEDDING CONTACTS
Planar
Irregular
Gradational
Sharp
PALAEOCURRENTS
BODY FOSSILS
Ostreids
Broken Ostreids
Echinoids
Broken Echinoids
m
vf-f
md
c-vc
g
vf-f = very fine - fine
md = medium
c - vc = coarse - very coarse
mud
sand
gravel

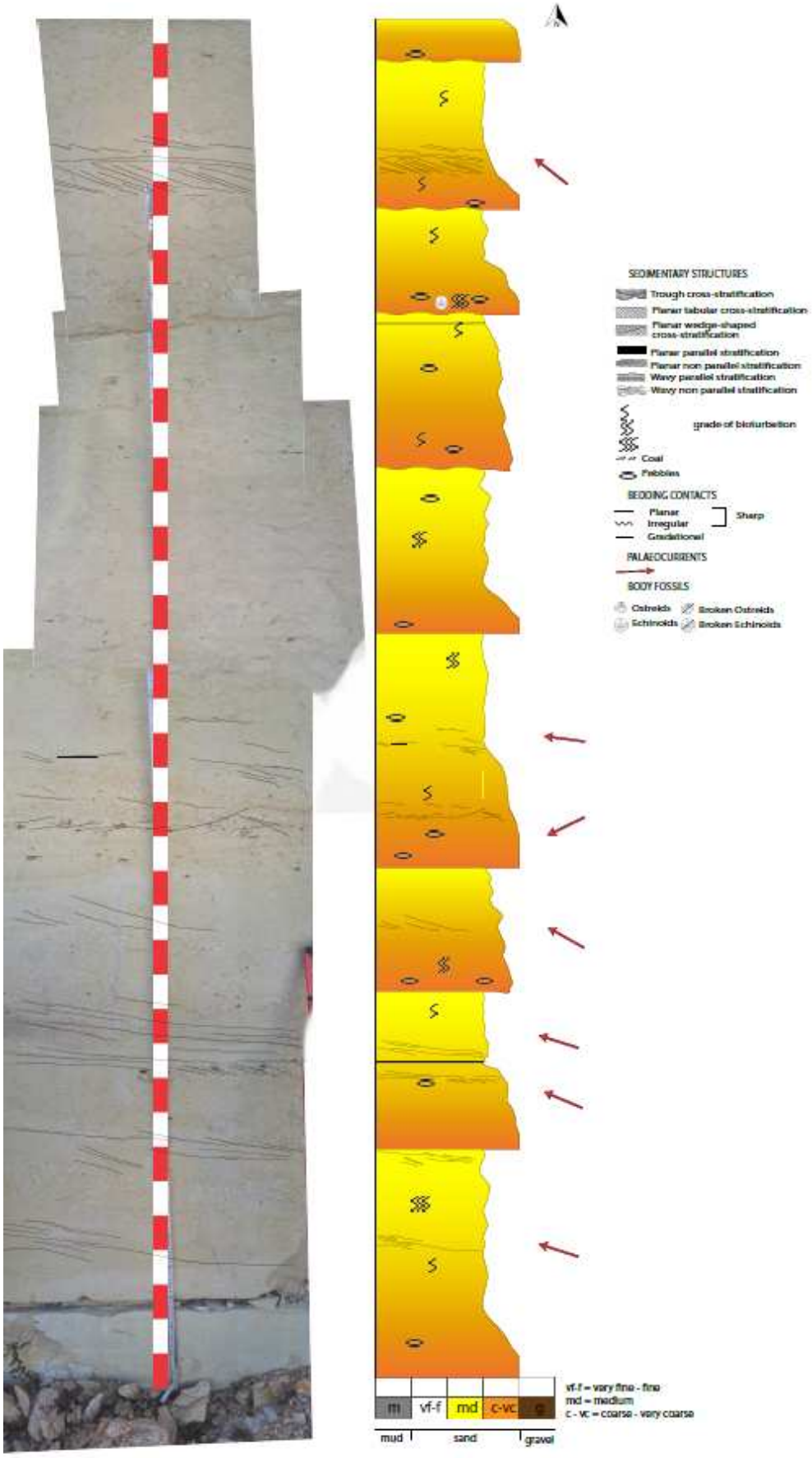
p9centro


PD26A-10A
SEDIMENTARY STRUCTURES
Trough cross-stratification
Planar tabular cross-stratification
Planar wedge-shaped cross-stratification
Planar parallel stratification
Planar non parallel stratification
Wavy parallel stratification
Wavy non parallel stratification
grade of bioturbation
Coal
Pebbles
BEDDING CONTACTS
Planar
Irregular
Gradational
Sharp
PALAEOCURRENTS
BODY FOSSILS
Ostreids
Broken Ostreids
Echinoids
Broken Echinoids
PD25A-10A
PD26-10A
PD25-10A
m
vf-f
md
c-vc
g
vf-f = very fine - fine
md = madium
c - vc = coarse - very coarse
mud
sand
gravel

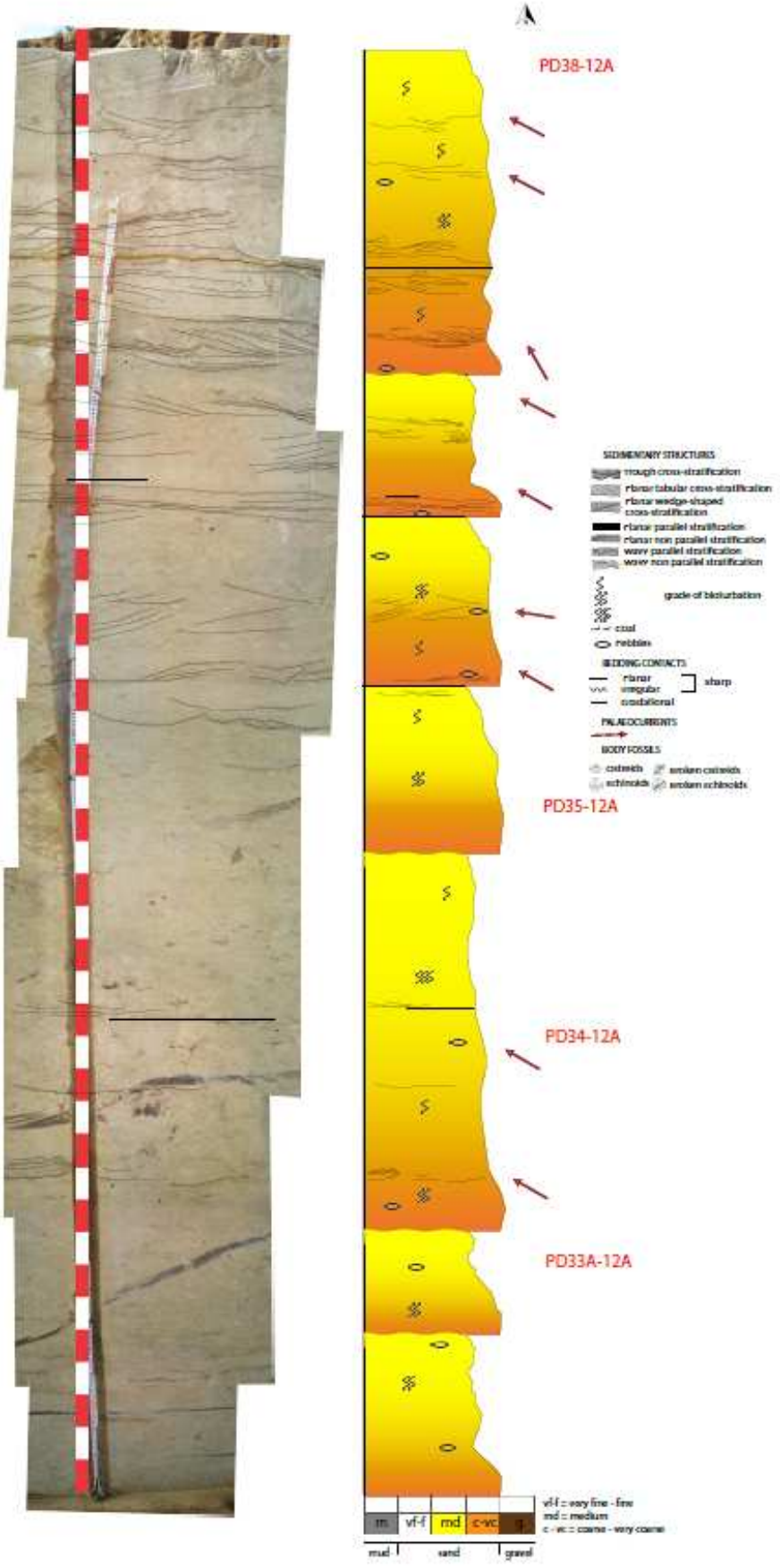
p10centro


PD33-11A
PD30-11A
PD29-11A
PD28-11A
PD27A-11A
SEDIMENTARY STRUCTURES
trough cross-stratification
planar tabular cross-stratification
planar wedge-shaped cross-stratification
planar parallel stratification
planar non parallel stratification
wavy parallel stratification
wavy non parallel stratification
grade of bioturbation
coal
pebbles
BEDDING CONTACTS
planar
irregular
erosional
sharp
PALAEOCURRENTS
BODY FOSSILS
calcrete
broken ostreids
echinoids
broken echinoids
m
vf-f
md
c-vc
g
vf-f = very fine - fine
md = medium
c - vc = coarse - very coarse
mud
sand
gravel

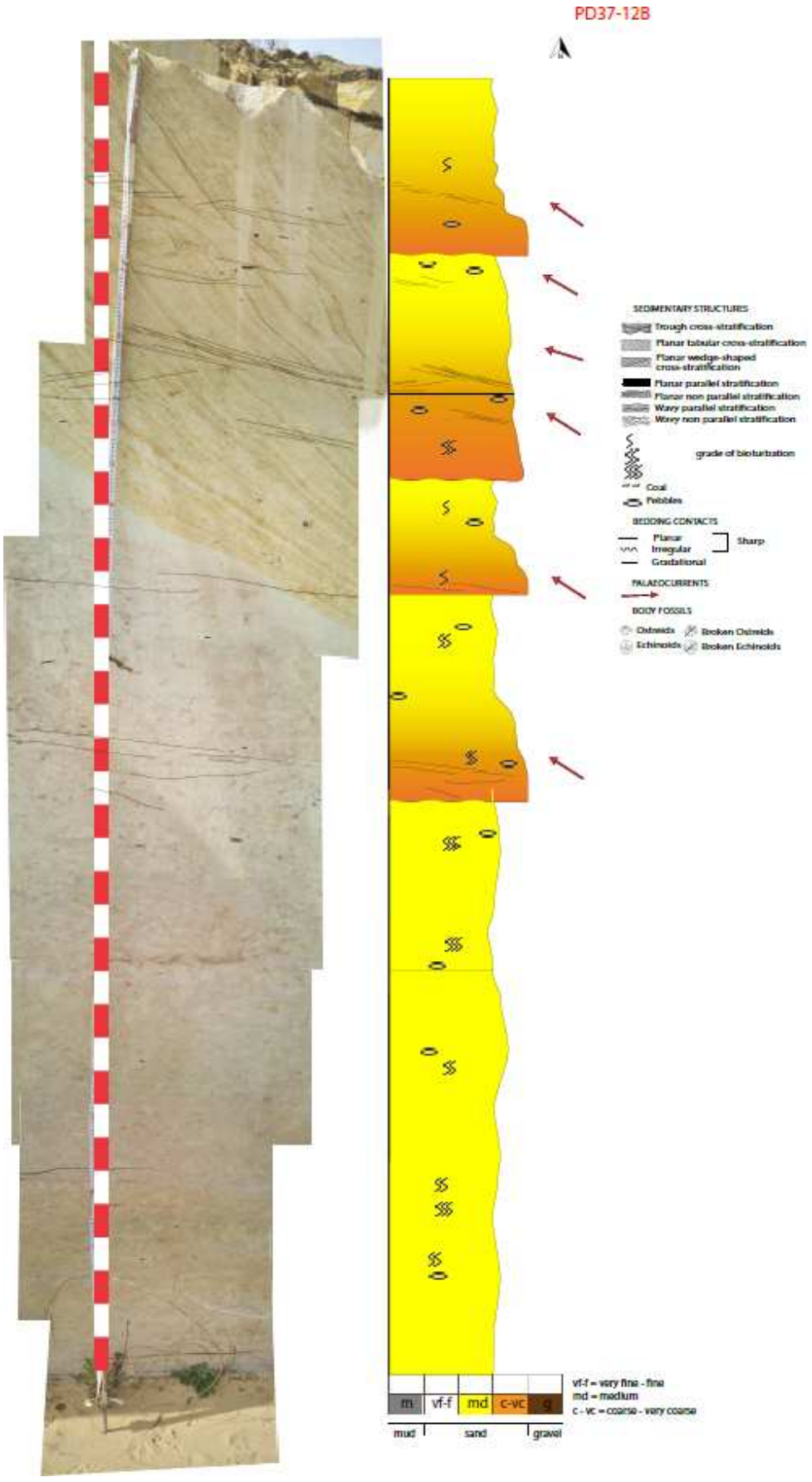
p11sx


SEDIMENTARY STRUCTURES
Trough cross-stratification
Planar tabular cross-stratification
Planar wedge-shaped cross-stratification
Planar parallel stratification
Planar non parallel stratification
Wavy parallel stratification
Wavy non parallel stratification
grade of bioturbation
Coal
Pebbles
BEDDING CONTACTS
Planar
Irregular
Gradational
Sharp
PALAEOCURRENTS
BODY FOSSILS
Ostreids
Broken Ostreids
Echinoids
Broken Echinoids
m
vf-f
md
c-vc
g
mud
sand
gravel
vf-f = very fine - fine
md = medium
c - vc = coarse - very coarse

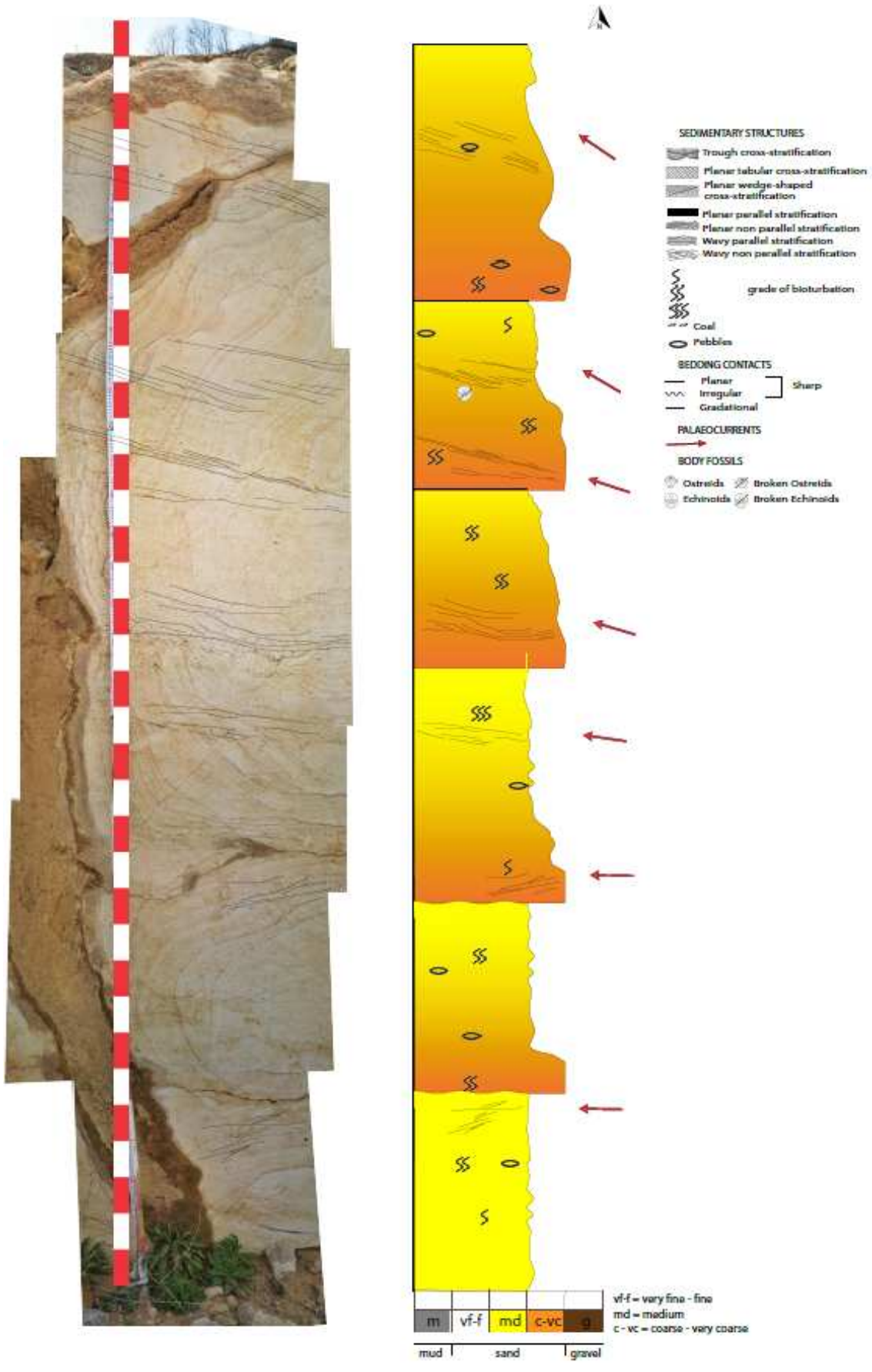
p11centr


PD38-12A
PD35-12A
PD34-12A
PD33A-12A
SEDIMENTARY STRUCTURES
trough cross-stratification
planar tabular cross-stratification
planar wedge-shaped cross-stratification
planar parallel stratification
planar non parallel stratification
wavy parallel stratification
wavy non parallel stratification
grade of bioturbation
coal
pebbles
BEDDING CONTACTS
planar
irregular
undulational
sharp
PALAEOCURRENTS
BODY FOSSILS
m
vf-f
md
c-vc
g
vf-f = very fine - fine
md = medium
c - vc = coarse - very coarse
mud
sand
gravel

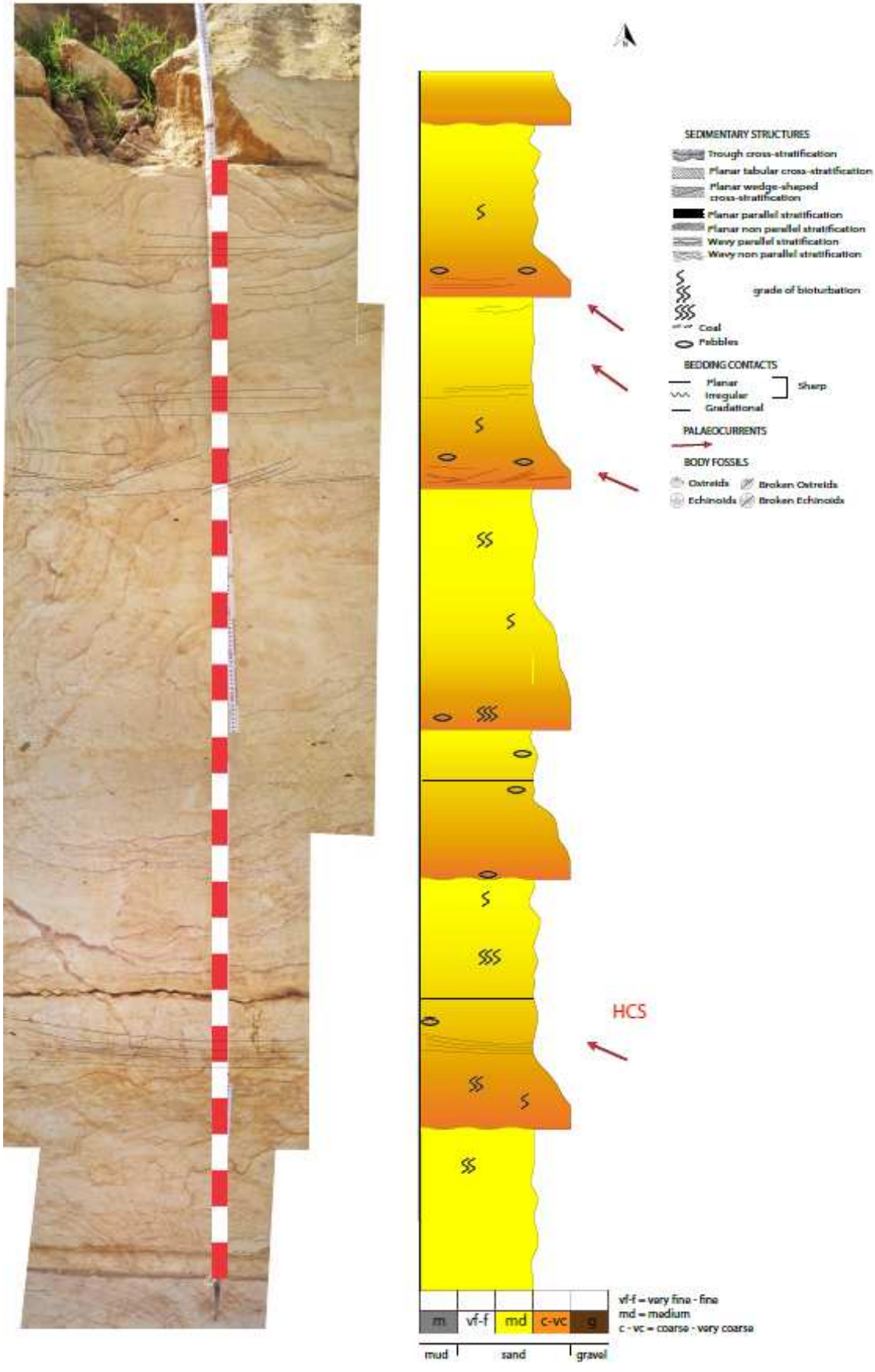
p12sx



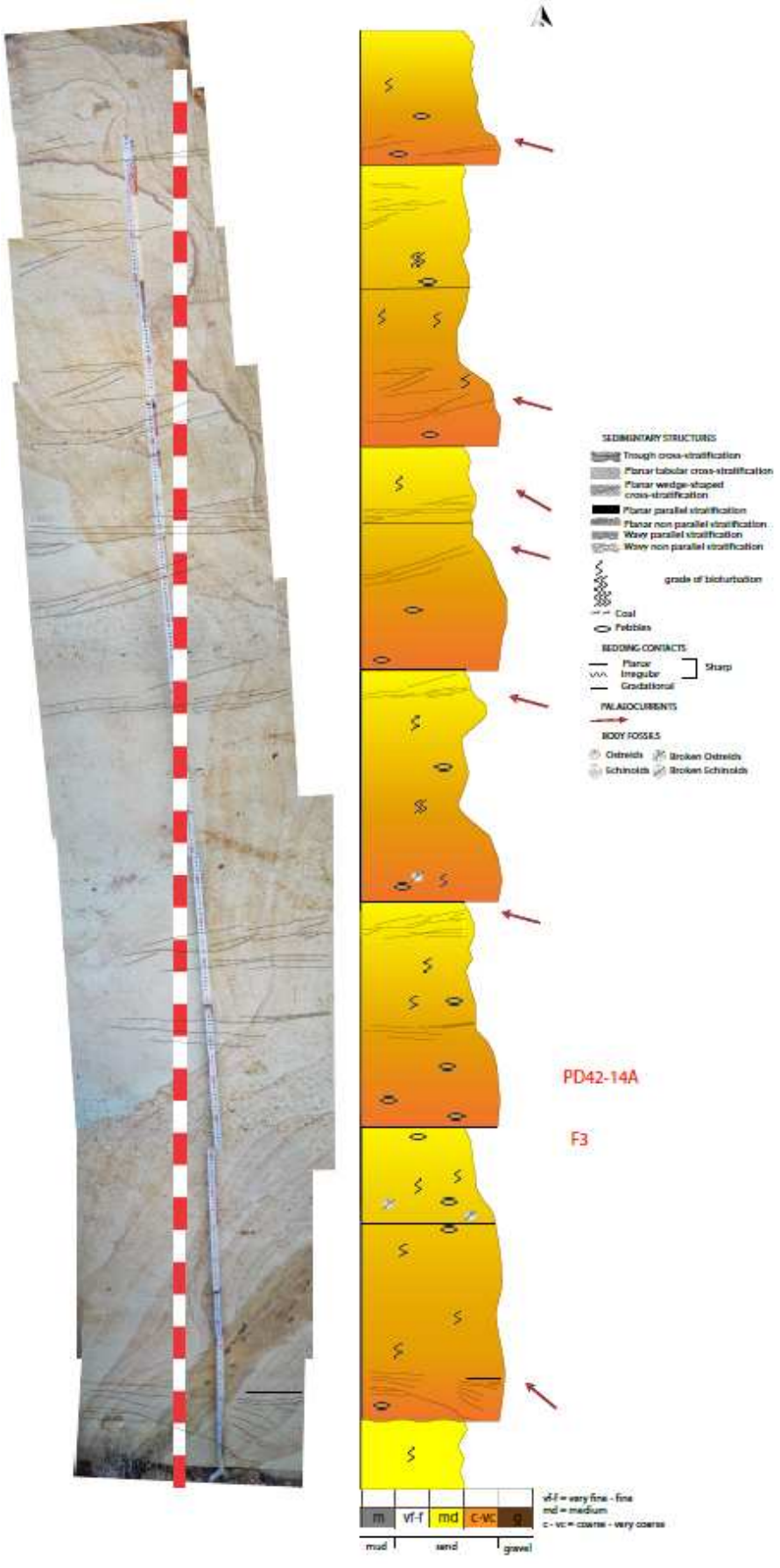
p12centrale


SEDIMENTARY STRUCTURES
Trough cross-stratification
Planar tabular cross-stratification
Planar wedge-shaped cross-stratification
Planar parallel stratification
Planar non parallel stratification
Wavy parallel stratification
Wavy non parallel stratification
grade of bioturbation
Coal
Pebbles
BEDDING CONTACTS
Planar
Irregular
Gradational
Sharp
PALAEOCURRENTS
BODY FOSSILS
Ostreids
Broken Ostreids
Echinoids
Broken Echinoids
m
vf-f
md
c-vc
g
vf-f = very fine - fine
md = medium
c - vc = coarse - very coarse
mud
sand
gravel

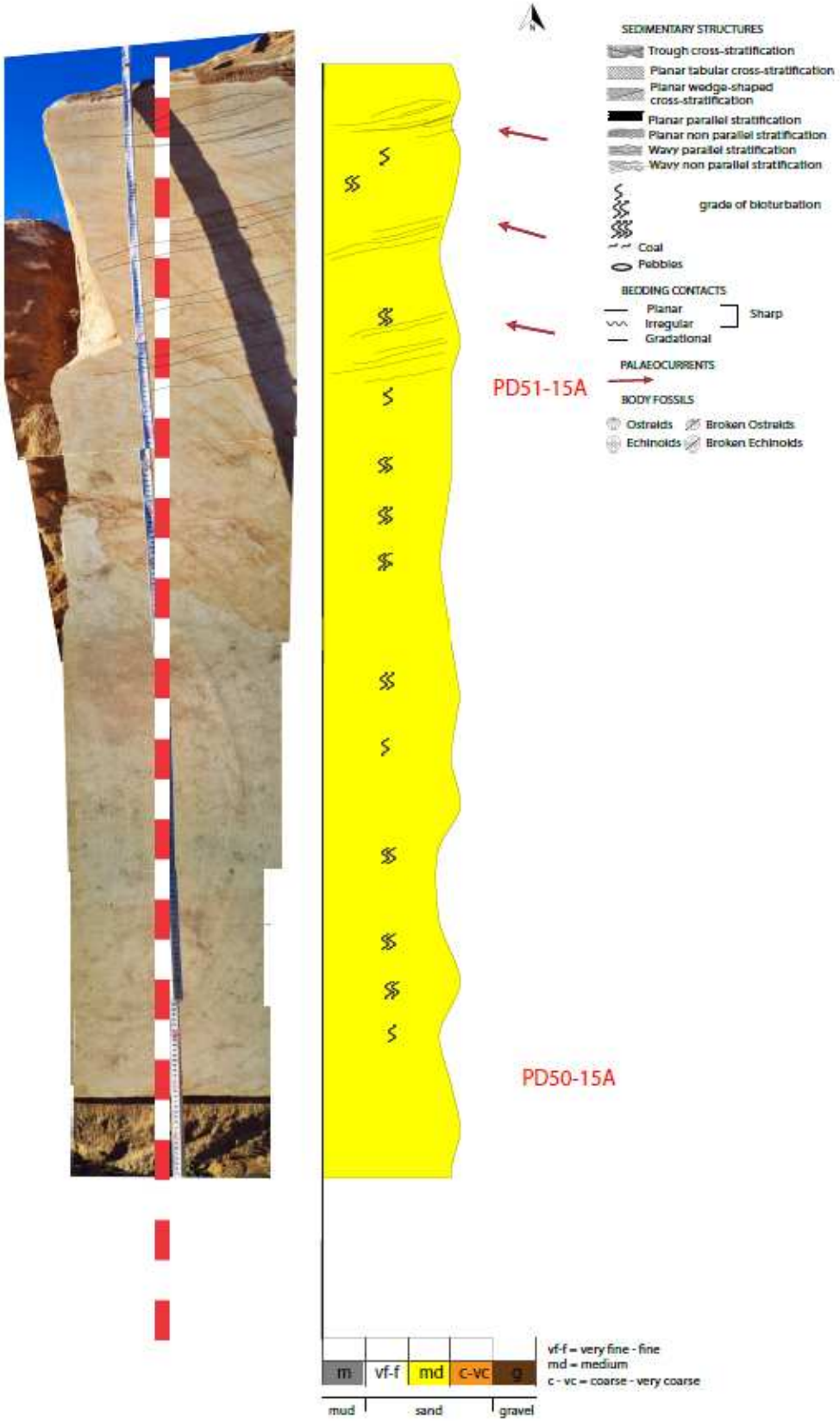
p13sx


SEDIMENTARY STRUCTURES
Trough cross-stratification
Planar tabular cross-stratification
Planar wedge-shaped cross-stratification
Planar parallel stratification
Planar non parallel stratification
Wavy parallel stratification
Wavy non parallel stratification
grade of bioturbation
Coal
Pebbles
BEDDING CONTACTS
Planar
Irregular
Gradational
Sharp
PALAEOCURRENTS
BODY FOSSILS
Ostreids
Broken Ostreids
Echinoids
Broken Echinoids
HCS
m
vf-f
md
c-vc
g
vf-f = very fine - fine
md = medium
c - vc = coarse - very coarse
mud
sand
gravel

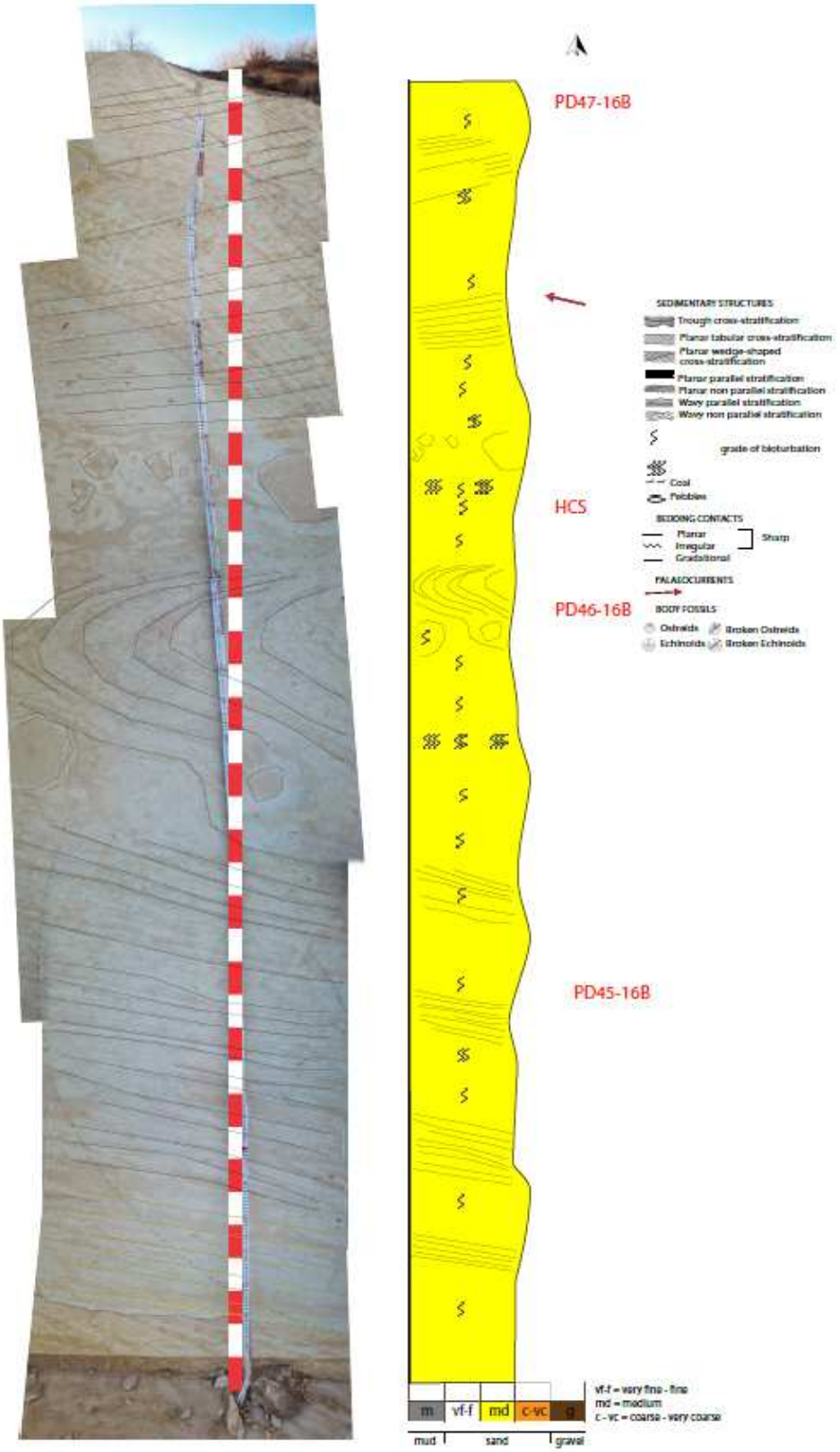
p13centro


A
SEDIMENTARY STRUCTURES
Trough cross-stratification
Planar tabular cross-stratification
Planar wedge-shaped cross-stratification
Planar parallel stratification
Planar non parallel stratification
Wavy parallel stratification
Wavy non parallel stratification
grade of bioturbation
Coal
Pebbles
BEDDING CONTACTS
Planar
Irregular
Gradational
Sharp
PALAEOCURRENTS
BODY FOSSILS
Ostreids
Broken Ostreids
Echinoids
Broken Echinoids
PD42-14A
F3
m
vf-f
md
c-vc
g
vf-f = very fine - fine
md = medium
c - vc = coarse - very coarse
mud
sand
gravel

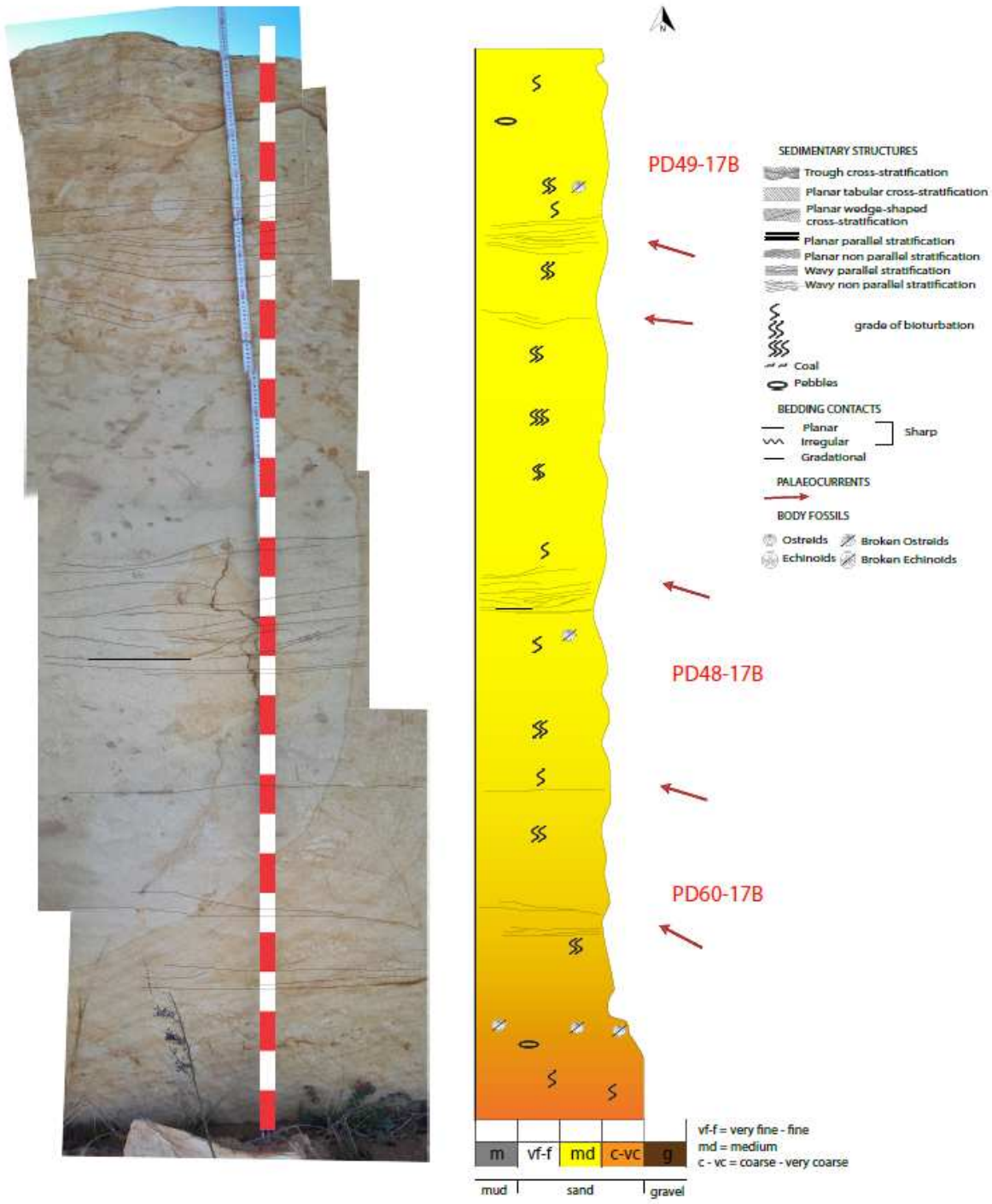
p14centro


SEDIMENTARY STRUCTURES
Trough cross-stratification
Planar tabular cross-stratification
Planar wedge-shaped cross-stratification
Planar parallel stratification
Planar non parallel stratification
Wavy parallel stratification
Wavy non parallel stratification
grade of bioturbation
Coal
Pebbles
BEDDING CONTACTS
Planar
Irregular
Gradational
Sharp
PALAEOCURRENTS
BODY FOSSILS
Ostreids
Broken Ostreids
Echinoids
Broken Echinoids
PD51-15A
PD50-15A
m
vf-f
md
c-vc
g
vf-f = very fine - fine
md = medium
c - vc = coarse - very coarse
mud
sand
gravel

p15sx

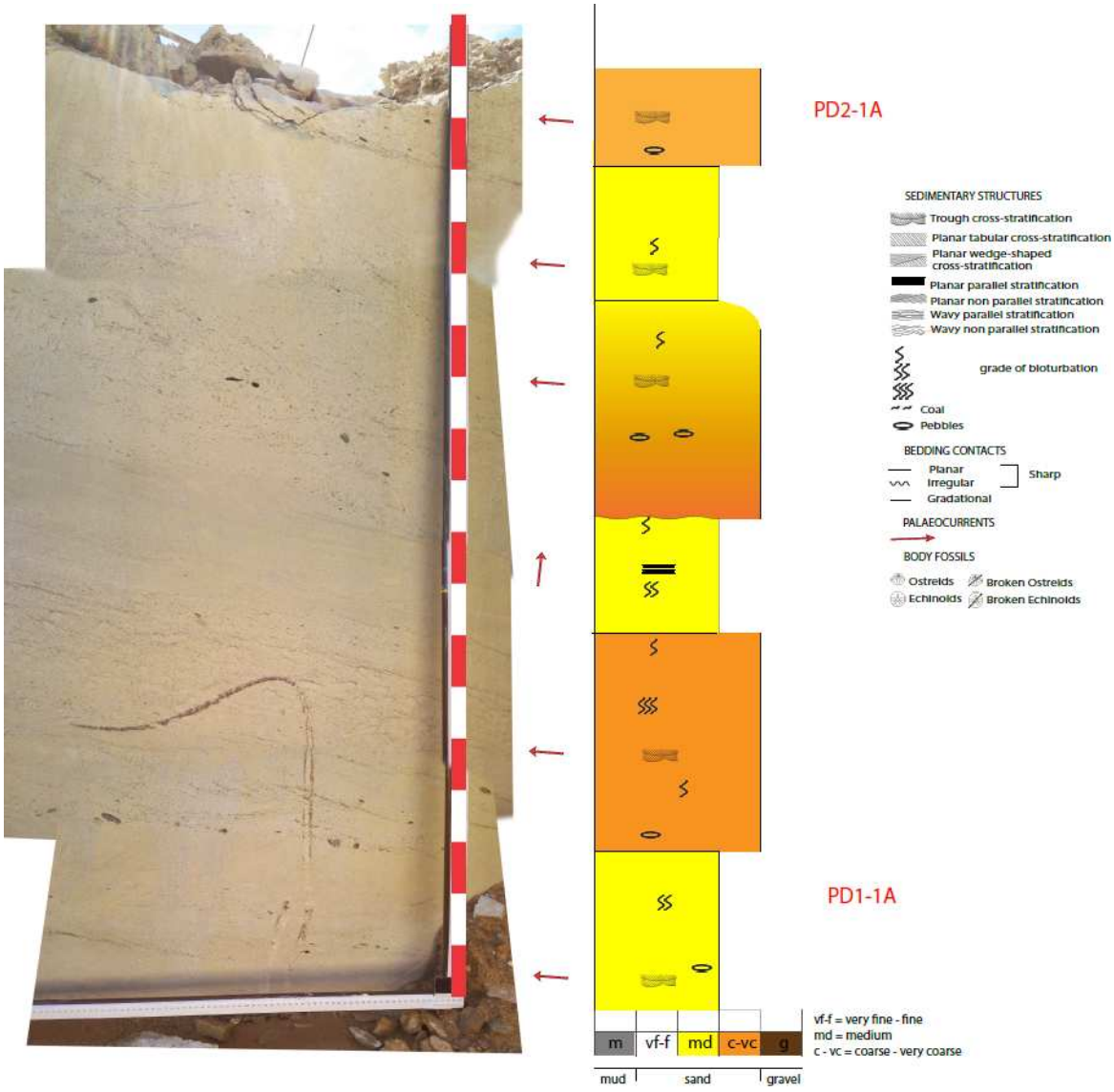

PD47-16B
HCS
PD46-16B
PD45-16B
SEDIMENTARY STRUCTURES
Trough cross-stratification
Planar tabular cross-stratification
Planar wedge-shaped cross-stratification
Planar parallel stratification
Planar non parallel stratification
Wavy parallel stratification
Wavy non parallel stratification
grade of bioturbation
Coal
Pebbles
BEDDING CONTACTS
Planar
Irregular
Gradational
Sharp
PALAEOCURRENTS
BODY FOSSILS
Ostreids
Broken Ostreids
Echinoids
Broken Echinoids
m
vf-f
md
c-vc
g
vf-f = very fine - fine
md = medium
c - vc = coarse - very coarse
mud
sand
gravel

P16dx

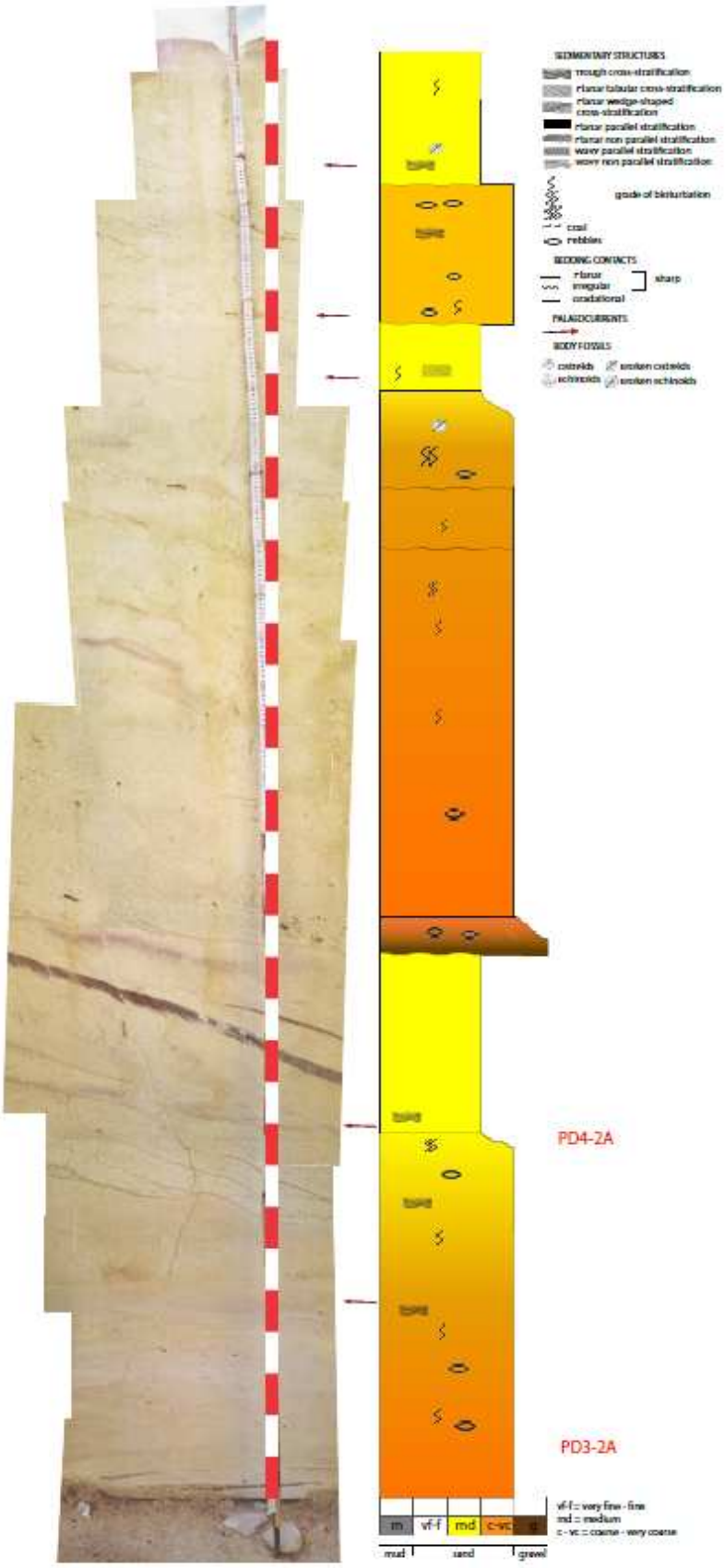

PD49-17B
PD48-17B
PD60-17B
SEDIMENTARY STRUCTURES
Trough cross-stratification
Planar tabular cross-stratification
Planar wedge-shaped cross-stratification
Planar parallel stratification
Planar non parallel stratification
Wavy parallel stratification
Wavy non parallel stratification
grade of bioturbation
Coal
Pebbles
BEDDING CONTACTS
Planar
Irregular
Gradational
Sharp
PALAEOCURRENTS
BODY FOSSILS
Ostreids
Broken Ostreids
Echinoids
Broken Echinoids
m
vf-f
md
c-vc
g
mud
sand
gravel
vf-f = very fine - fine
md = medium
c - vc = coarse - very coarse

p17dx

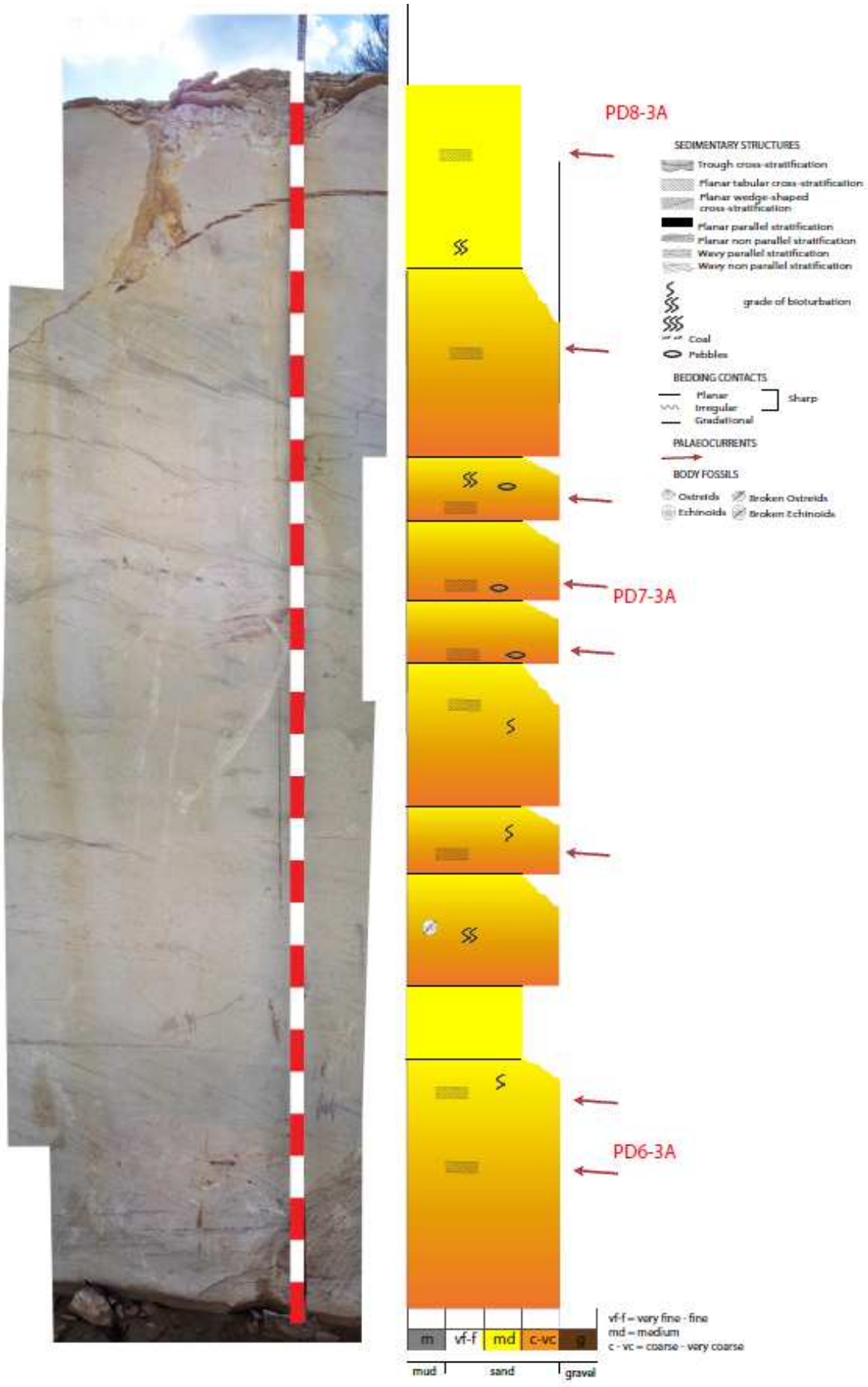
ulteriori log di stazioni non passanti per le sezioni:



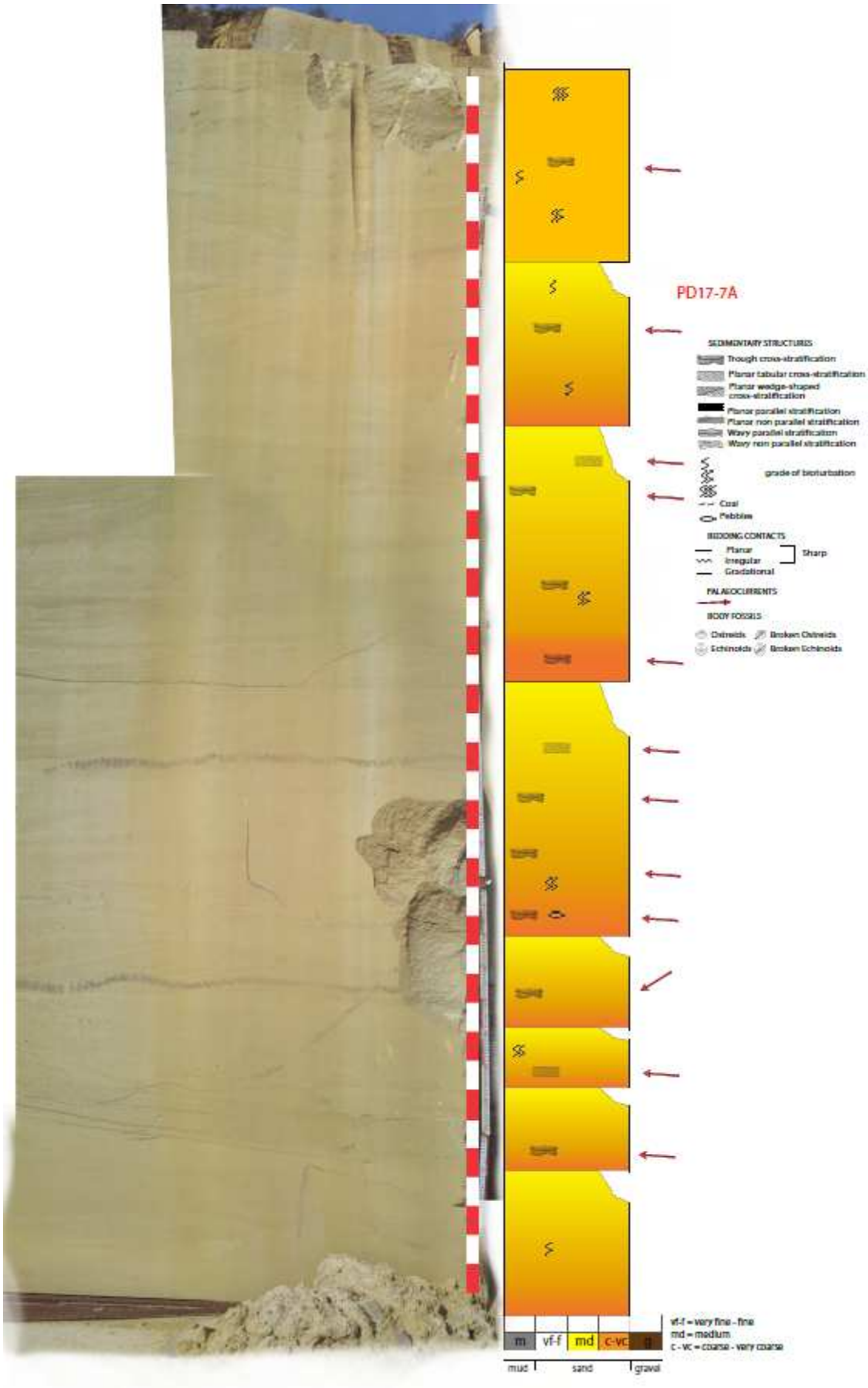
p1sx


SEDIMENTARY STRUCTURES
trough cross-stratification
planar tabular cross-stratification
planar wedge-shaped cross-stratification
planar parallel stratification
planar non parallel stratification
wavy parallel stratification
wavy non parallel stratification
grade of bioturbation
coal
pebbles
BEDDING CONTACTS
planar
irregular
sharp
erosional
PALAEOCURRENTS
BODY FOSSILS
cololds
broken cololds
echinoids
broken echinoids
PD4-2A
PD3-2A
m
vf-f
md
c-vc
g
vf-f :: very fine - fine
md :: medium
c - vc :: coarse - very coarse
mud
sand
gravel

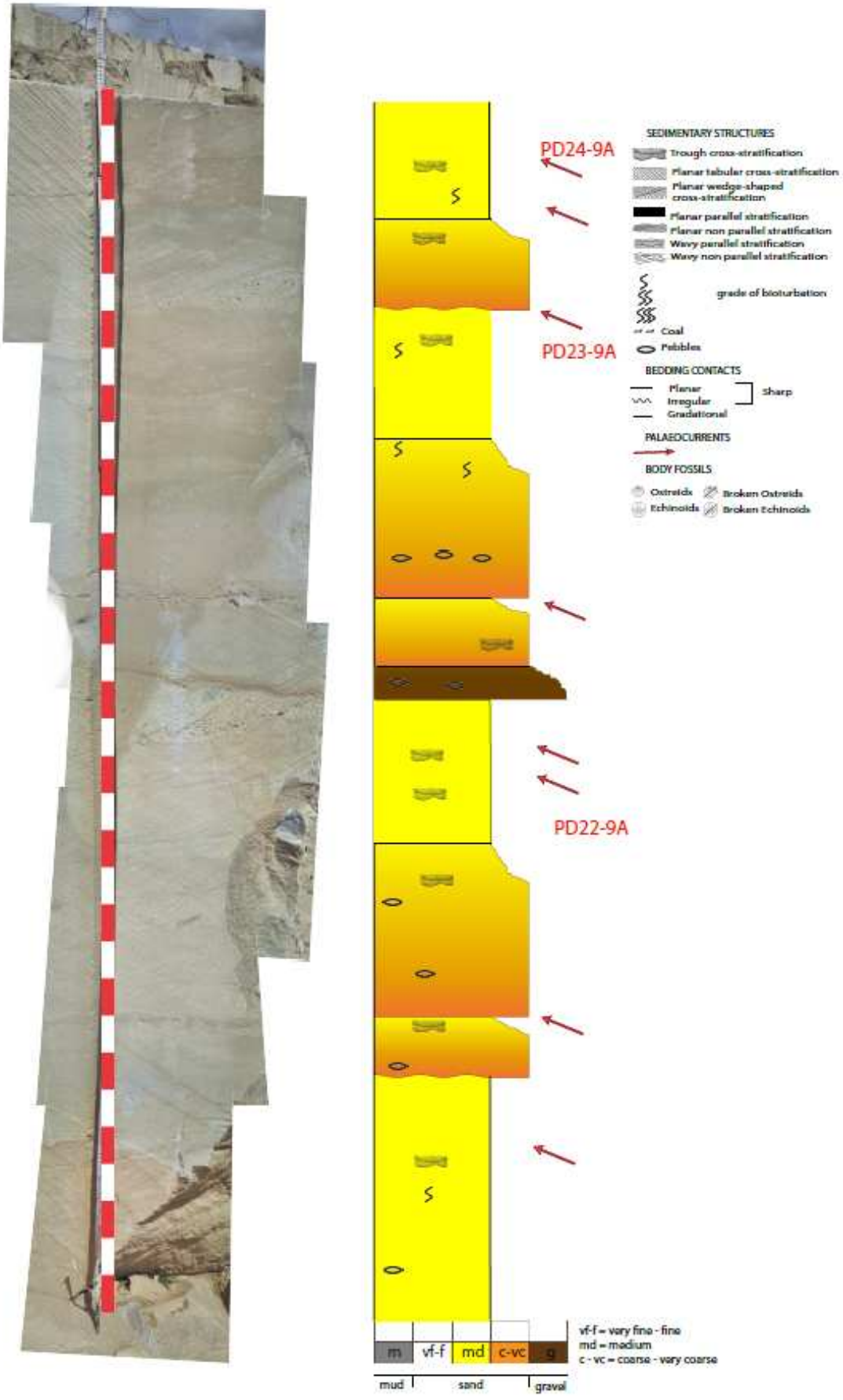
p2


PD8-3A
SEDIMENTARY STRUCTURES
Trough cross-stratification
Planar tabular cross-stratification
Planar wedge-shaped cross-stratification
Planar parallel stratification
Planar non parallel stratification
Wavy parallel stratification
Wavy non parallel stratification
grade of bioturbation
Coal
Pebbles
BEDDING CONTACTS
Planar
Irregular
Gradational
Sharp
PALAEOCURRENTS
BODY FOSSILS
Ostreids
Broken Ostreids
Echinoids
Broken Echinoids
PD7-3A
PD6-3A
m
vf-f
md
c-vc
g
mud
sand
gravel
vf-f = very fine - fine
md = medium
c - vc = coarse - very coarse

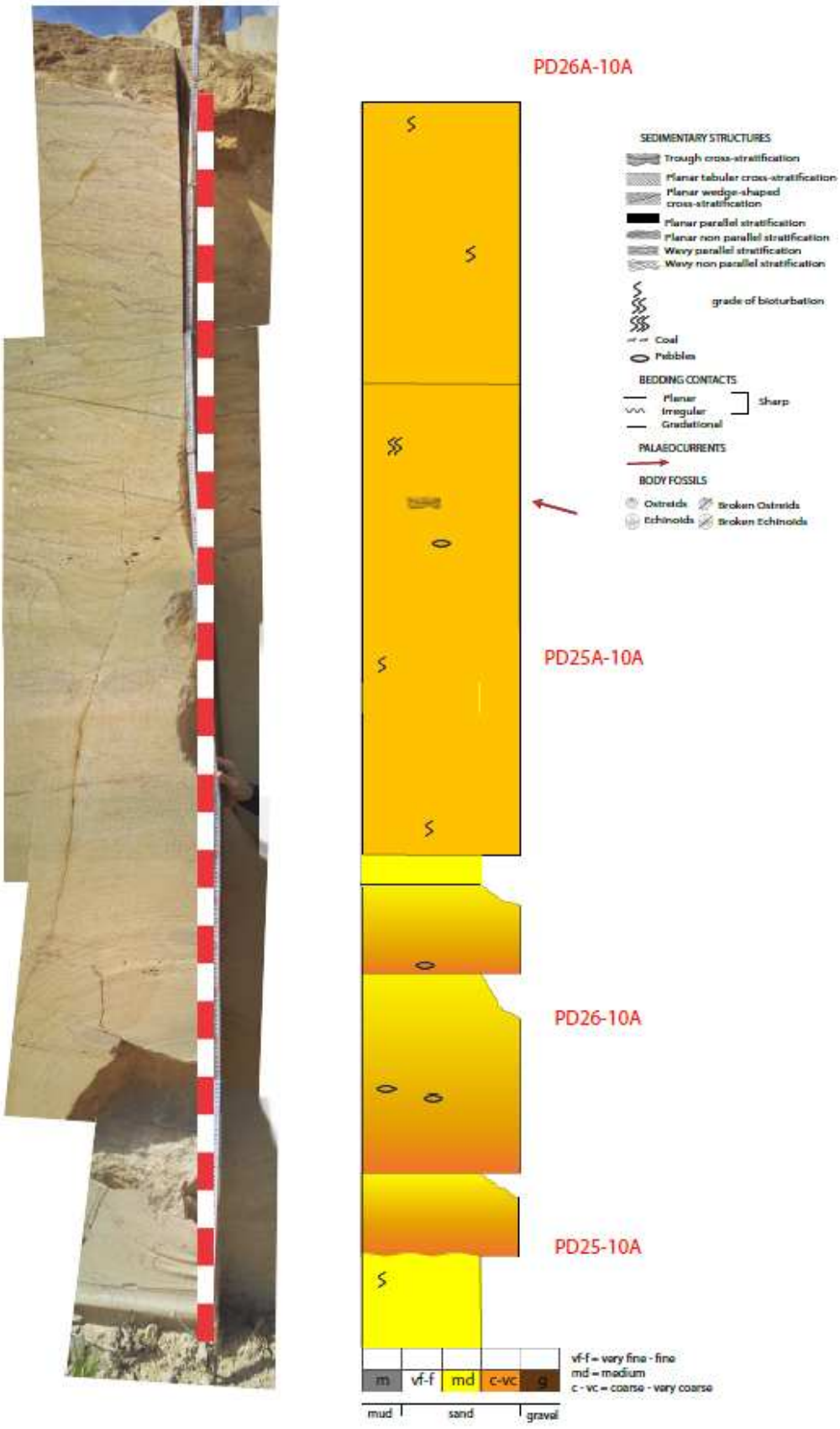
p3sx


PD17-7A
SEDIMENTARY STRUCTURES
Trough cross-stratification
Planar tabular cross-stratification
Planar wedge-shaped cross-stratification
Planar parallel stratification
Planar non parallel stratification
Wavy parallel stratification
Wavy non parallel stratification
grade of bioturbation
Coal
Pebbles
BEDDING CONTACTS
Planar
Irregular
Gradational
Sharp
PALAEOCURRENTS
BODY FOSSILS
Ostreids
Broken Ostreids
Echinoids
Broken Echinoids
m
vf-f
md
c-vc
g
vf-f = very fine - fine
md = medium
c - vc = coarse - very coarse
mud
sand
gravel

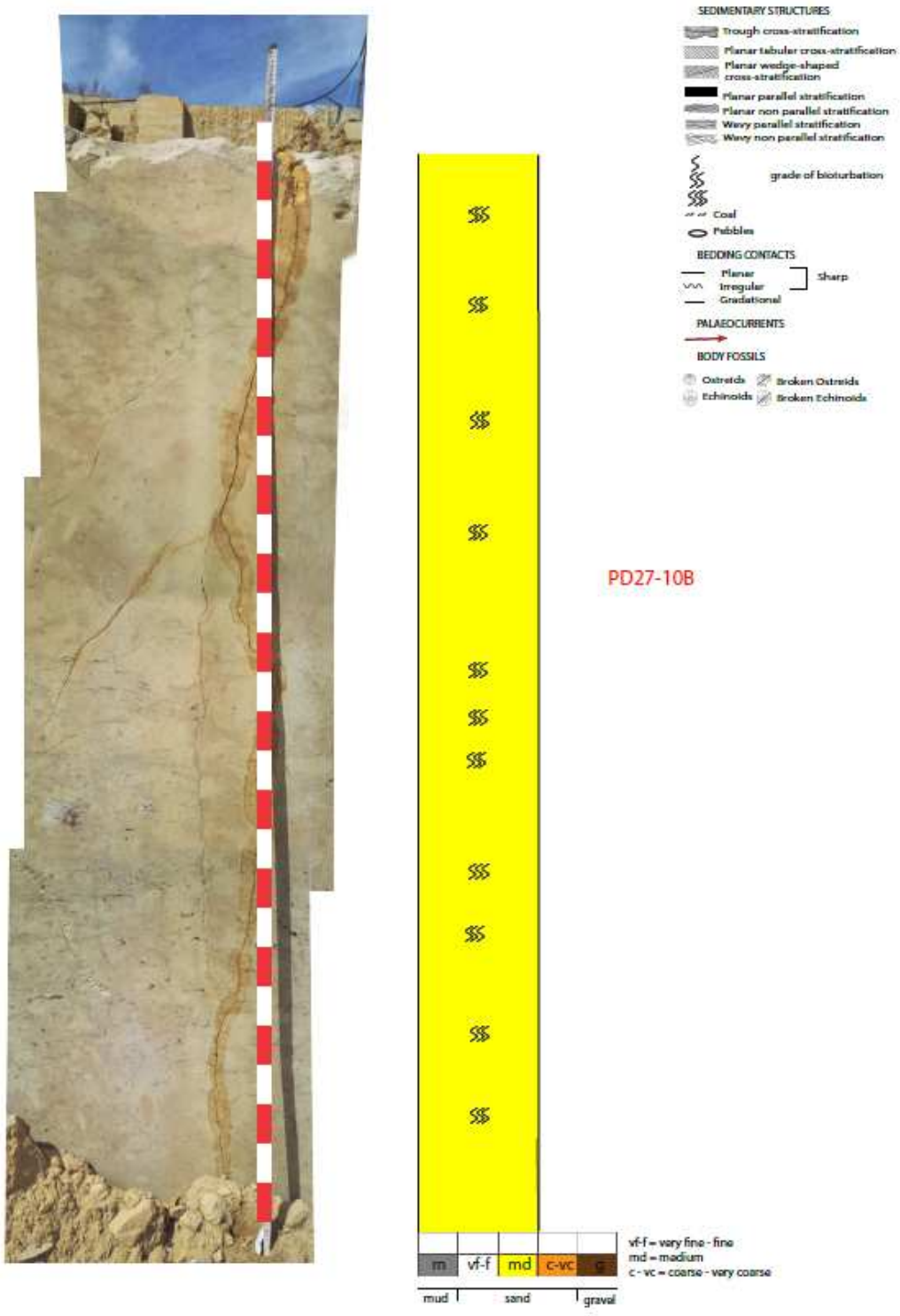
p7frontale


PD24-9A
PD23-9A
PD22-9A
SEDIMENTARY STRUCTURES
Trough cross-stratification
Planar tabular cross-stratification
Planar wedge-shaped cross-stratification
Planar parallel stratification
Planar non parallel stratification
Wavy parallel stratification
Wavy non parallel stratification
grade of bioturbation
Coal
Pebbles
BEDDING CONTACTS
Planar
Irregular
Gradational
Sharp
PALAEOCURRENTS
BODY FOSSILS
Ostreids
Broken Ostreids
Echinoids
Broken Echinoids
m
vf-f
md
c-vc
g
mud
sand
gravel
vf-f = very fine - fine
md = medium
c - vc = coarse - very coarse

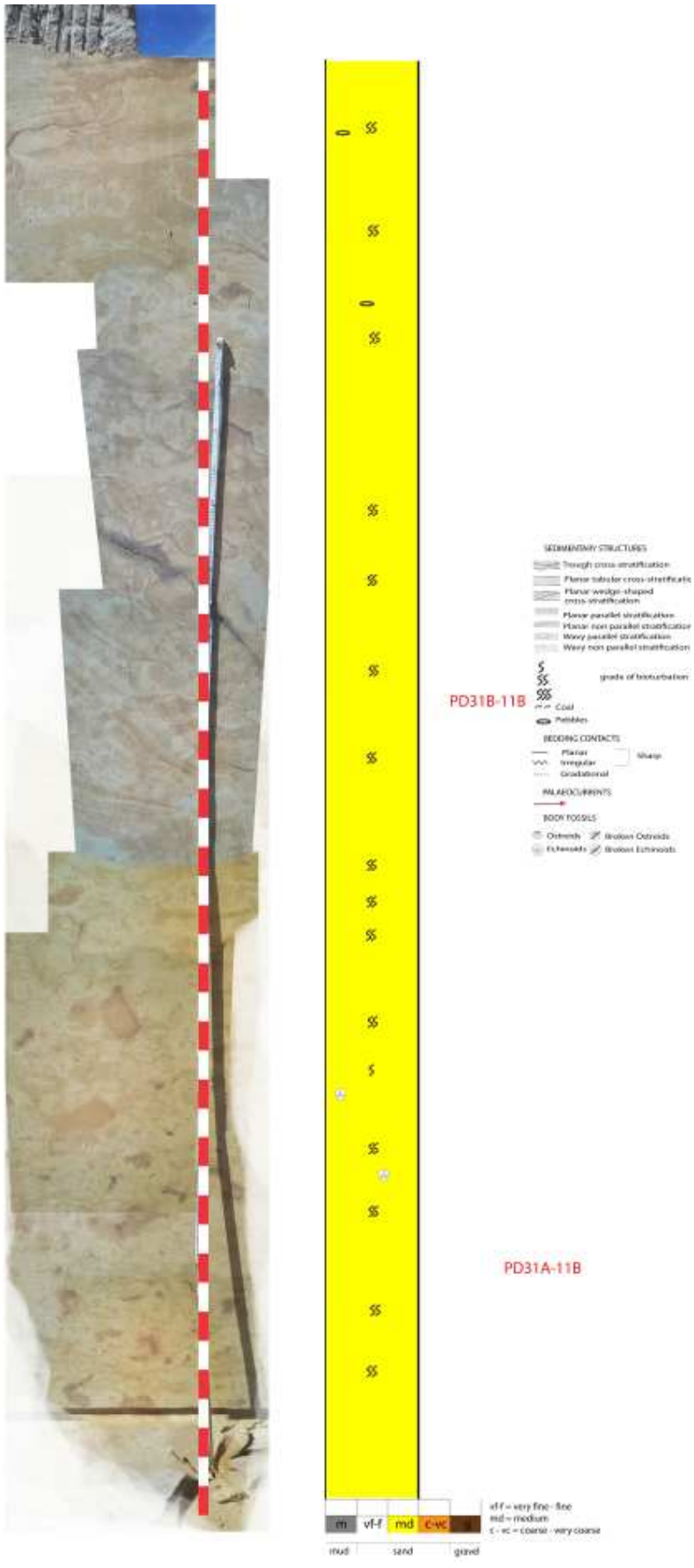
p9dx


PD26A-10A
SEDIMENTARY STRUCTURES
Trough cross-stratification
Planar tabular cross-stratification
Planar wedge-shaped cross-stratification
Planar parallel stratification
Planar non parallel stratification
Wavy parallel stratification
Wavy non parallel stratification
grade of bioturbation
Coal
Pebbles
BEDDING CONTACTS
Planar
Irregular
Gradational
Sharp
PALAEOCURRENTS
BODY FOSSILS
Ostreids
Broken Ostreids
Echinoids
Broken Echinoids
PD25A-10A
PD26-10A
PD25-10A
m
vf-f
md
c-vc
g
vf-f = very fine - fine
md = medium
c - vc = coarse - very coarse
mud
sand
gravel

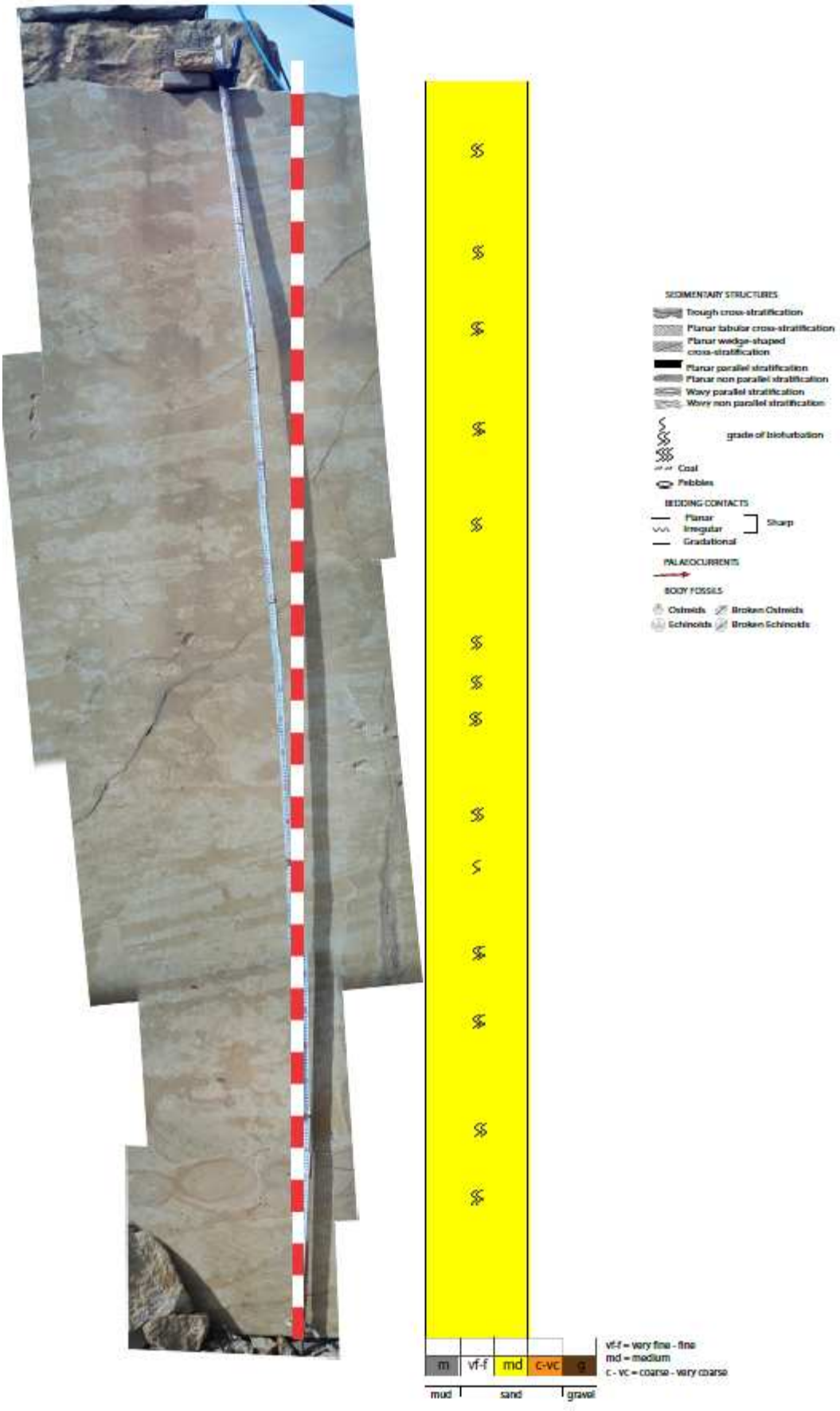
p10sx


SEDIMENTARY STRUCTURES
Trough cross-stratification
Planar tabular cross-stratification
Planar wedge-shaped cross-stratification
Planar parallel stratification
Planar non parallel stratification
Wavy parallel stratification
Wavy non parallel stratification
grade of bioturbation
Coal
Pebbles
BEDDING CONTACTS
Planar
Irregular
Gradational
Sharp
PALAEOCURRENTS
BODY FOSSILS
Ostreids
Broken Ostreids
Echinoids
Broken Echinoids
PD27-10B
m
vf-f
md
c-vc
g
vf-f = very fine - fine
md = medium
c - vc = coarse - very coarse
mud
sand
gravel

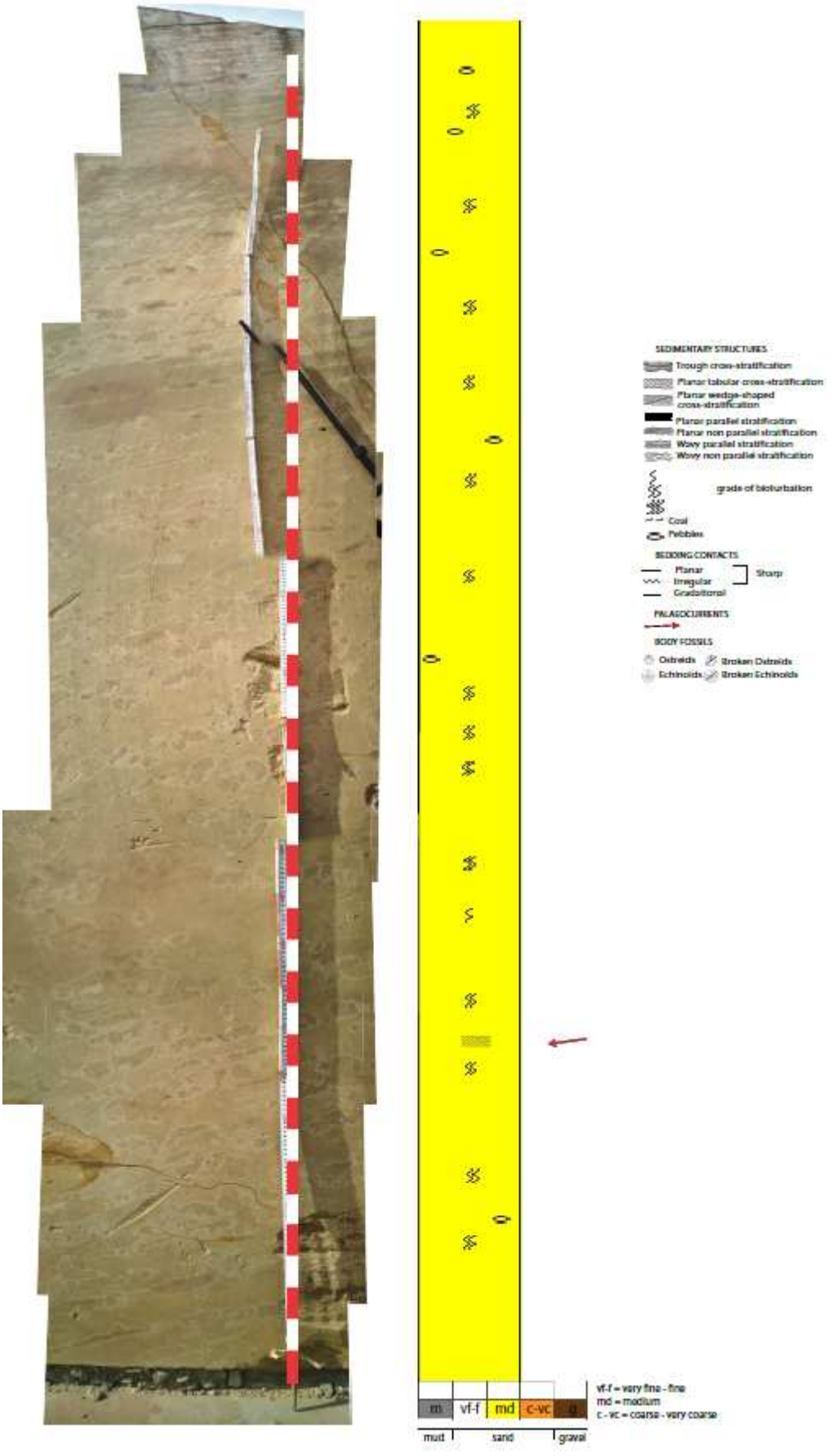
p10dx



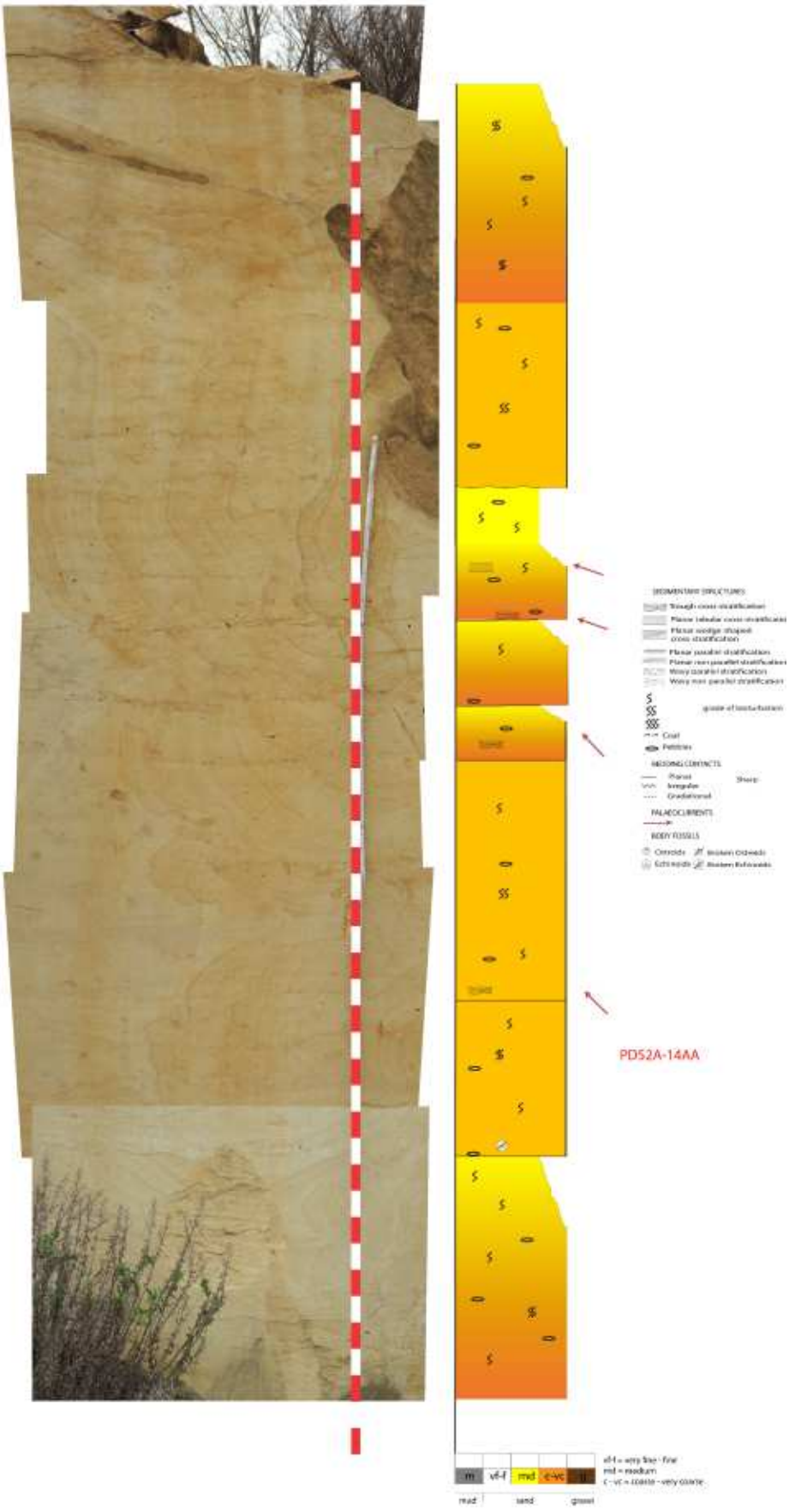
p11centrodx


SEDIMENTARY STRUCTURES
Trough cross-stratification
Planar tabular cross-stratification
Planar wedge-shaped cross-stratification
Planar parallel stratification
Planar non parallel stratification
Wavy parallel stratification
Wavy non parallel stratification
grade of bioturbation
Coal
Pebbles
BEDDING CONTACTS
Planar
Irregular
Gradational
Sharp
PALAEOCURRENTS
BODY FOSSILS
Ostreids
Broken Ostreids
Echinoids
Broken Echinoids
m
vf-f
md
c-vc
g
vf-f = very fine - fine
md = medium
c - vc = coarse - very coarse
mud
sand
gravel

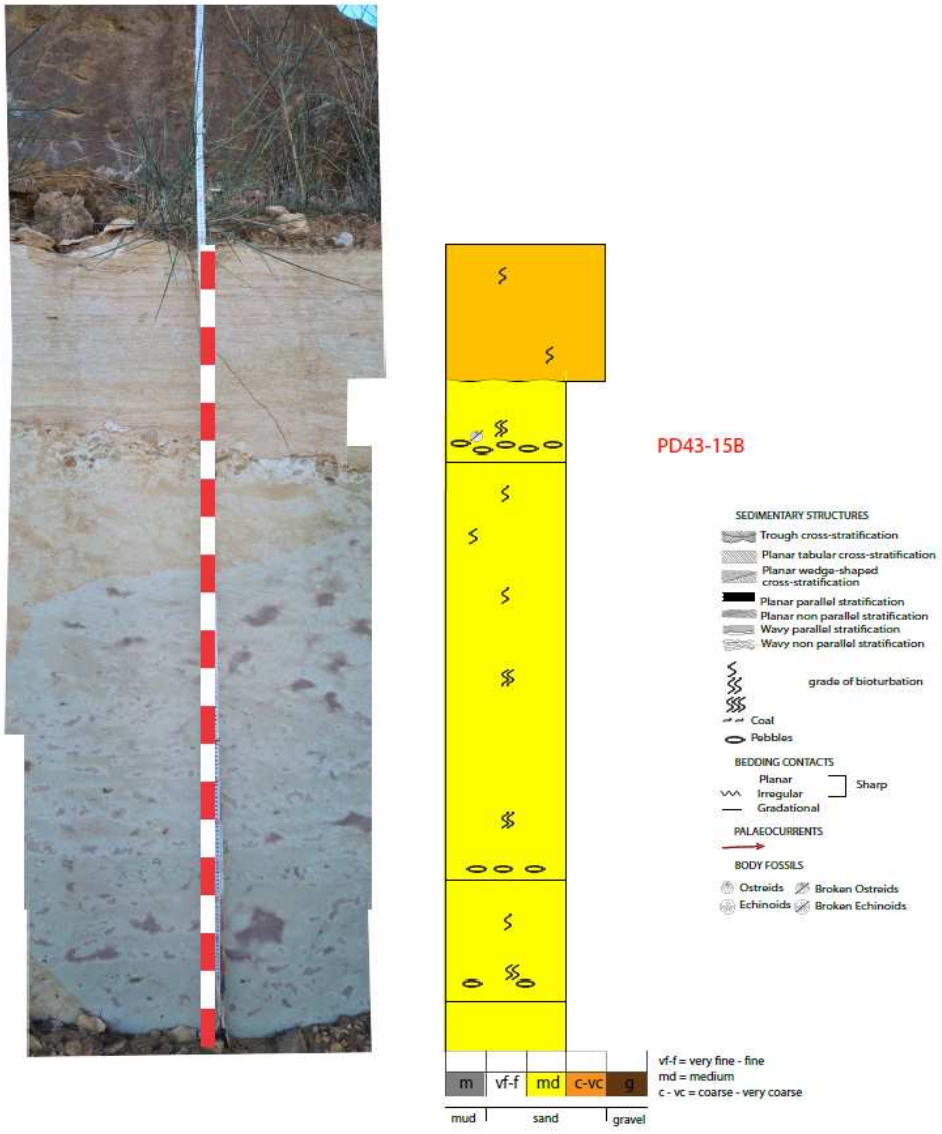
p12dx



p13centrodx



p14sx


PD43-15B
SEDIMENTARY STRUCTURES
Trough cross-stratification
Planar tabular cross-stratification
Planar wedge-shaped cross-stratification
Planar parallel stratification
Planar non parallel stratification
Wavy parallel stratification
Wavy non parallel stratification
grade of bioturbation
Coal
Pebbles
BEDDING CONTACTS
Planar
Irregular
Gradational
Sharp
PALAEOCURRENTS
BODY FOSSILS
Ostreids
Broken Ostreids
Echinoids
Broken Echinoids
m
vf-f
md
c-vc
g
vf-f = very fine - fine
md = medium
c - vc = coarse - very coarse
mud
sand
gravel

P15dx

SCAR Scarceta



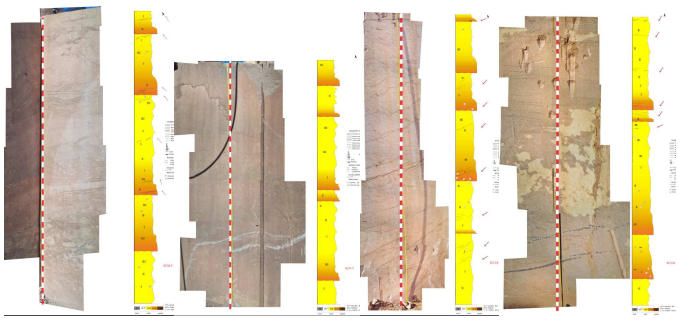
Sezioni dei log stratigrafici Cava Scarceta. Ortofoto fuori scala

CAMPIONI PRELEVATI ALLA CAVA DI SCARCETA	
SC1-0	SC8-5
SC2-0	SC9-6
SC3-1	SC10-7
SC4-1	SC11-7
SC5-2	SC12-8
SC6-3	SC13-8
SC7-3-4	

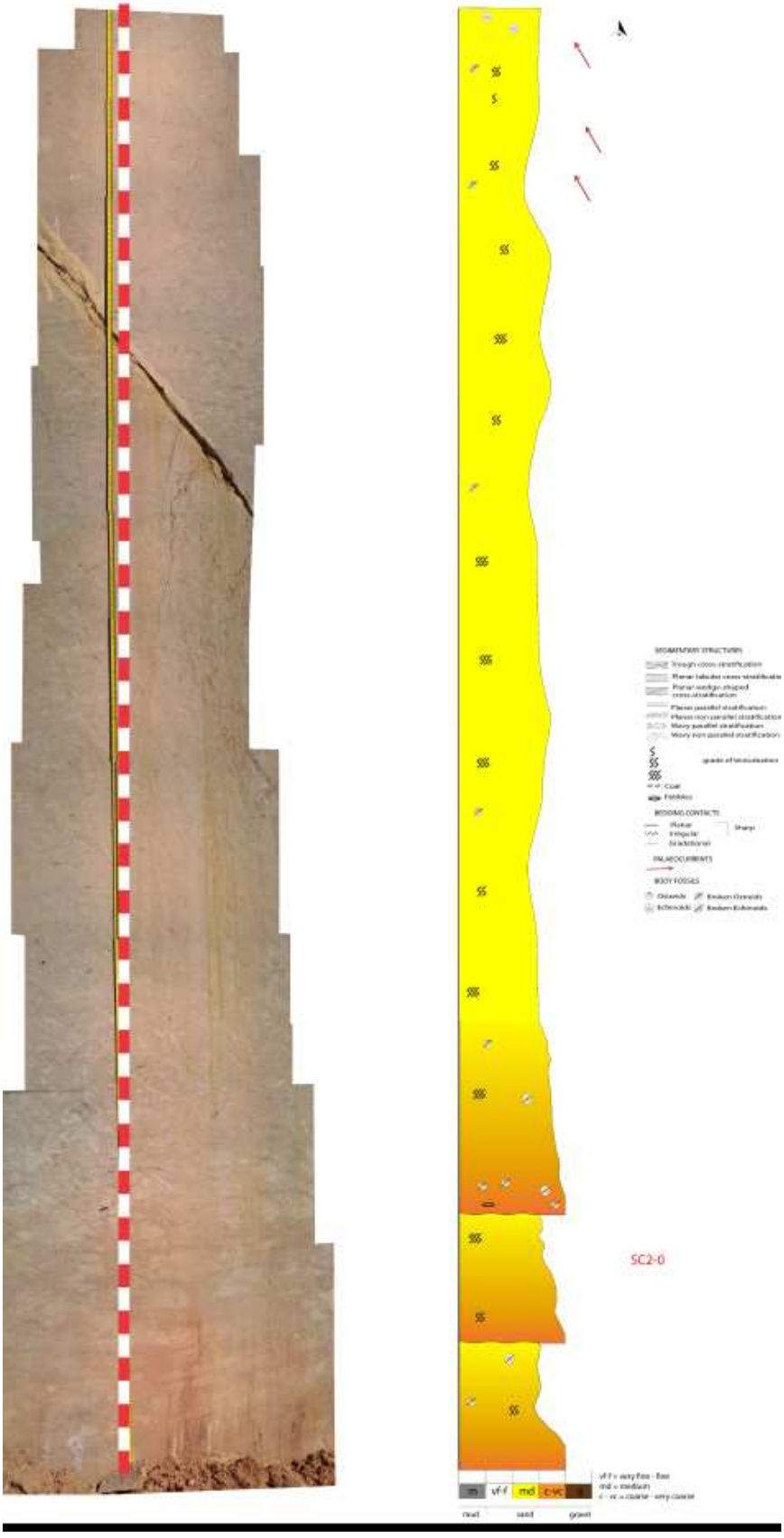
Campioni raccolti nella cava di Scarceta



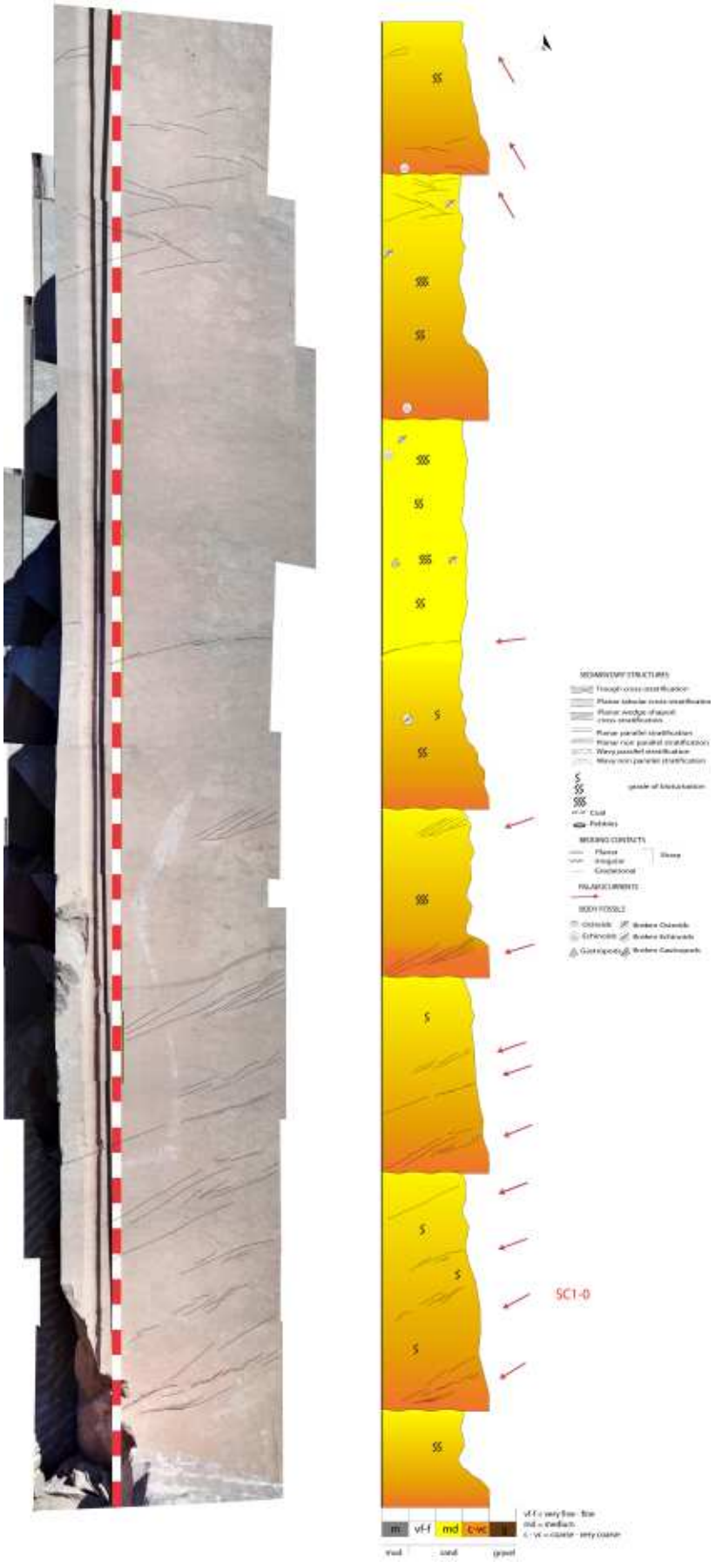
Log1 p0, log2 p0, log3 p1, log4 p1, log5 p2, log6 p3, log7 p3, log8 p5, log9 p6,



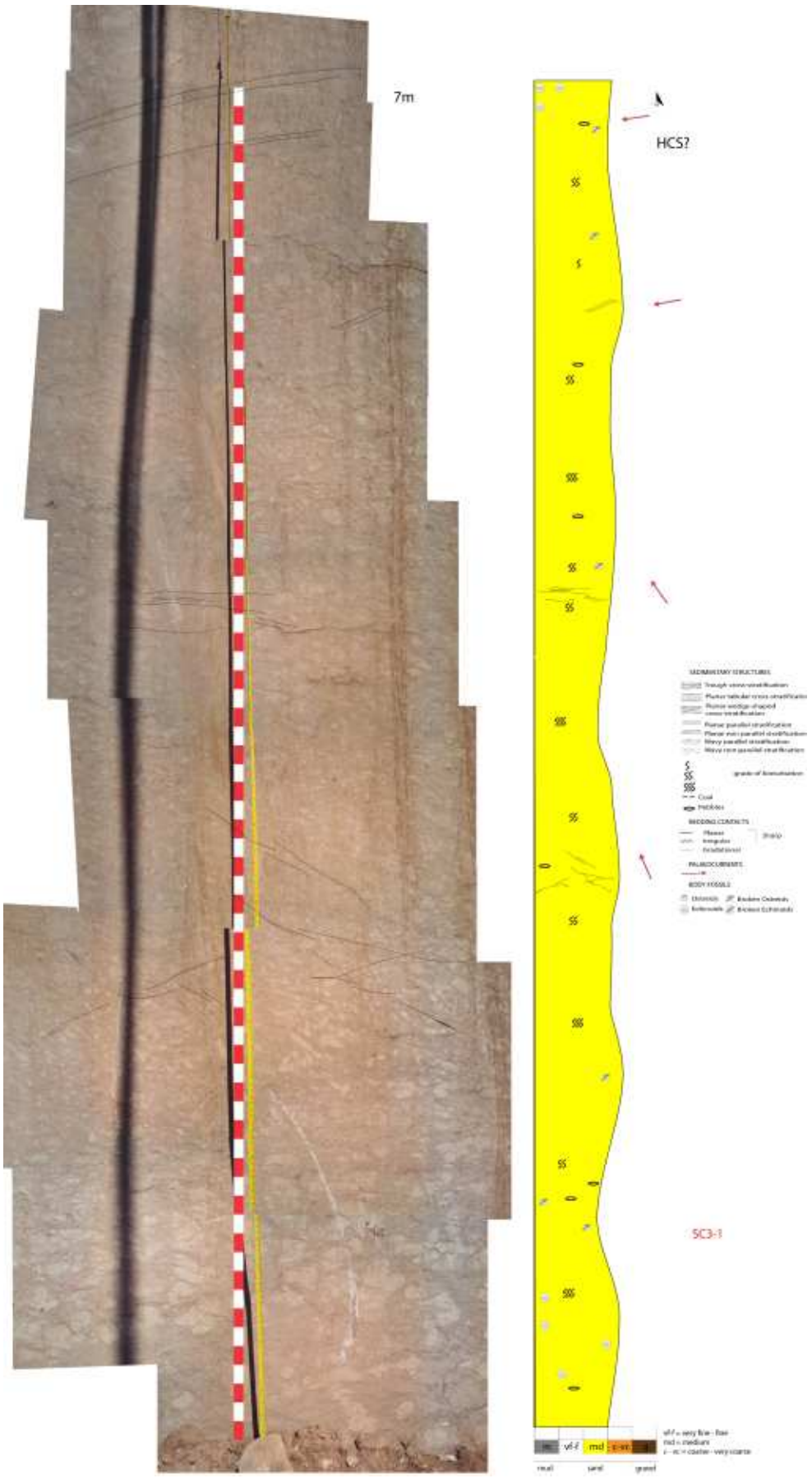
log10 p7, log11 p7, log12 p8, log13 p8


SC2-0
m
vf-f
md
c-vc
g
mud
sand
gravel

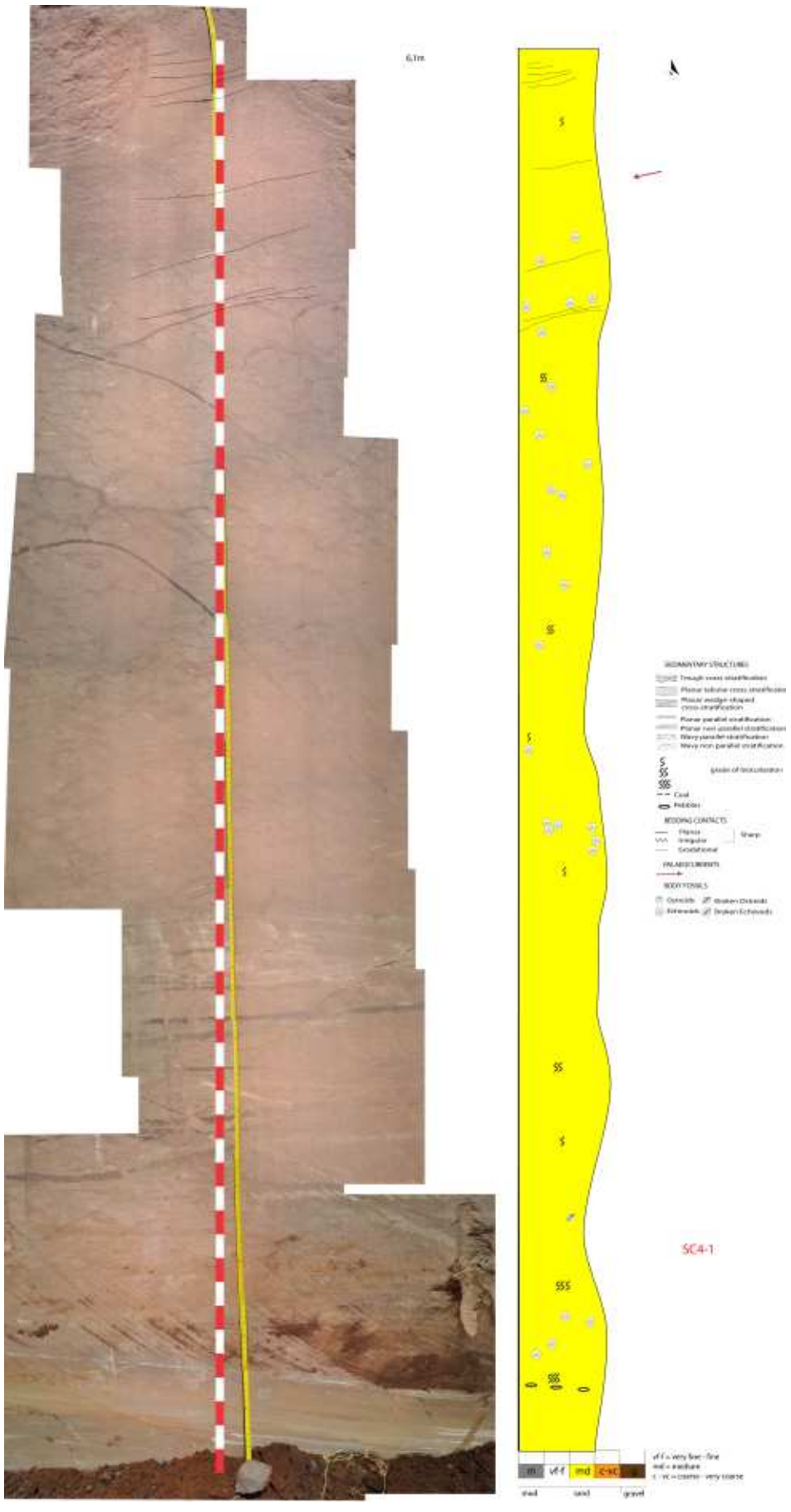
Log1 p0



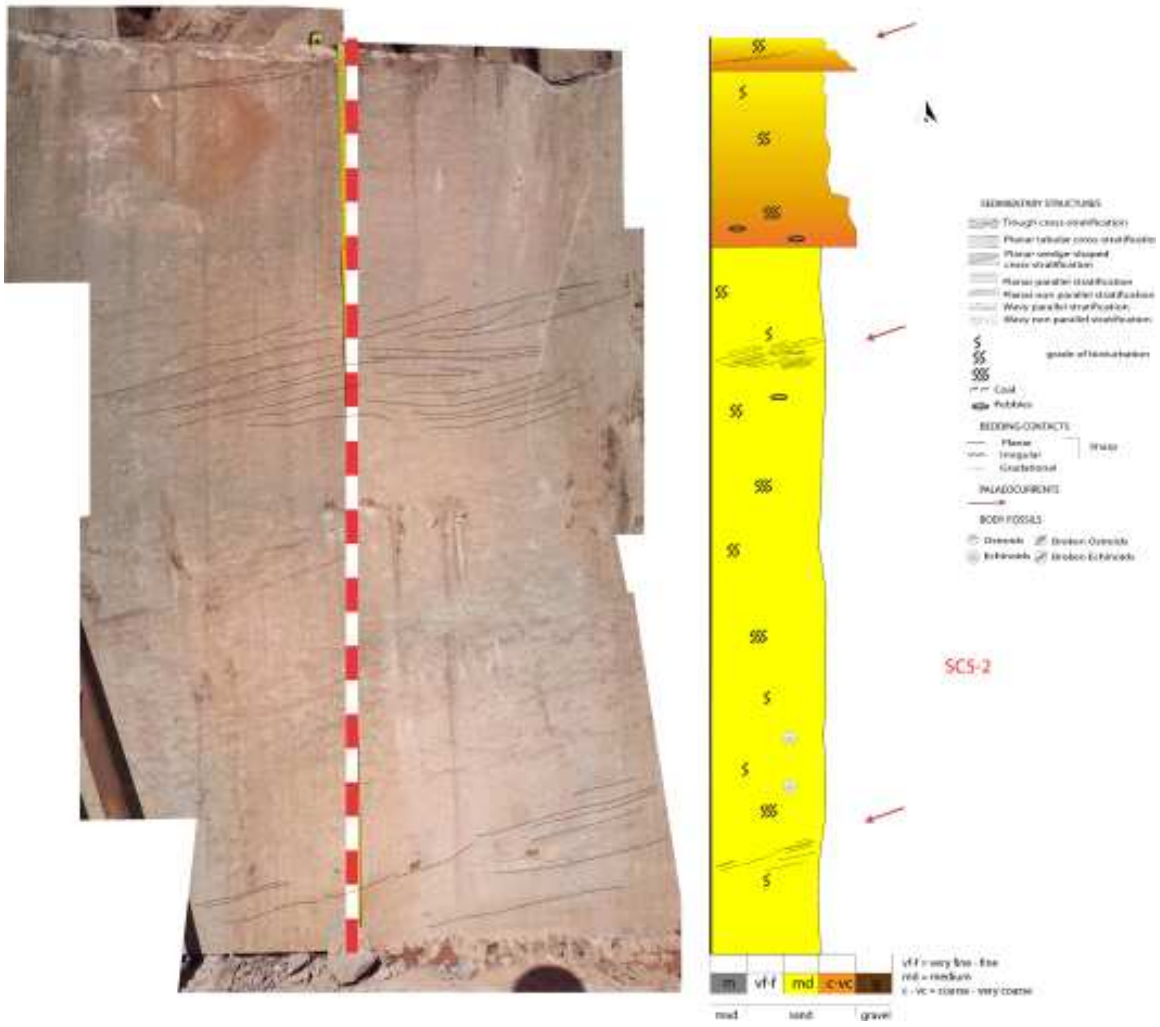
log2 p0



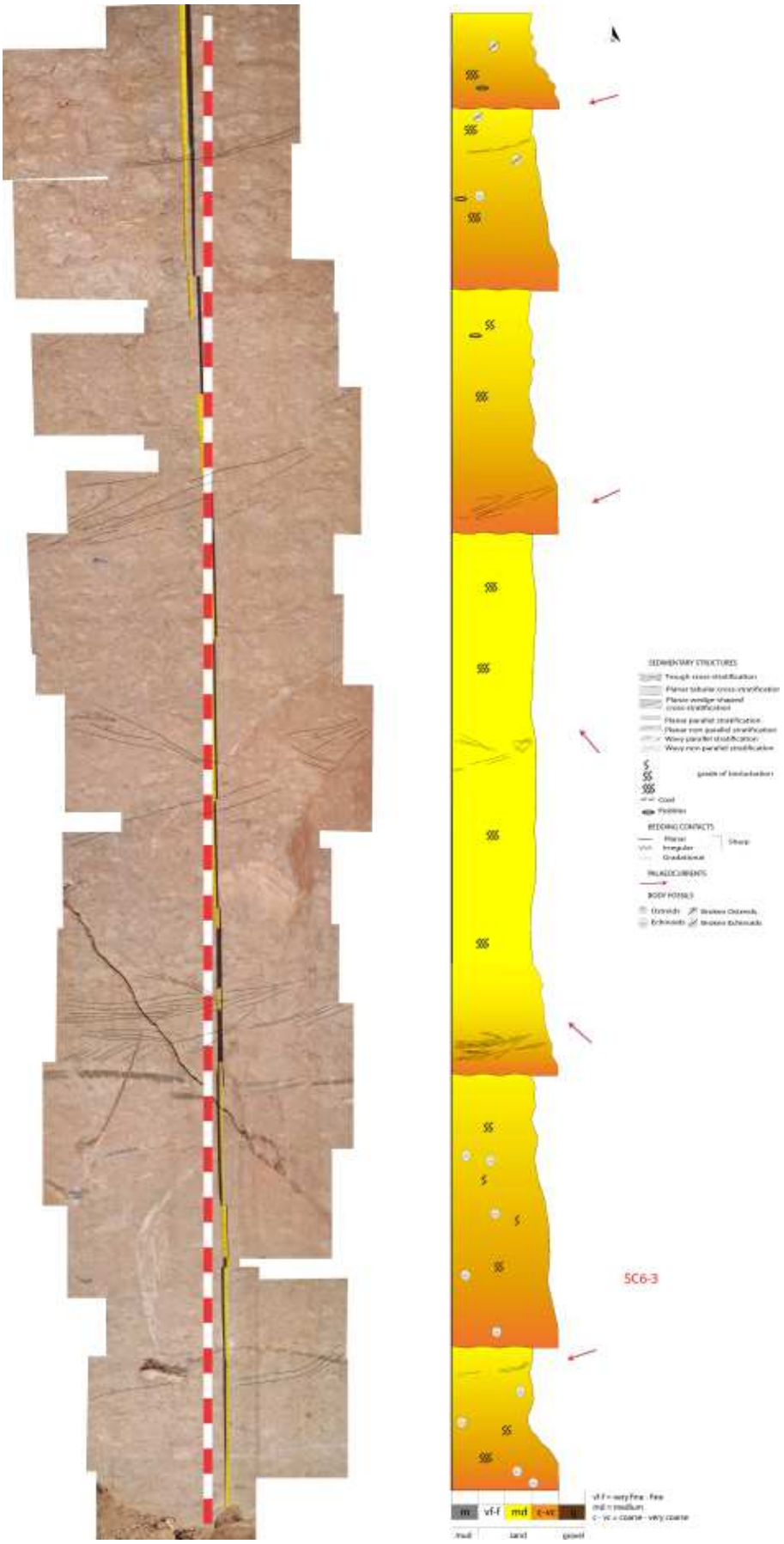
log3 p1



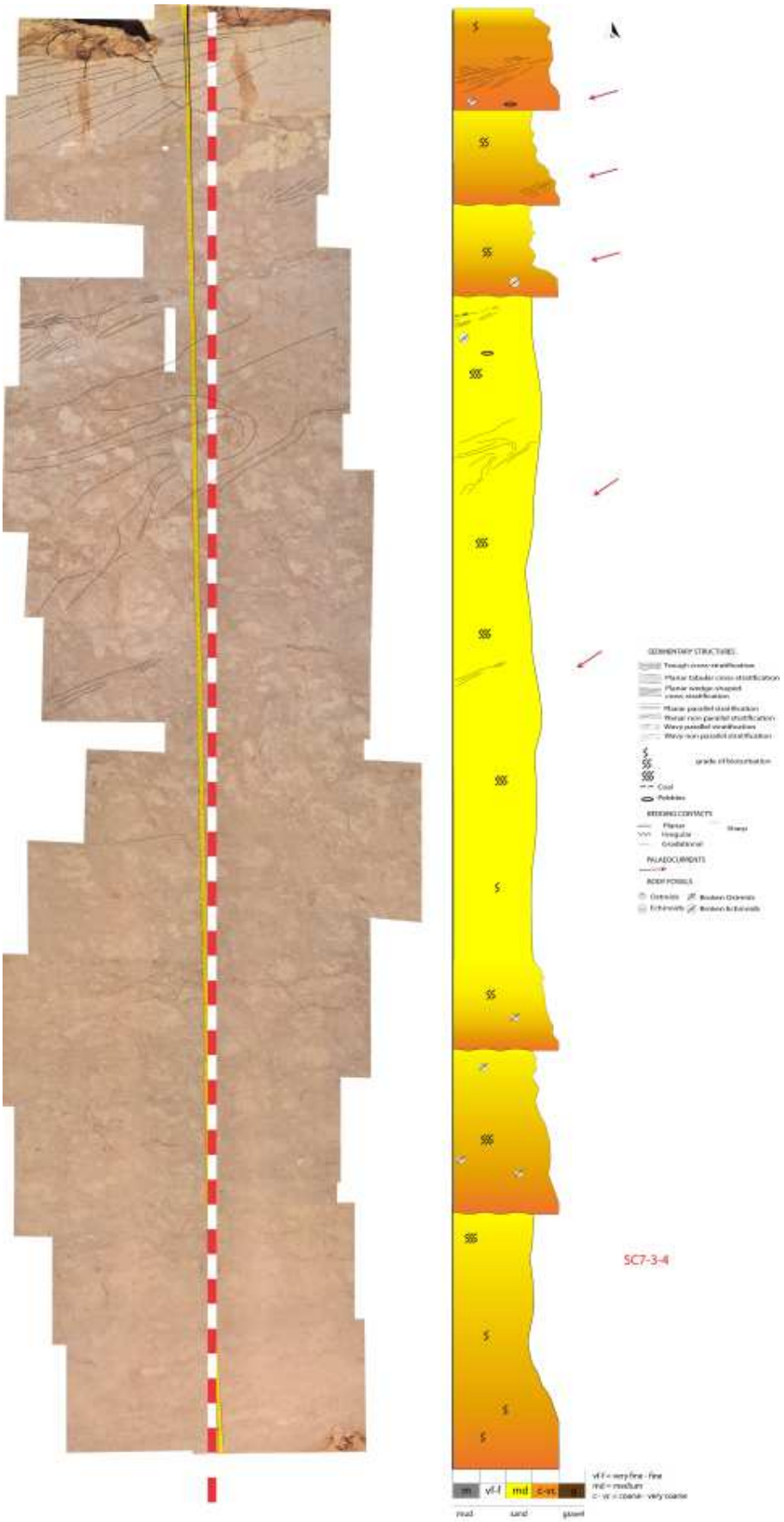
log4 p1



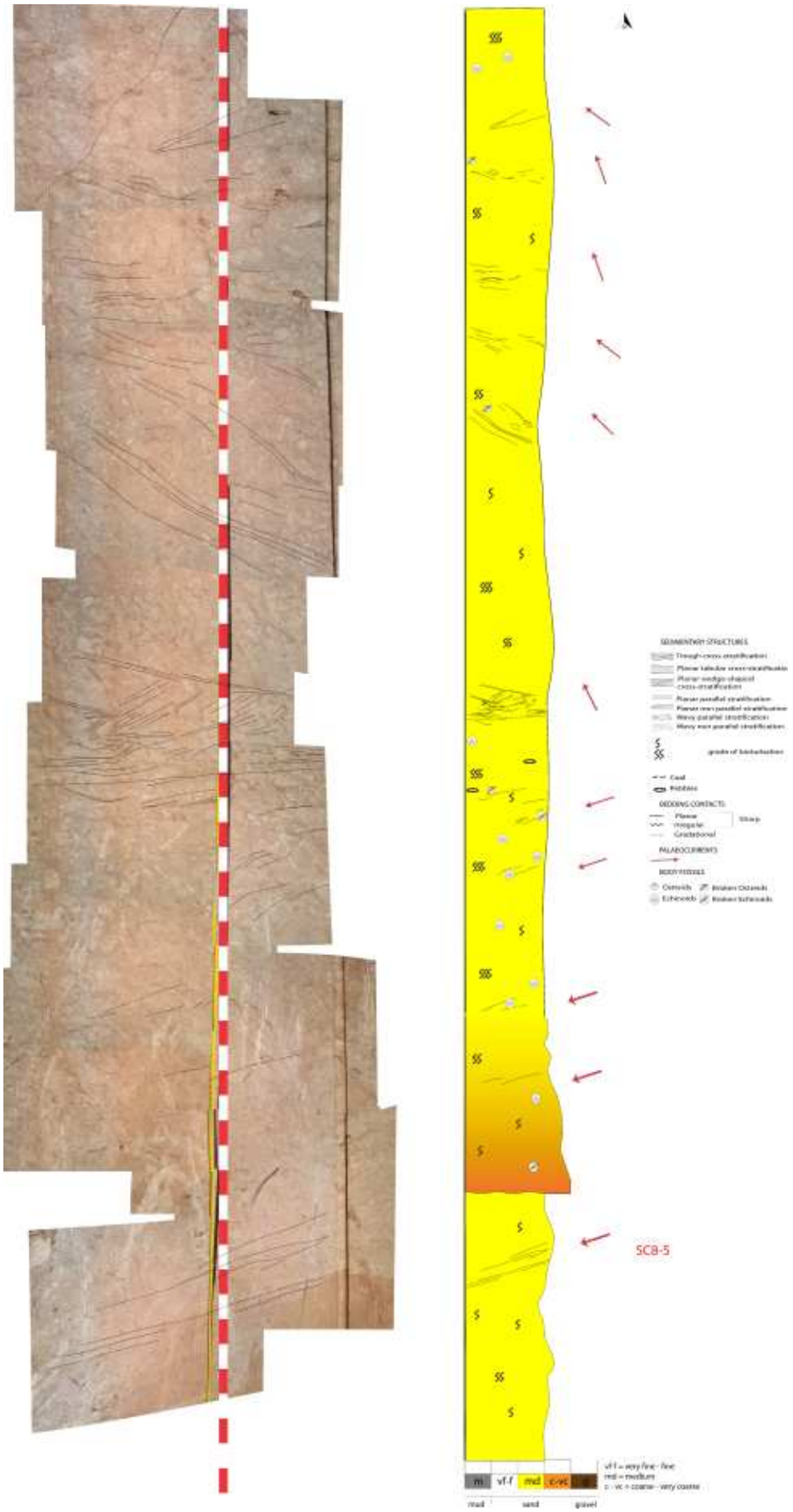
log5 p2



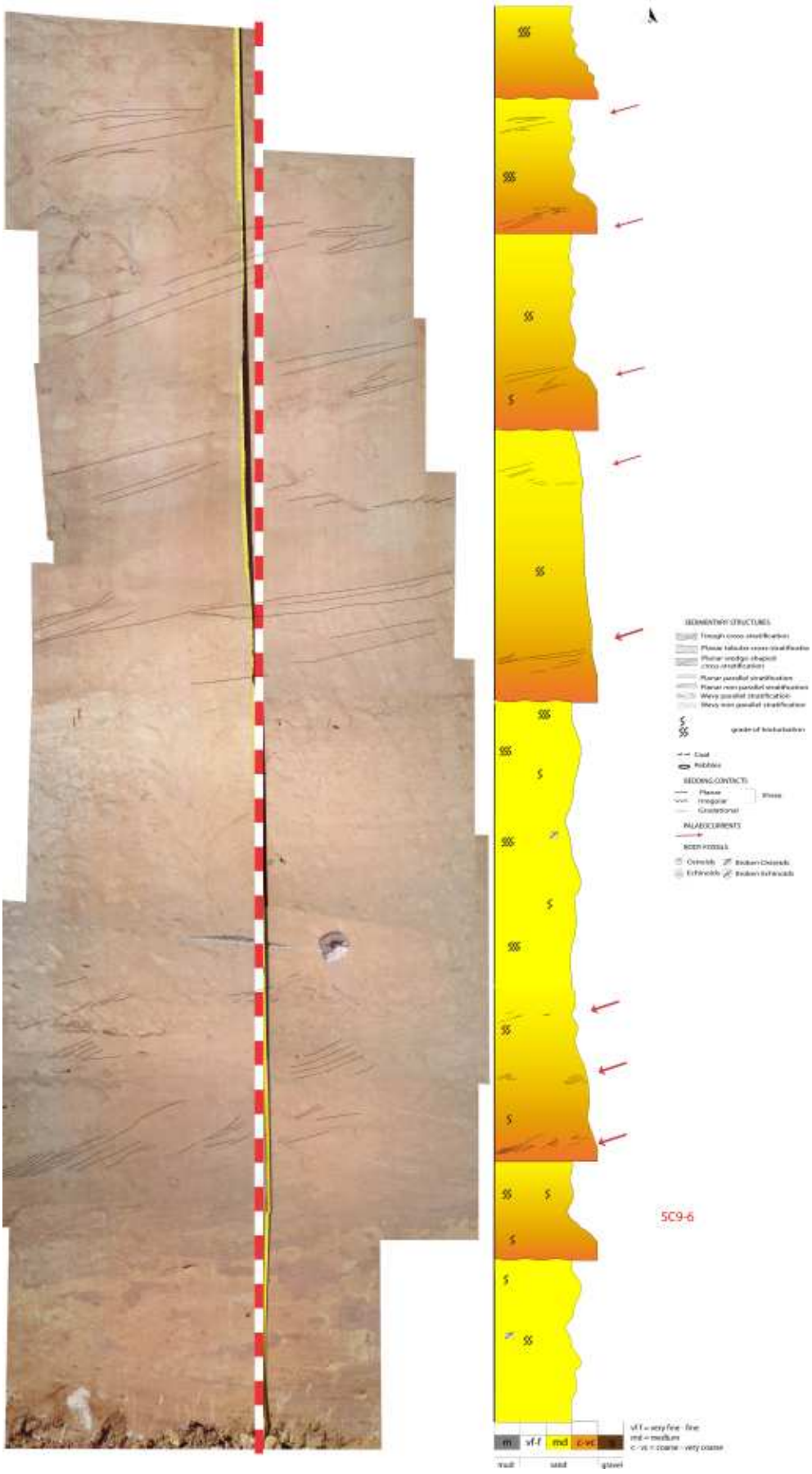
log6 p3



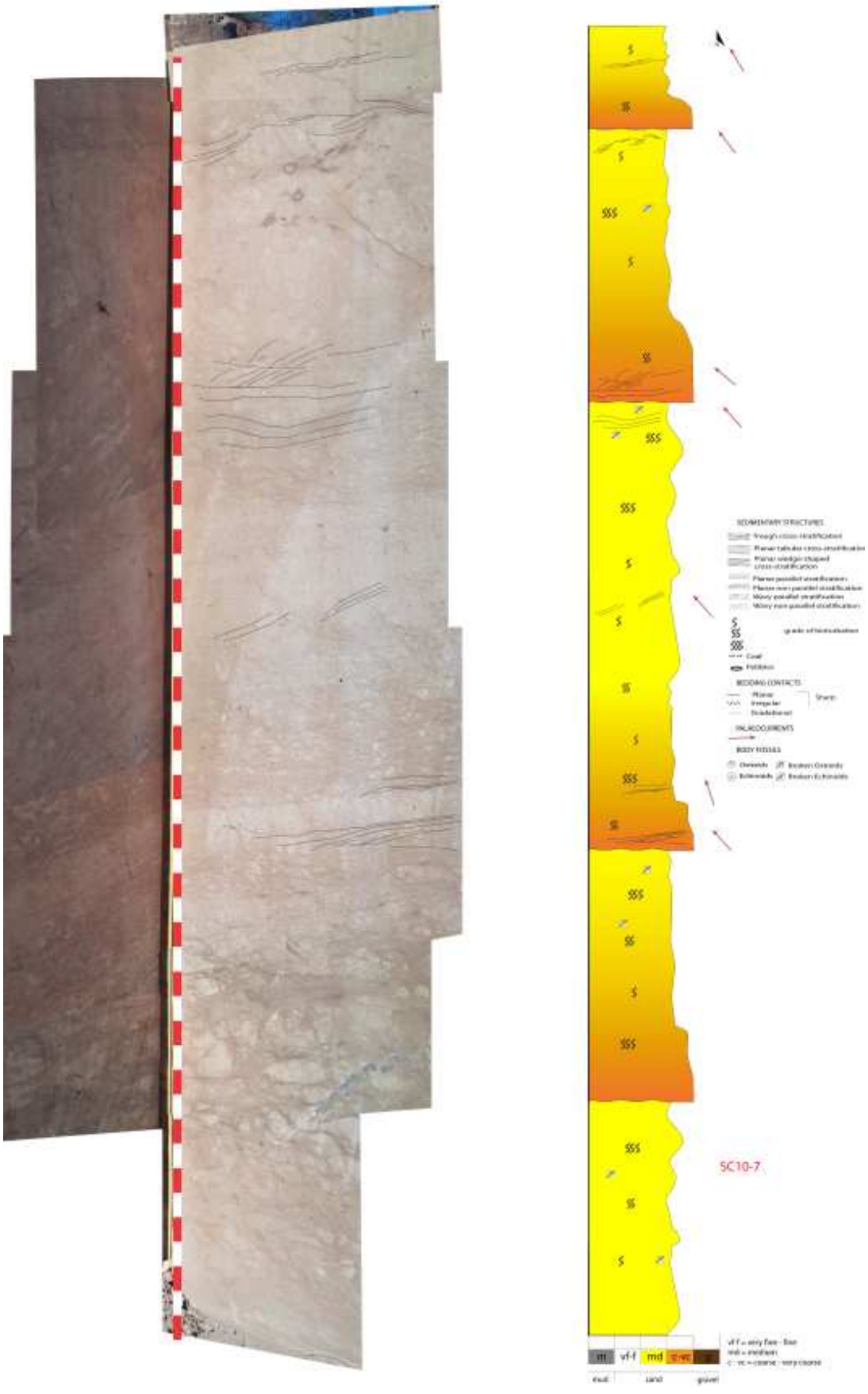
log7 p3



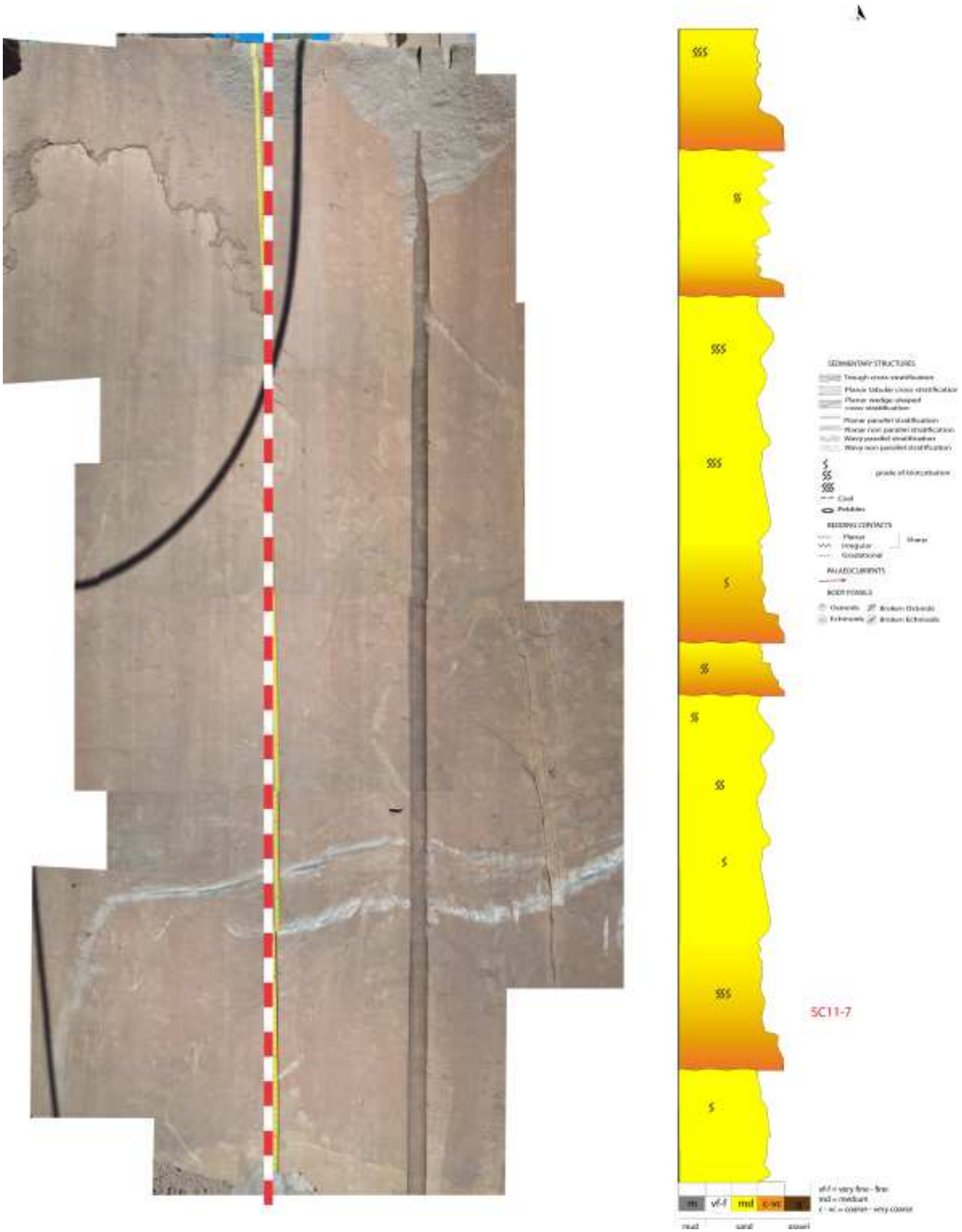
log8 p5



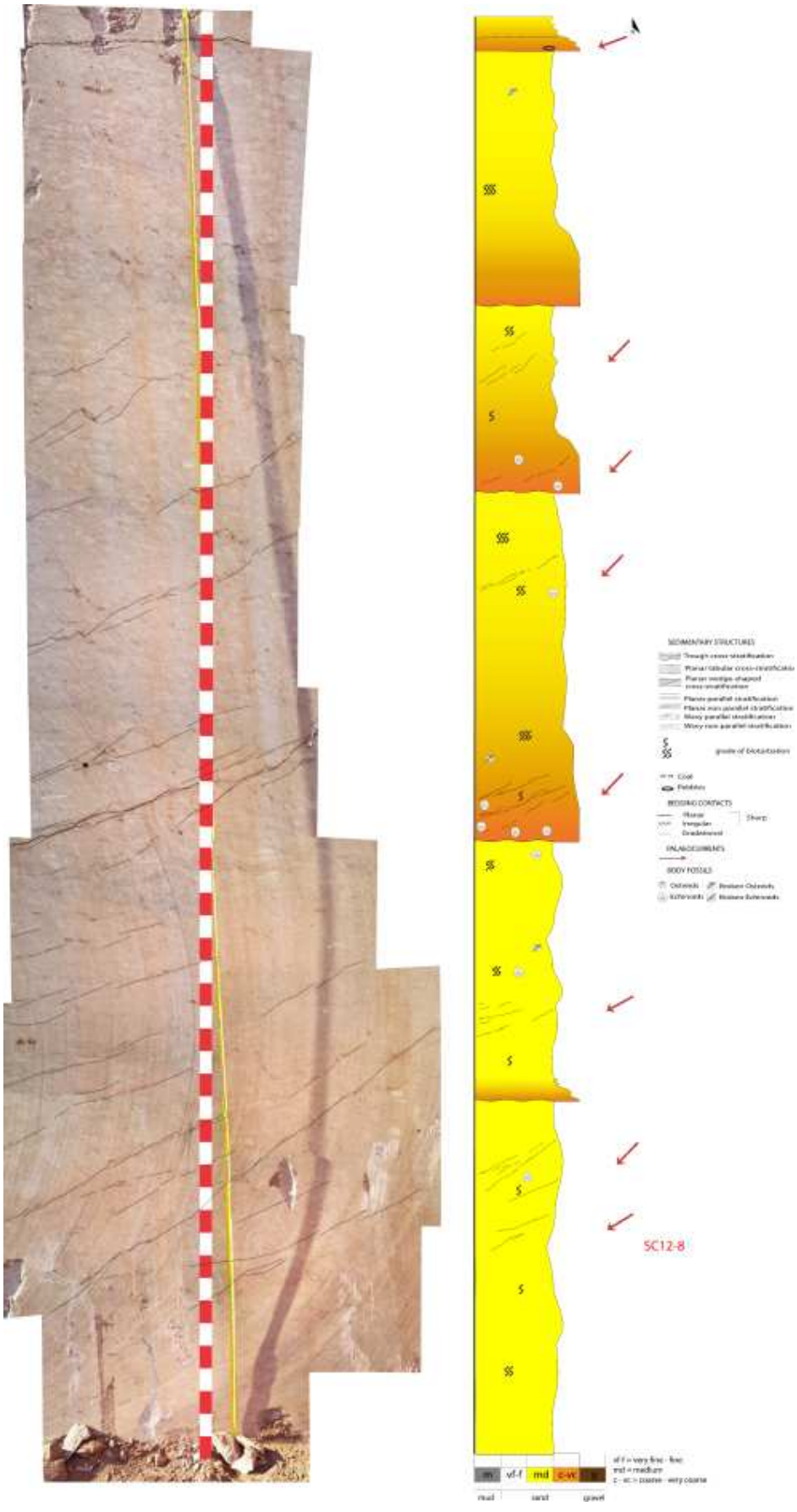
log9 p6



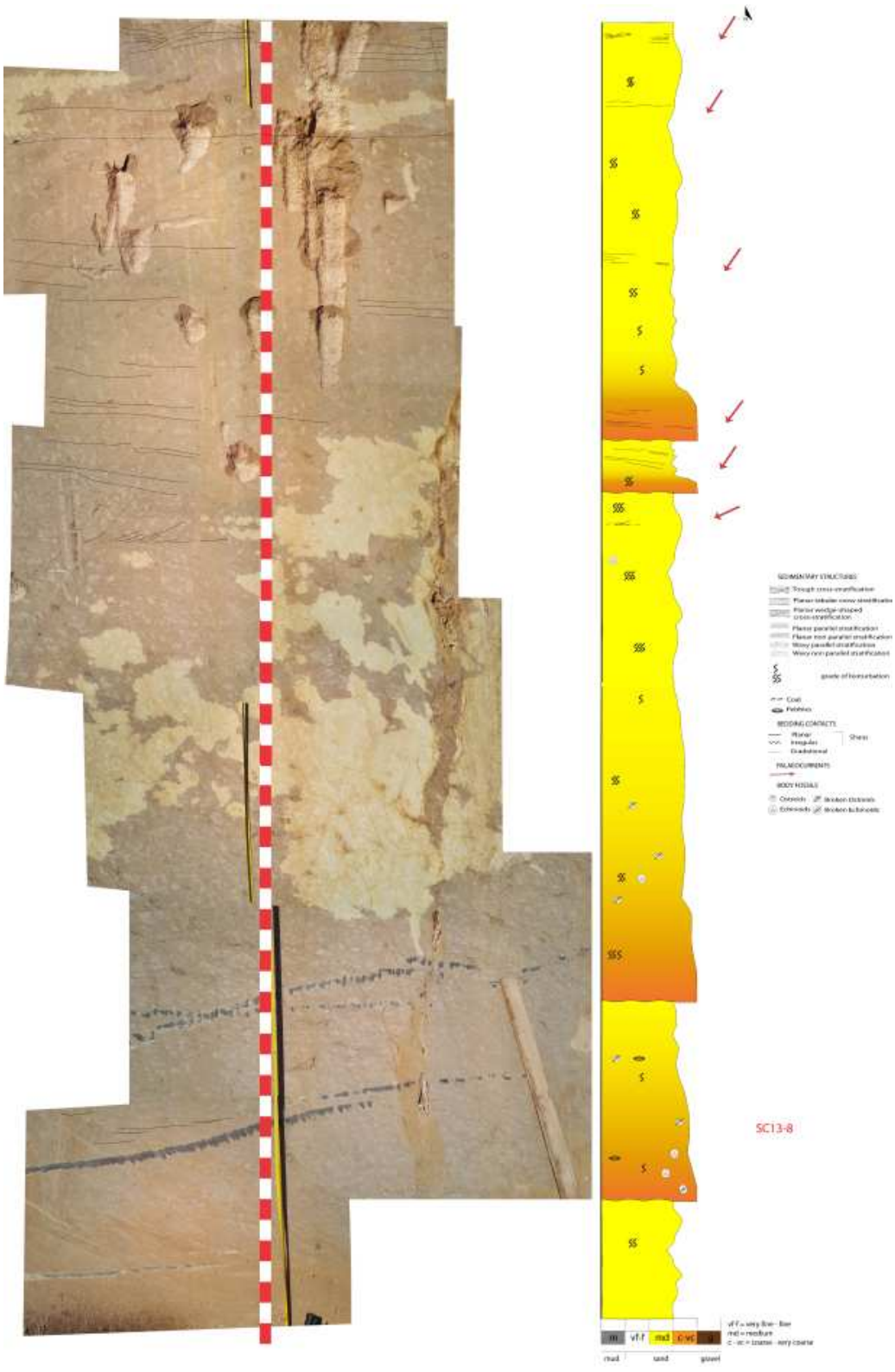
log10 p7



log11 p7



log12 p8



log13 p8

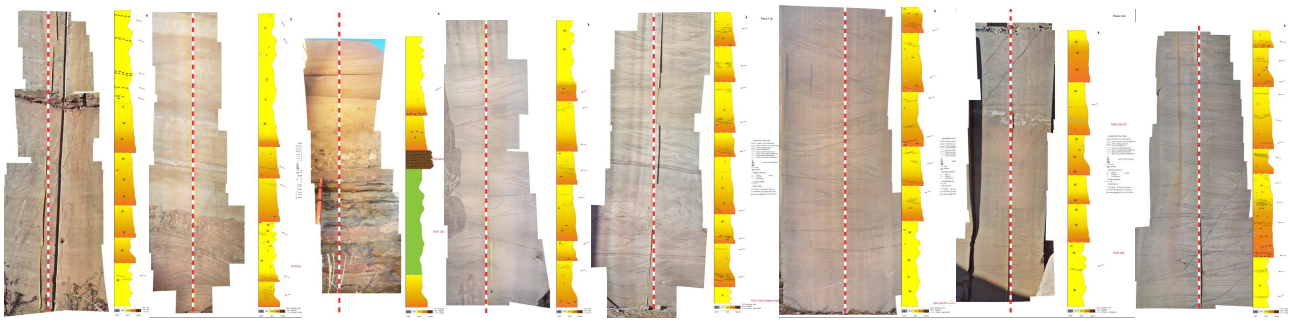
PLV Poggio la Vecchia



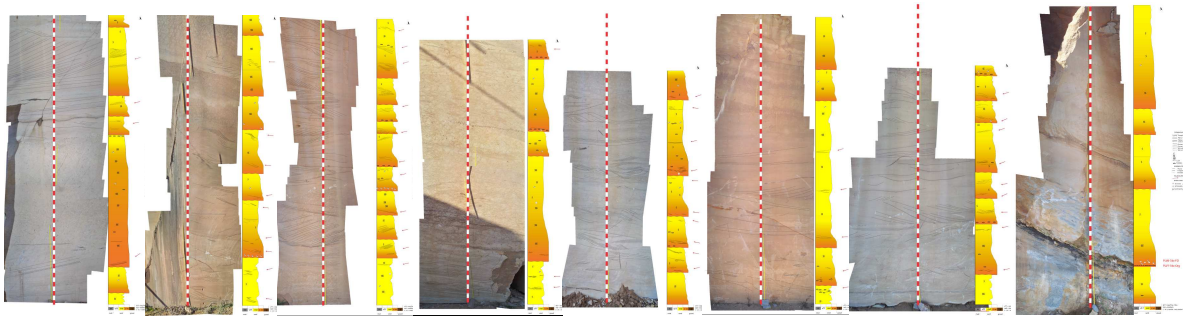
Sezioni dei log stratigrafici Cava Poggio la Vecchia. Ortofoto fuori scala

CAMPIONI PRELEVATI ALLA CAVA DI POGGIO LA VECCHIA			
PLV0-0est	PLV7-7dx-Org	PLV0 Est N1 2	PLV7dx Organico 2
PLV1-0Est	PLV8-7dx-FO	PLV 0sx N2	
PLV2-0sx	PLV9-7sx	PLV 1sx	
PLV3-1dx	PLV10-9sx	PLV2sx N3	
PLV4-2dx	PLV12-11dx	PLV3dx	
PLV5-2sx-FO	PLV13-12dx	PLV7dx	
PLV6-2dx-FO	PLV0 Est N1	PLV7dx Organico	

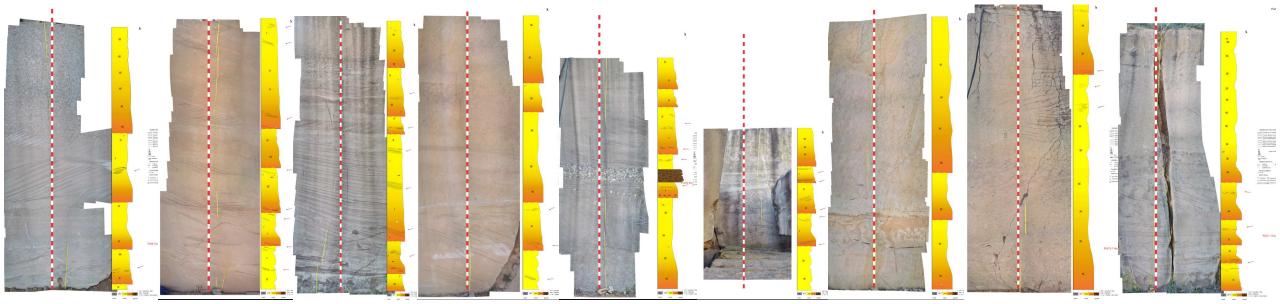
Campioni raccolti nella cava di Poggio la Vecchia



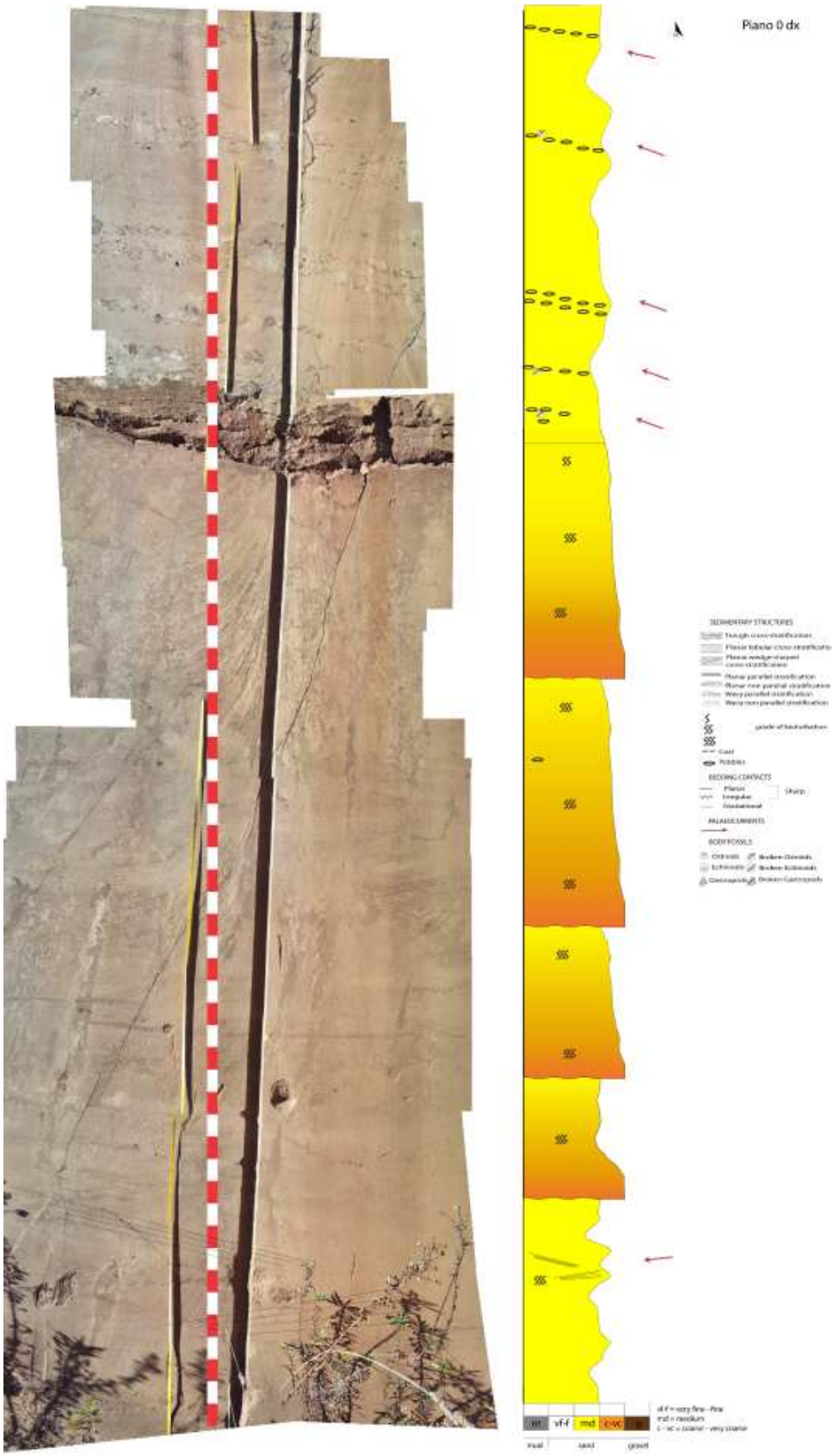
P0 dx, p0 sx, p0est, p1sx, p1dx , p2sx, p2dx, p3dx



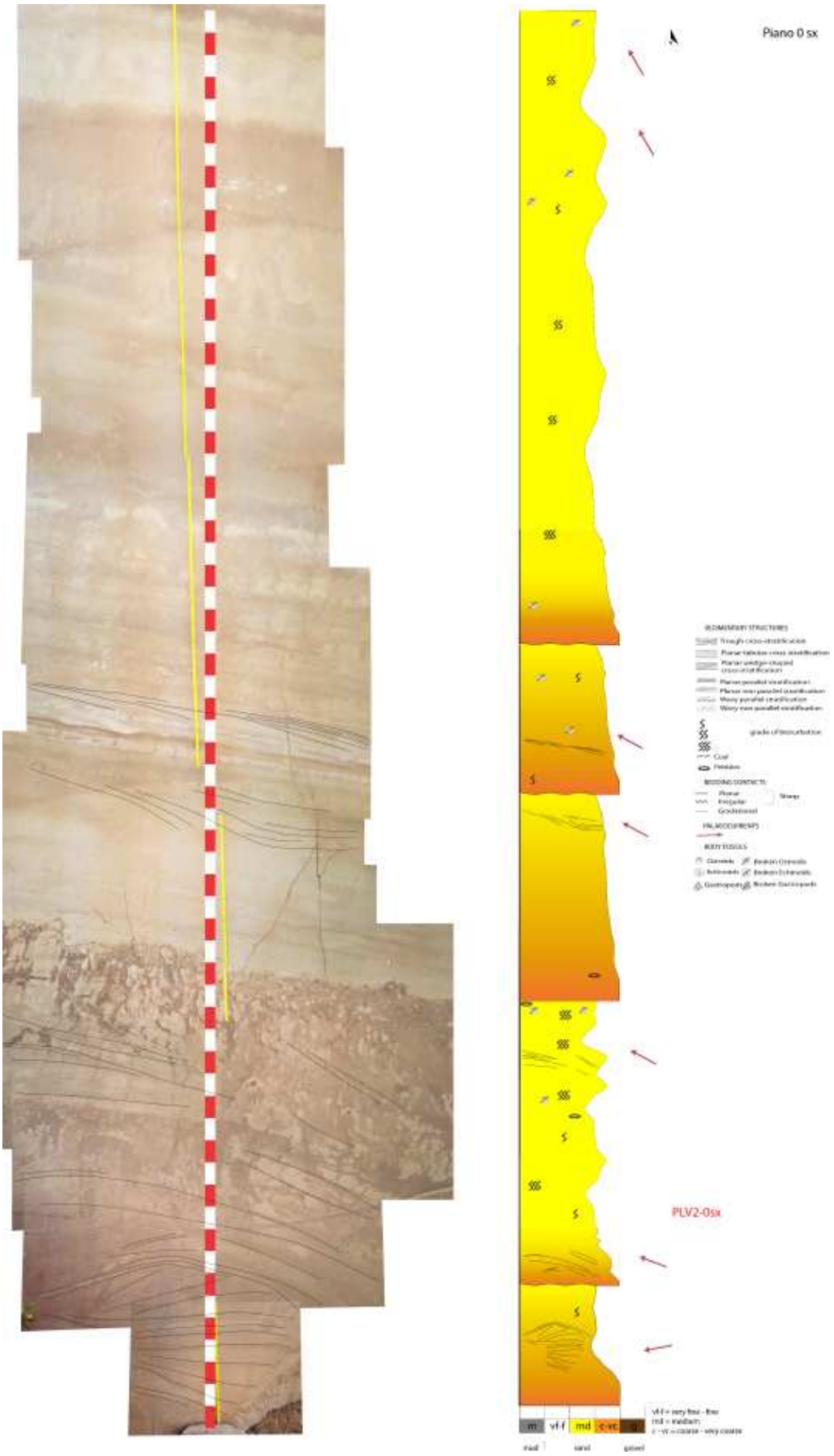
P3sx, p4dx, p4sx, p5dx, p5sx, p6dx, p6sx, p7dx



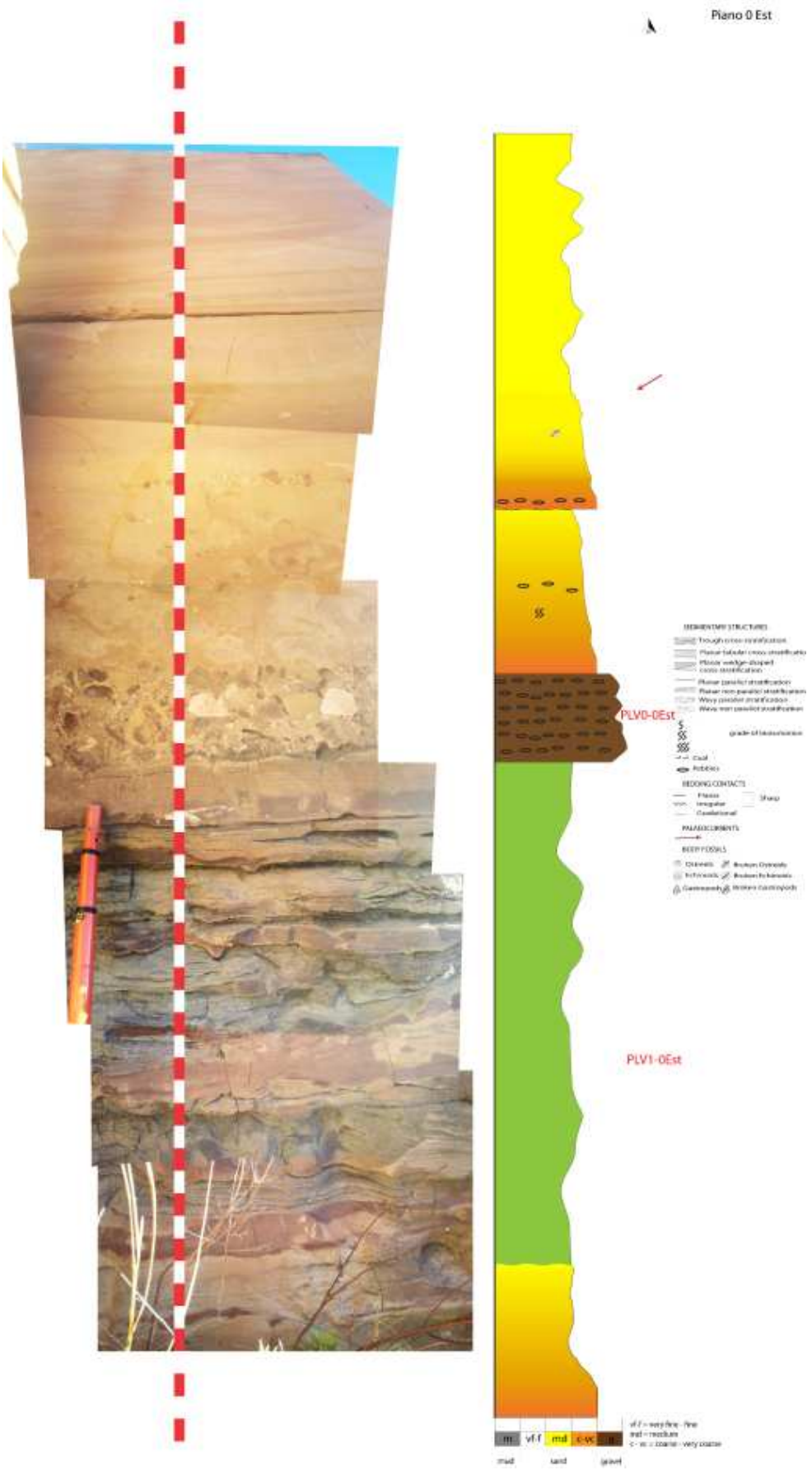
P7sx, p8dx, p8sx, p9sx, p9sx, p10sx, p10dx, p11dx, p11sx



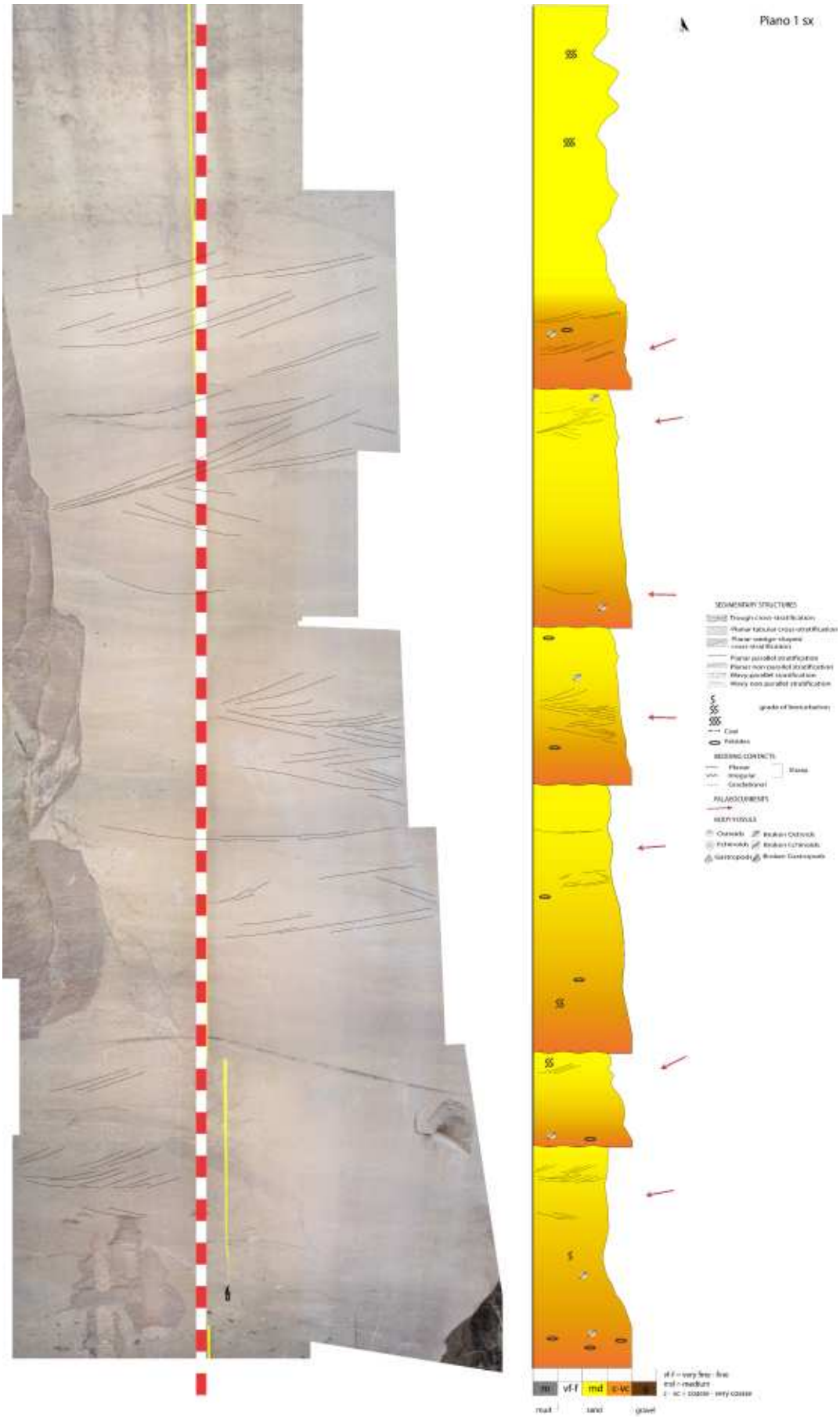
P0 dx



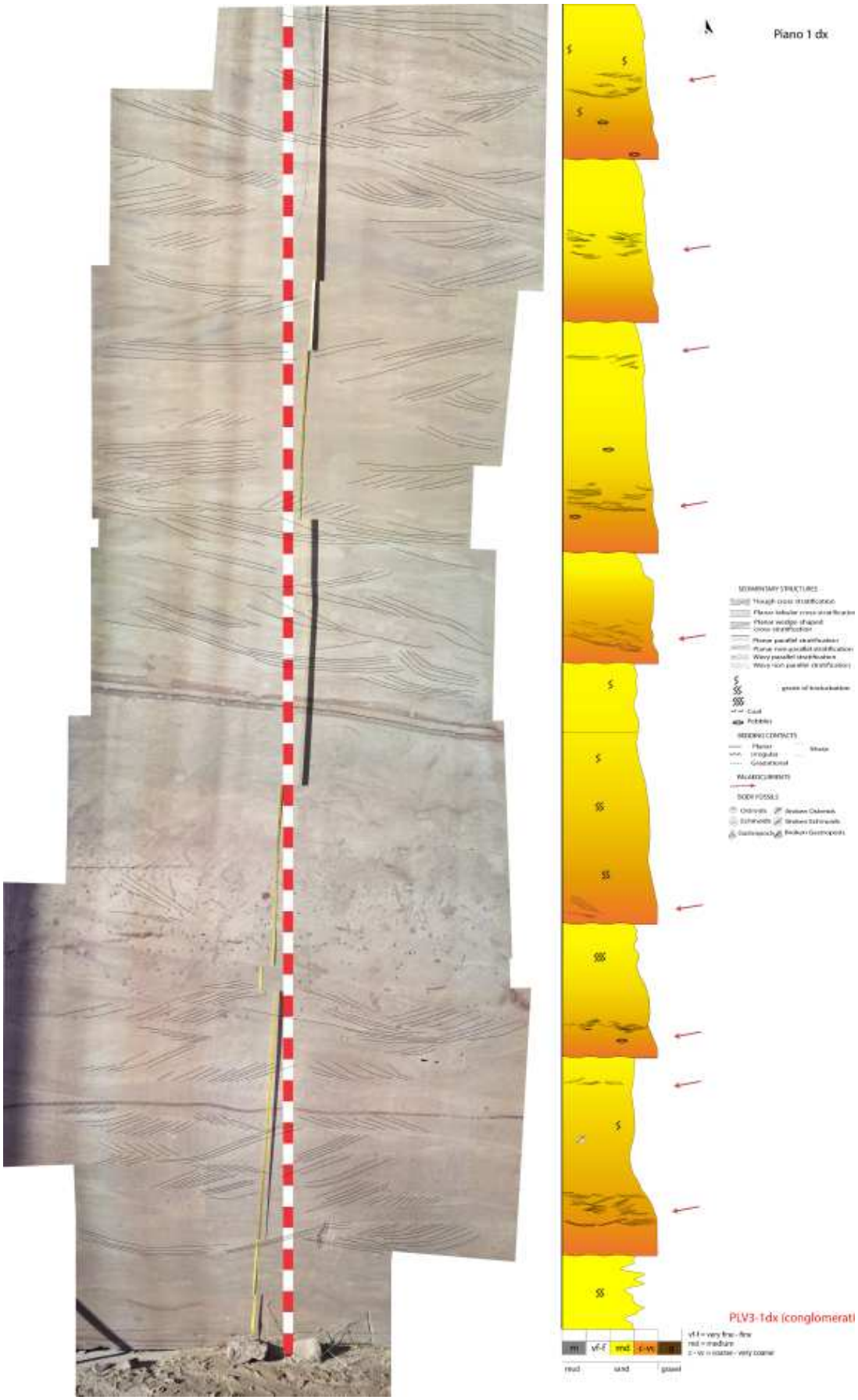
p0 sx



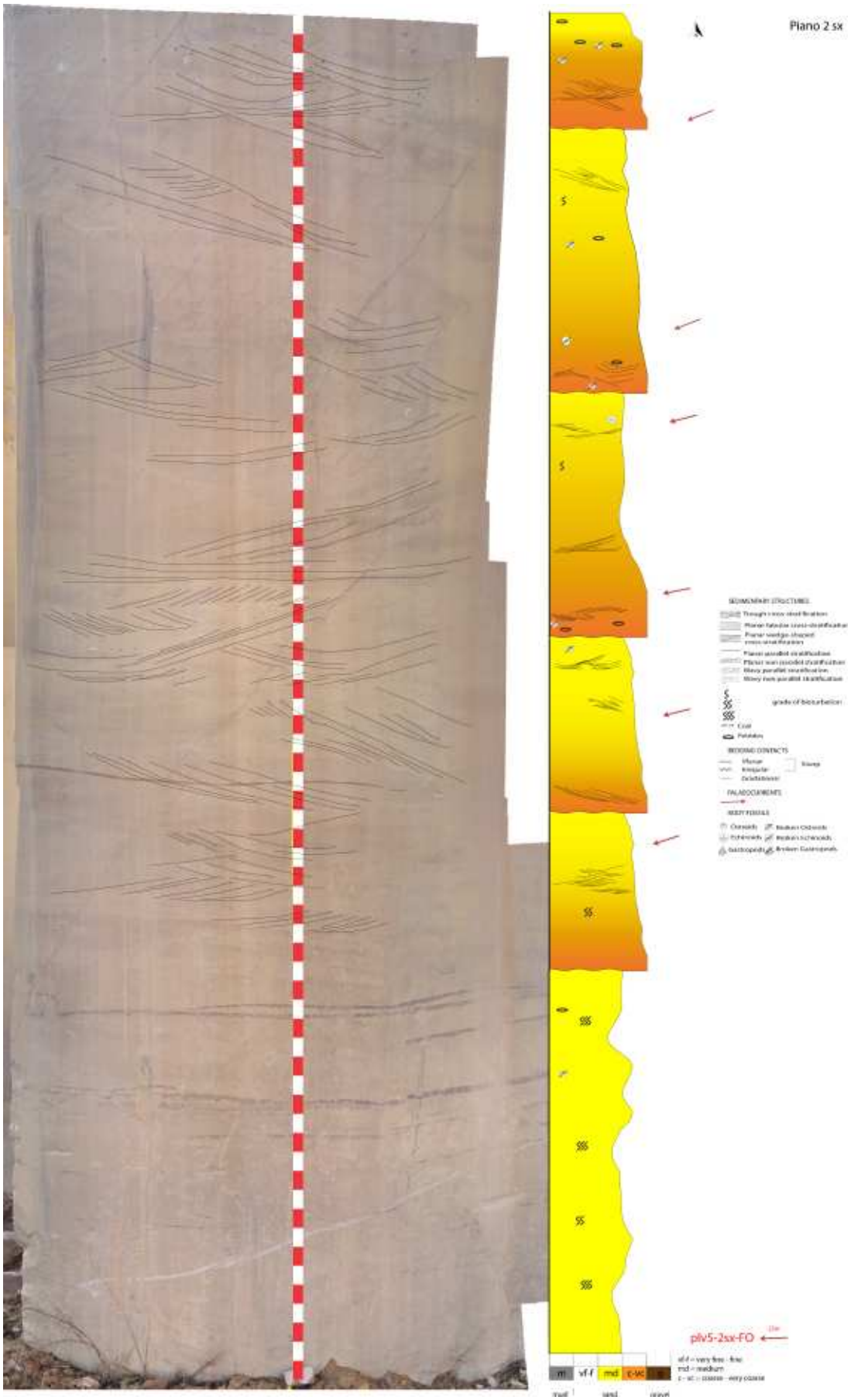
p0est


Piano 1 sx
SEDIMENTARY STRUCTURES
BEDDING CONTACTS
PALAEOCURRENTS
FOSSILS
mud
sand
gravel

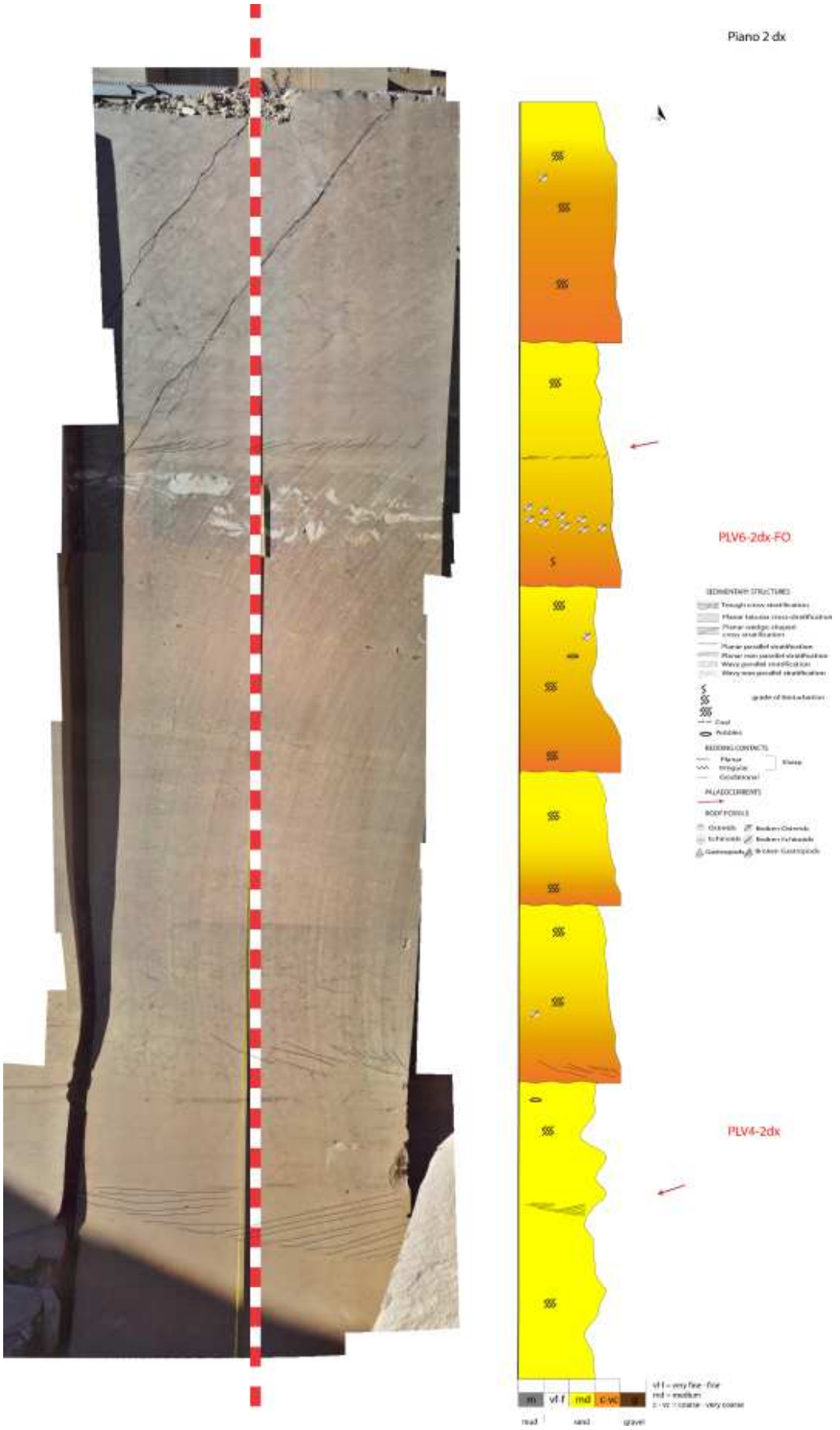
p1sx



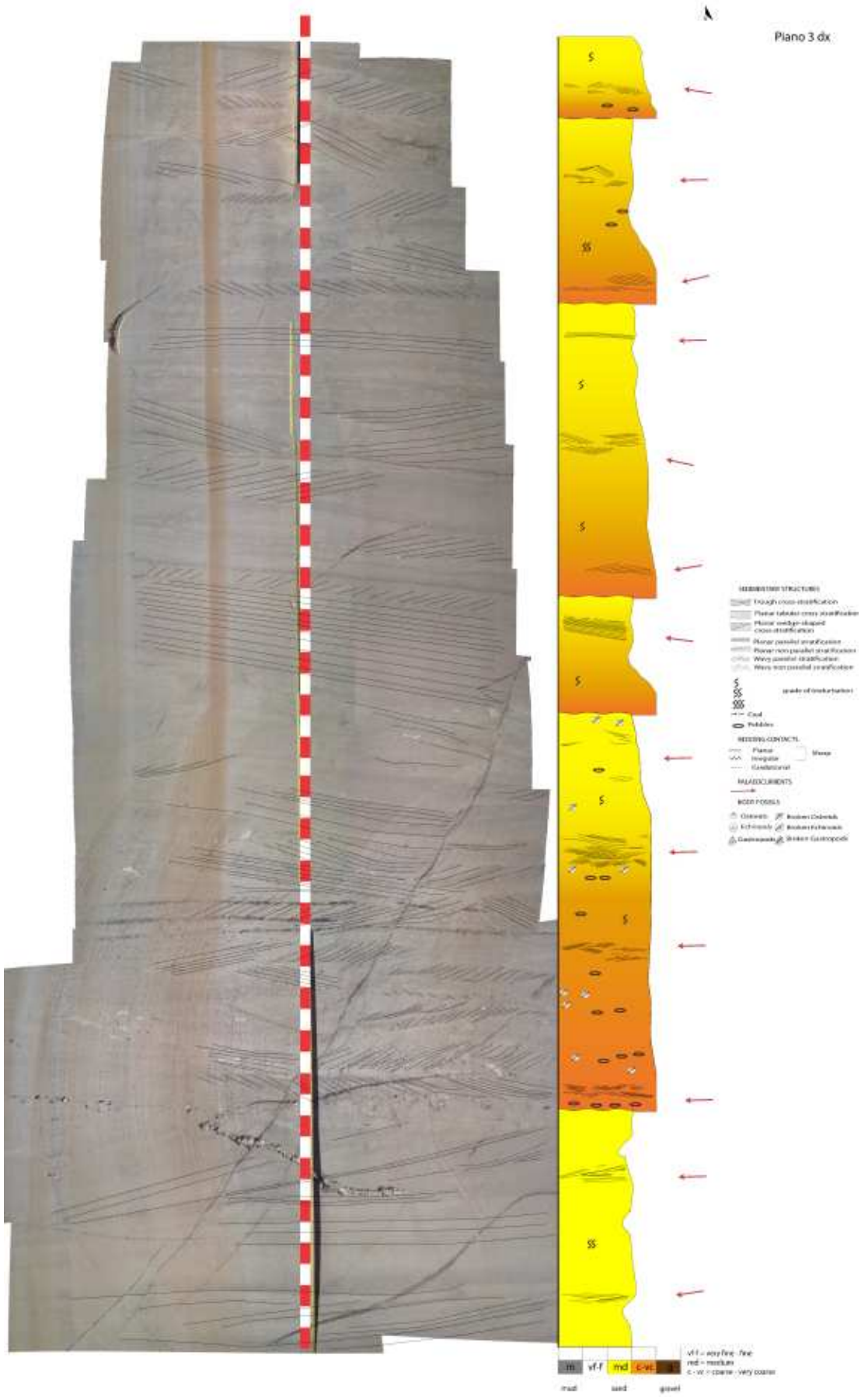
p1dx



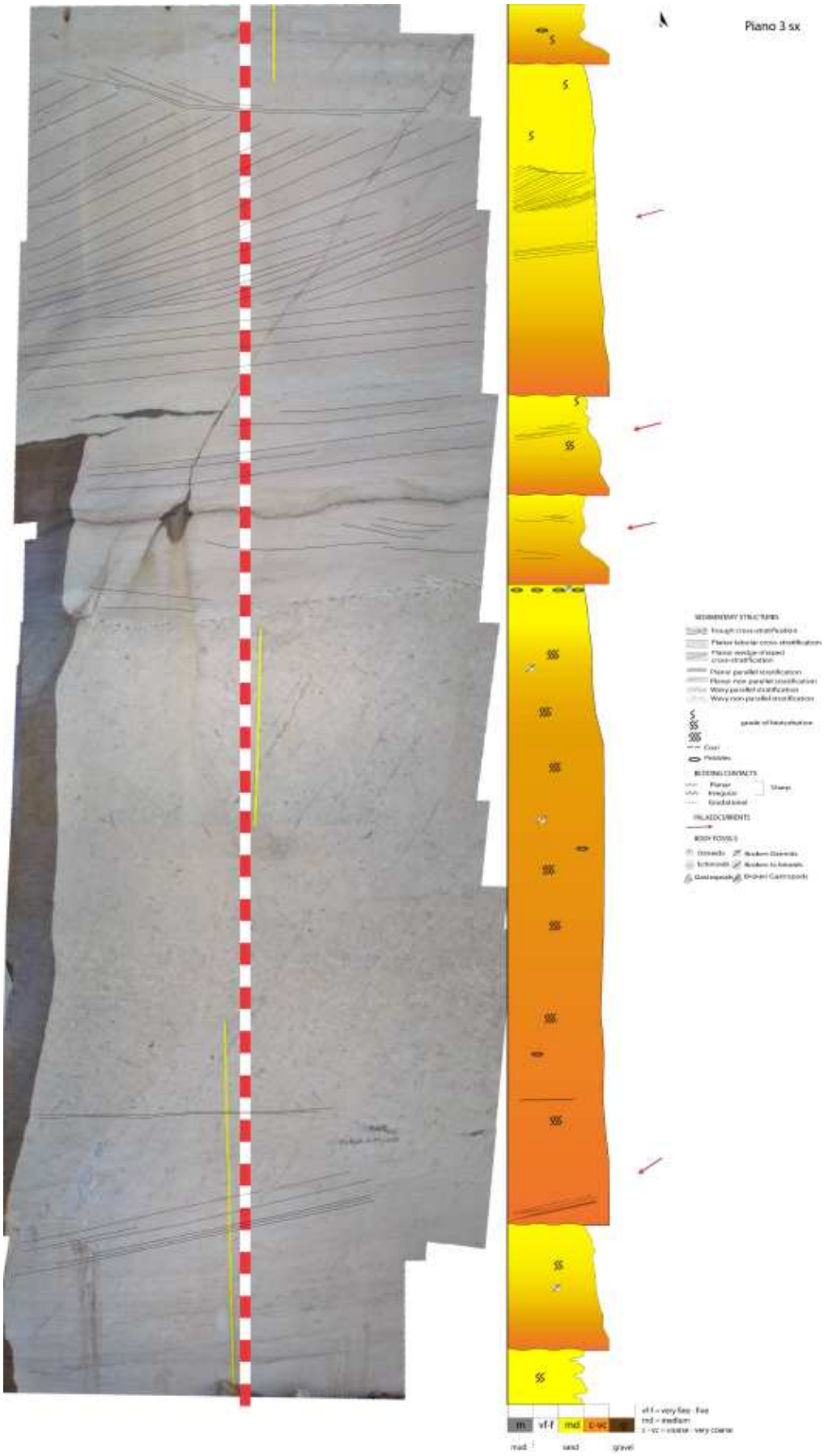
p2sx



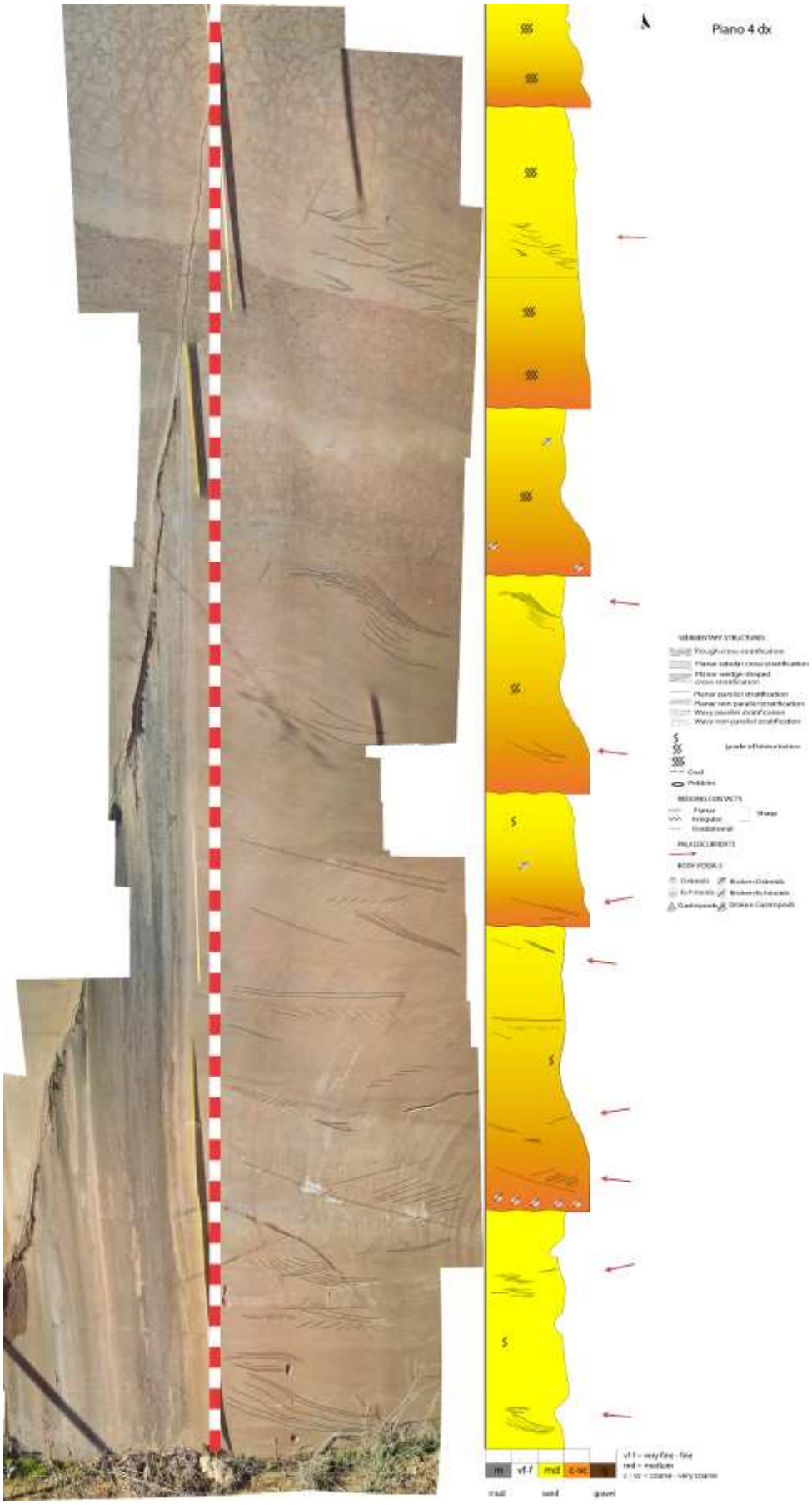
p2dx



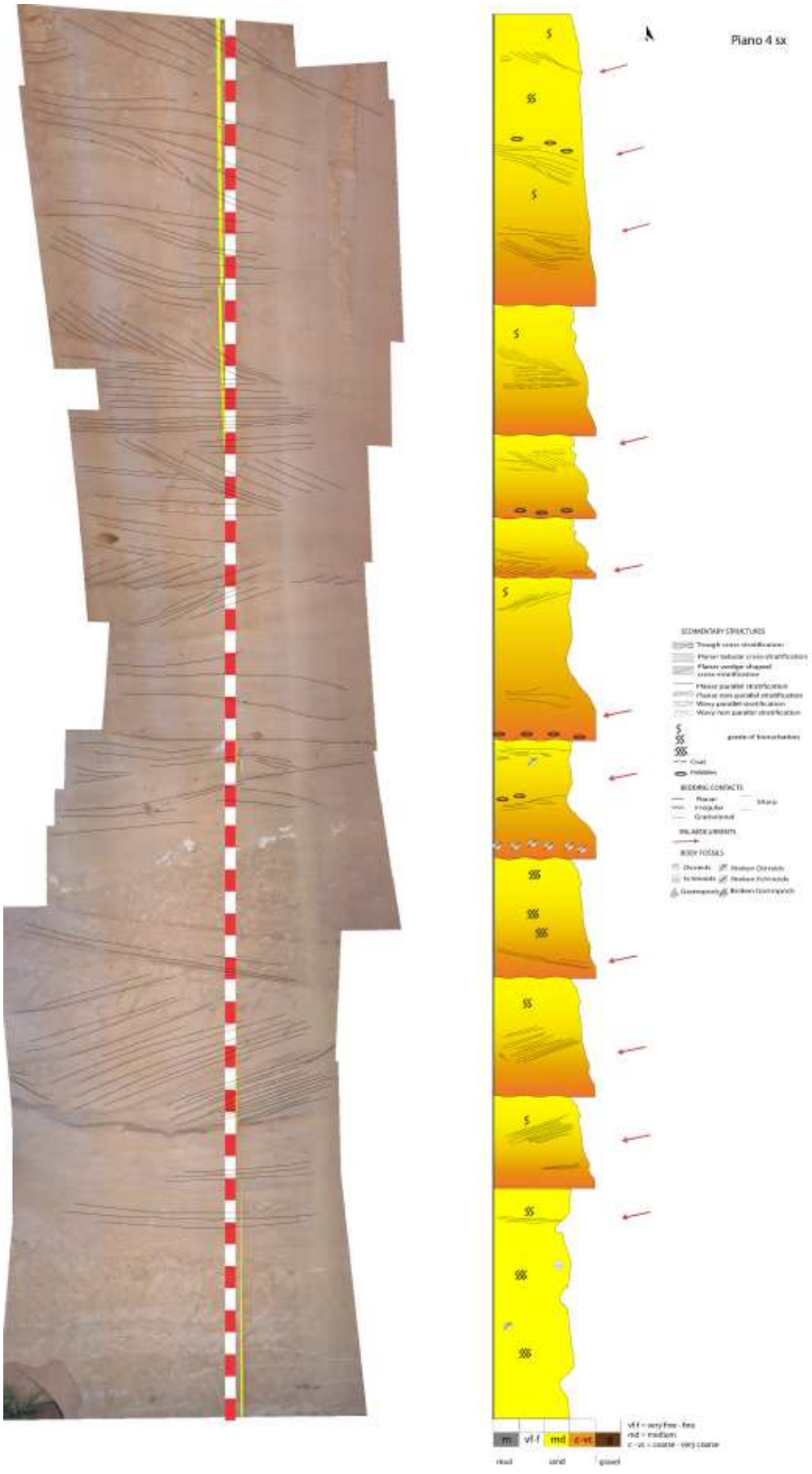
p3dx



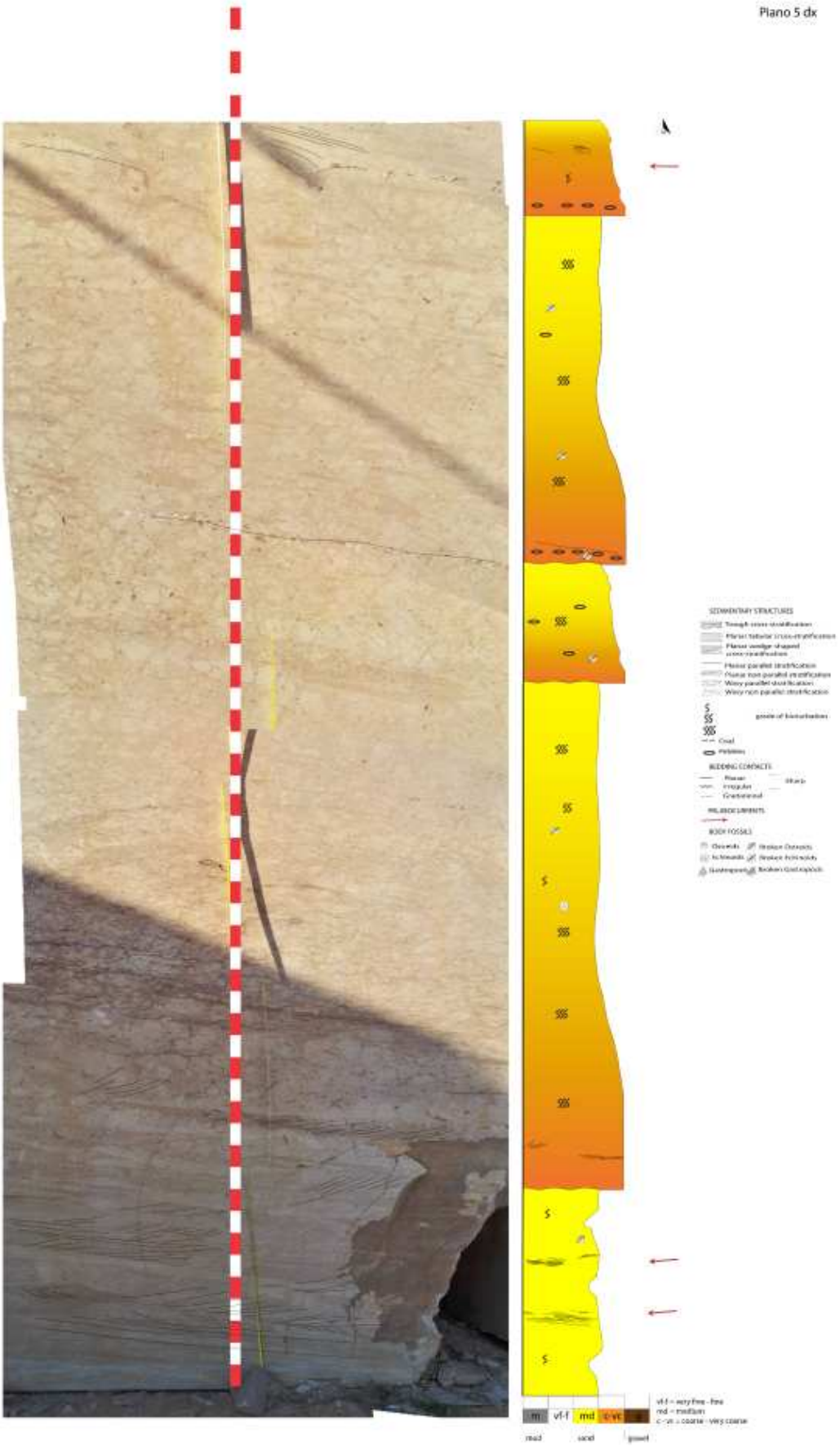
P3sx



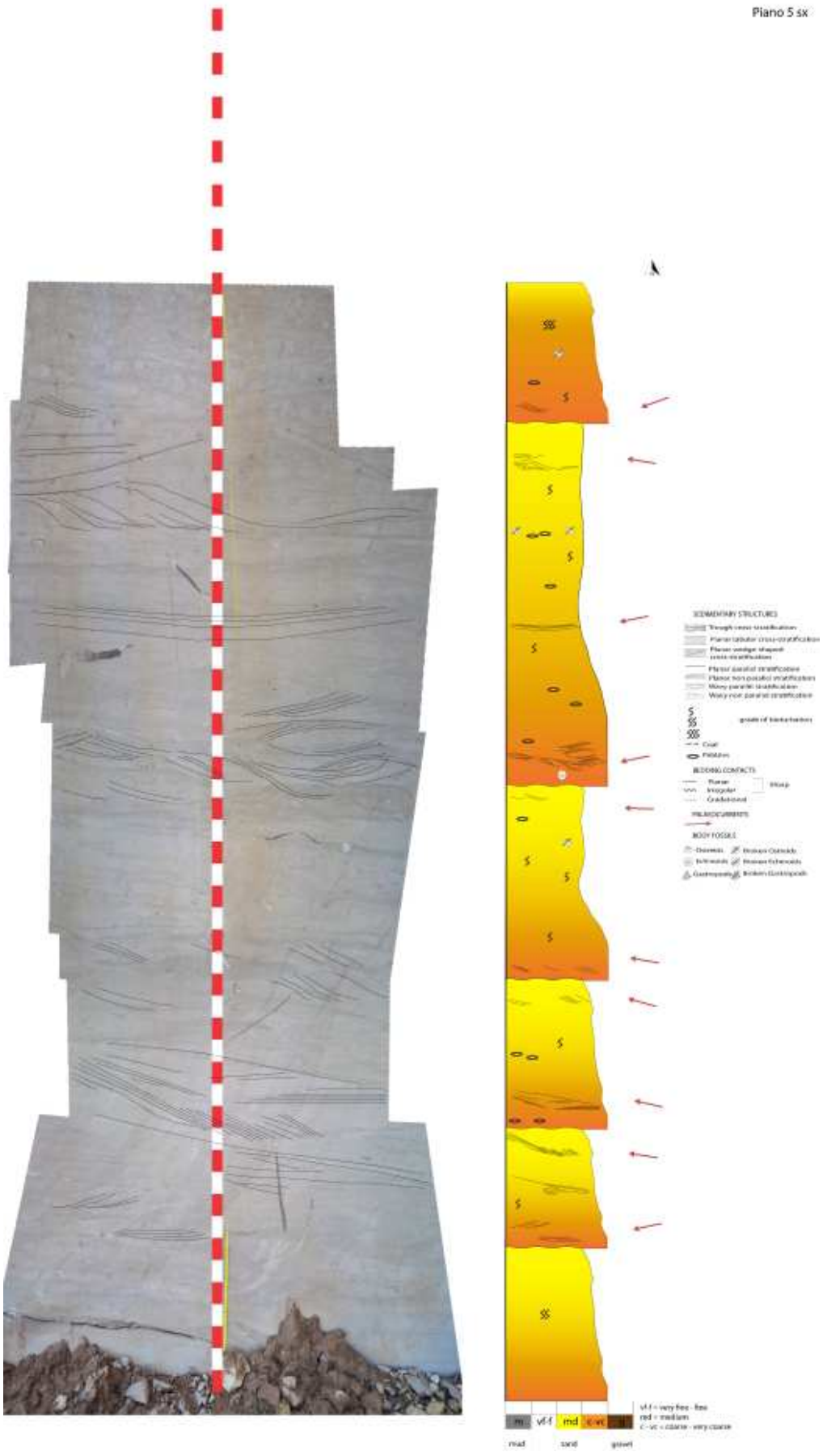
p4dx


Piano 4 sx
SEDIMENTARY STRUCTURES
BEDDING CONTACTS
BODY FOSSILS
m
vf-f
md
c-vc
mud
sand
gravel

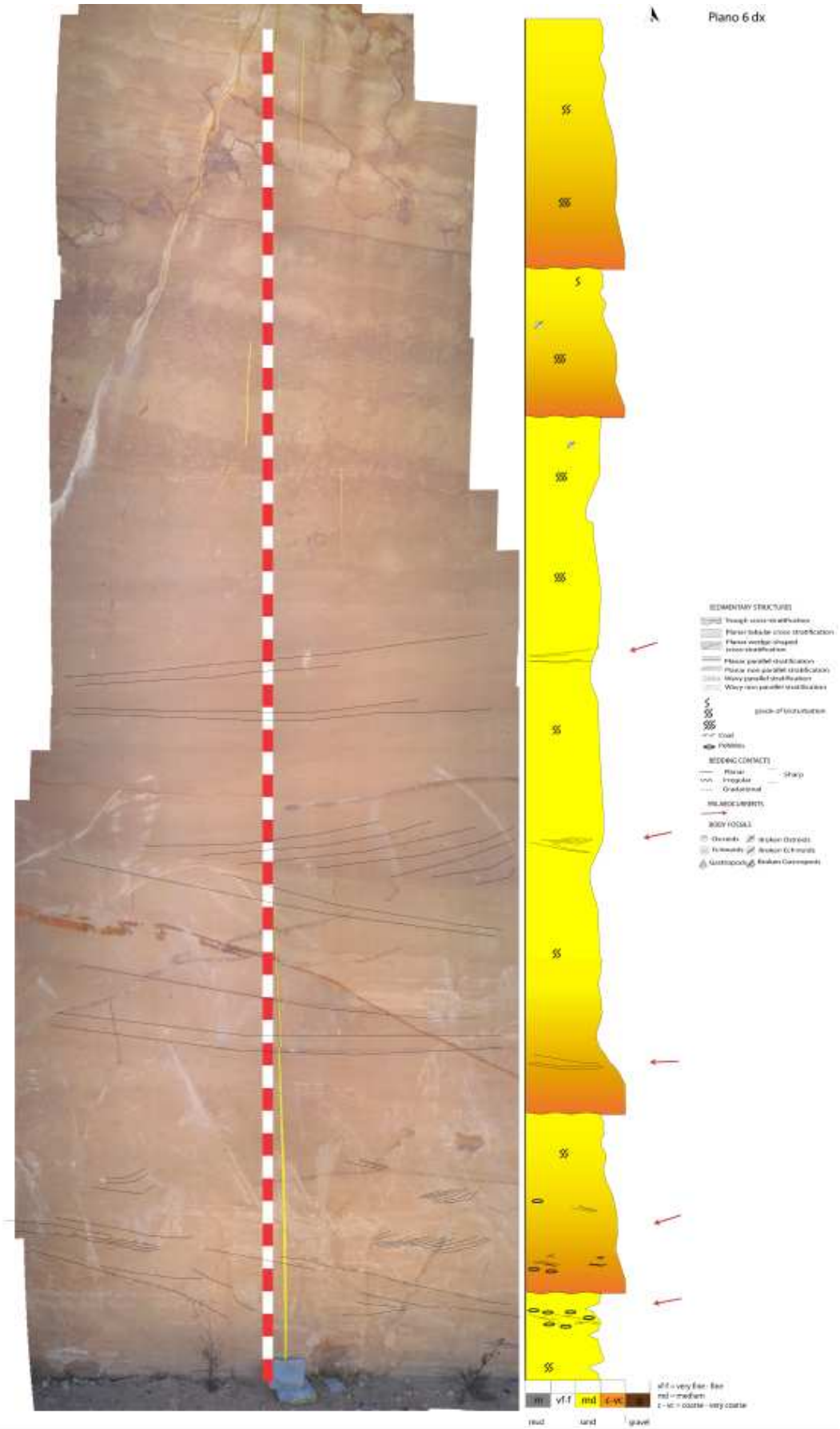
p4sx


Piano 5 dx
SEDIMENTARY STRUCTURES
BEDDING CONTACTS
BODY FOSSILS
m
vf-f
md
c-vc
mud
sand
gravel

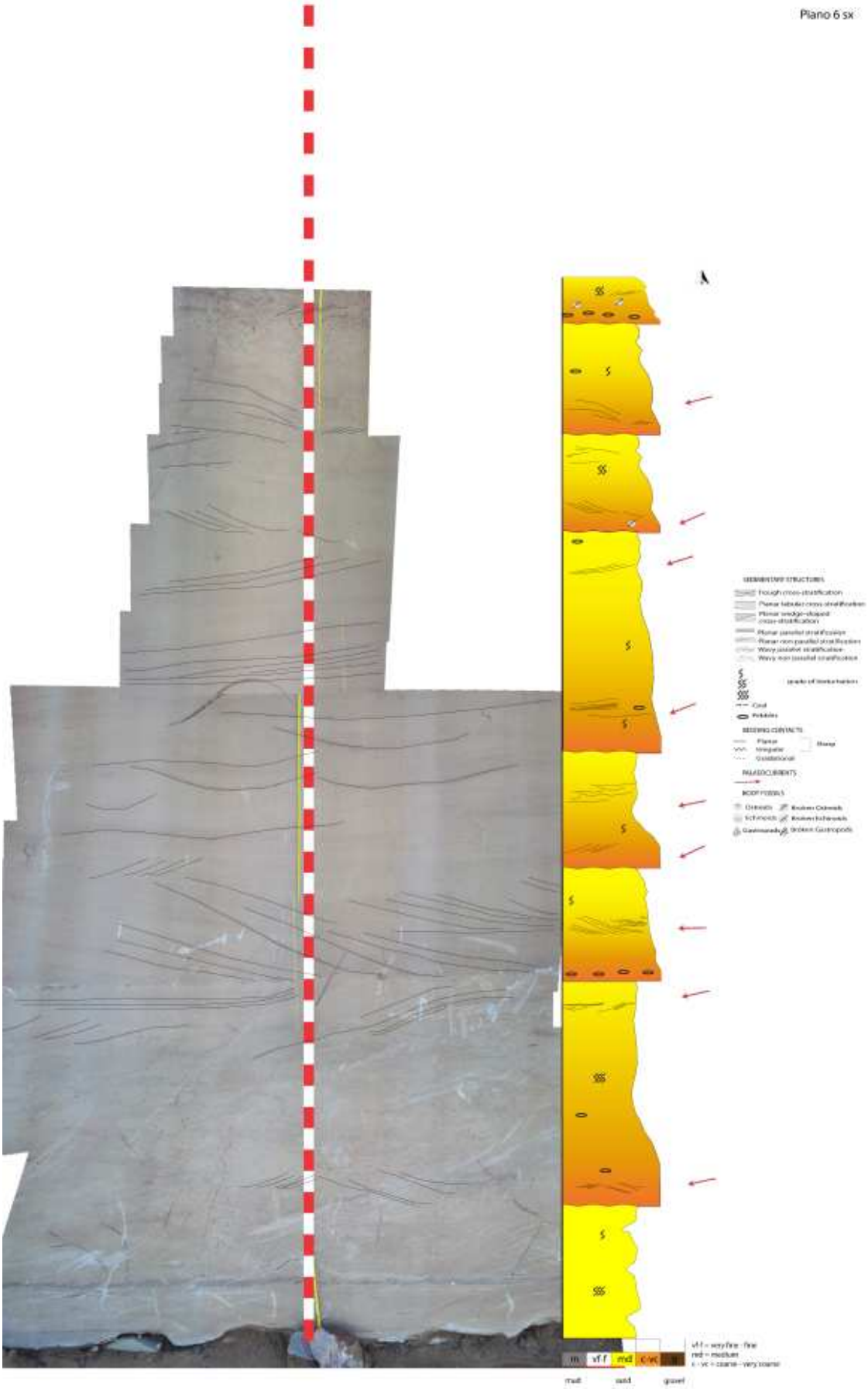
p5dx


Piano 5 sx
SEDIMENTARY STRUCTURES
BEDDING CONTACTS
PALAEOCURRENTS
BODY FOSSILS
m
vf-f
md
c-vc
mud
sand
gravel

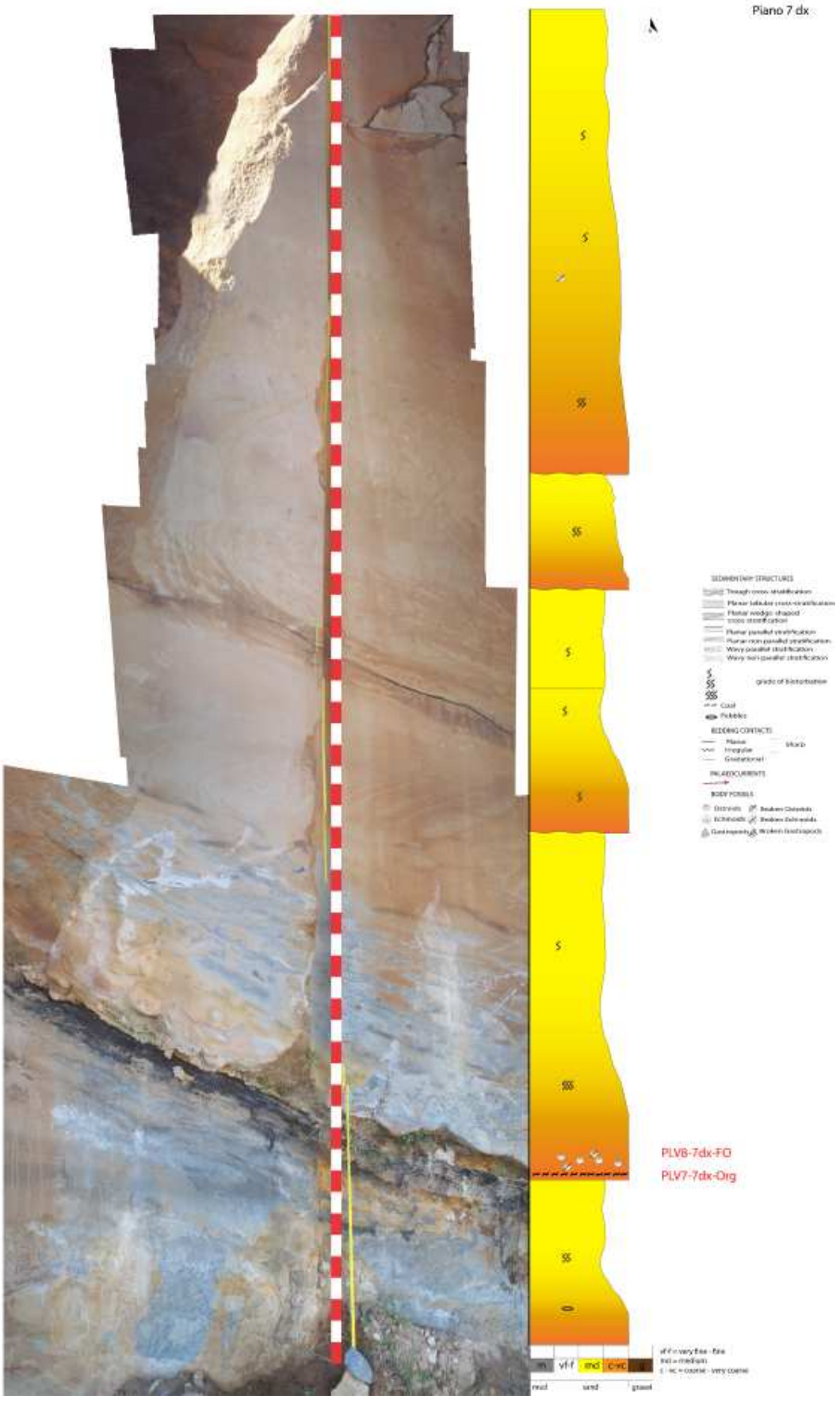
p5sx


Piano 6 dx
SEDIMENTARY STRUCTURES
BEDDING CONTACTS
BODY FOSSILS
m
vf-f
md
c-vc
mud
sand
gravel

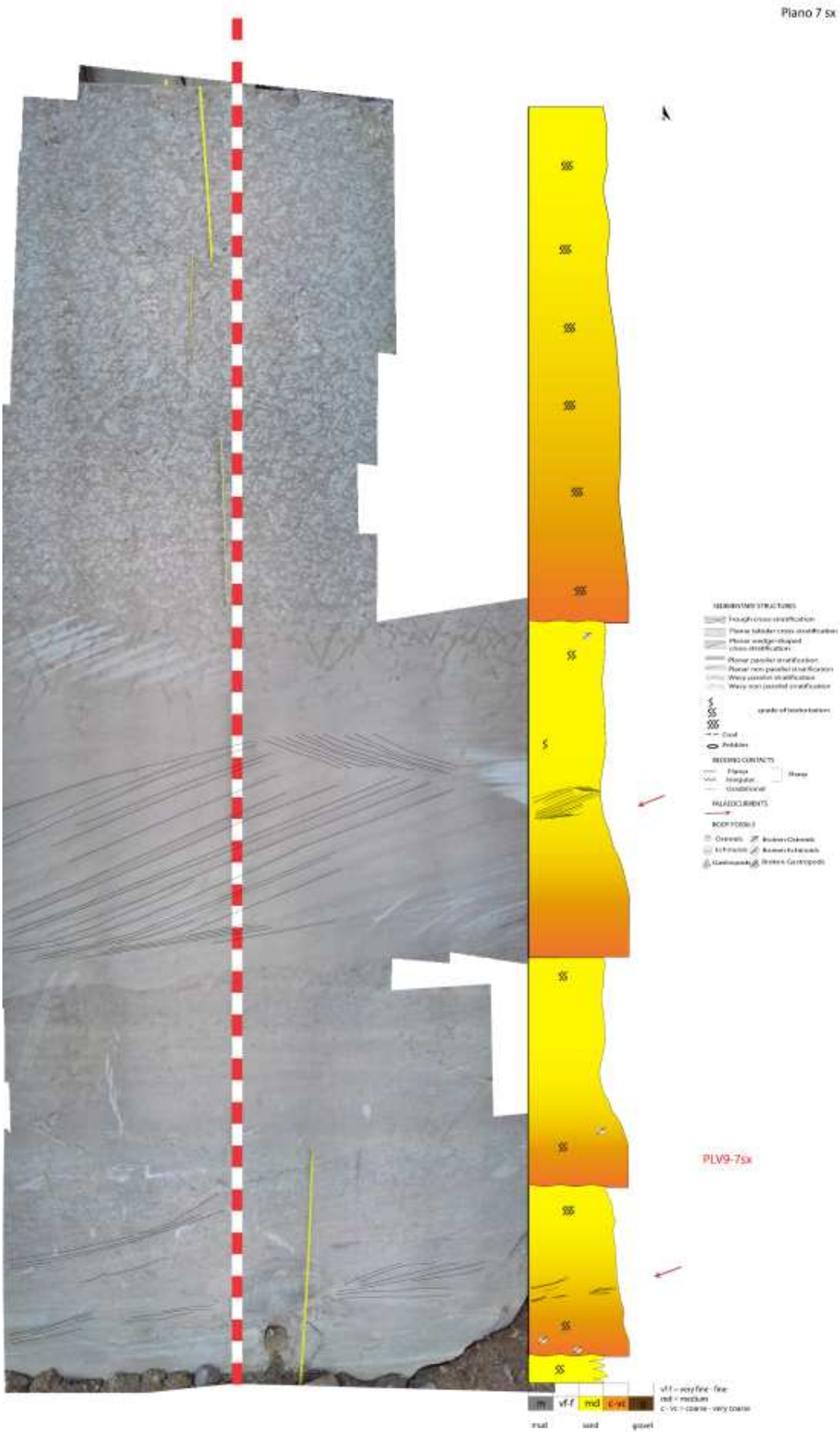
p6dx


Piano 6 sx
N
SEDIMENTARY STRUCTURES
Trough cross-stratification
Planar tabular cross-stratification
Planar wedge-shaped cross-stratification
Planar parallel stratification
Planar non-parallel stratification
Wavy parallel stratification
Wavy non-parallel stratification
grade of bioturbation
Coal
Pebbles
BEDDING CONTACTS
Planar
Irregular
Gradational
Sharp
PALEOCURRENTS
BODY FOSSILS
Ostreids
Broken Ostreids
Echinoids
Broken Echinoids
Gastropods
Broken Gastropods
m
vf-f
md
c-vc
vf-f = very fine - fine
md = medium
c - vc = coarse - very coarse
mud
sand
gravel

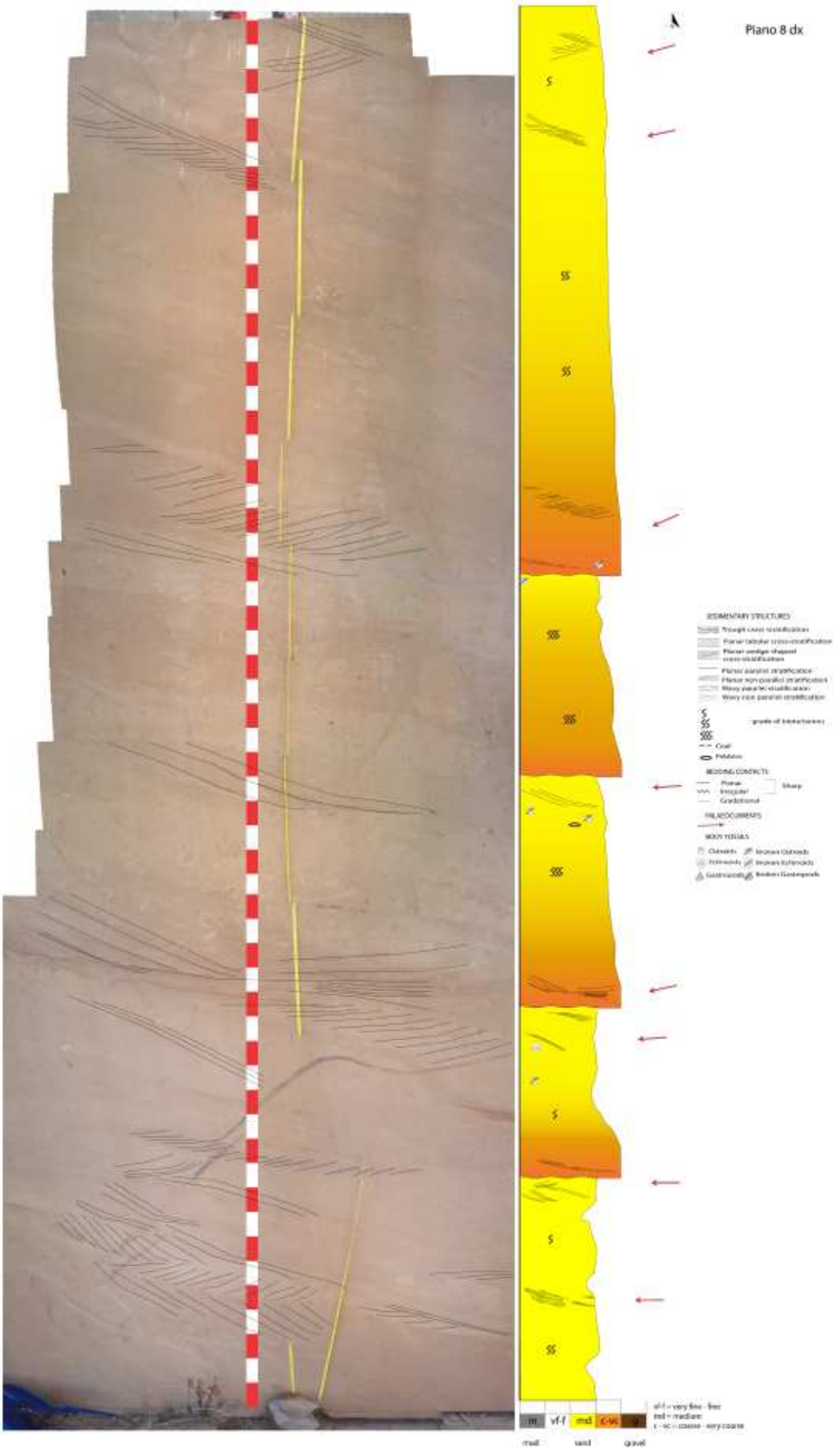
p6sx



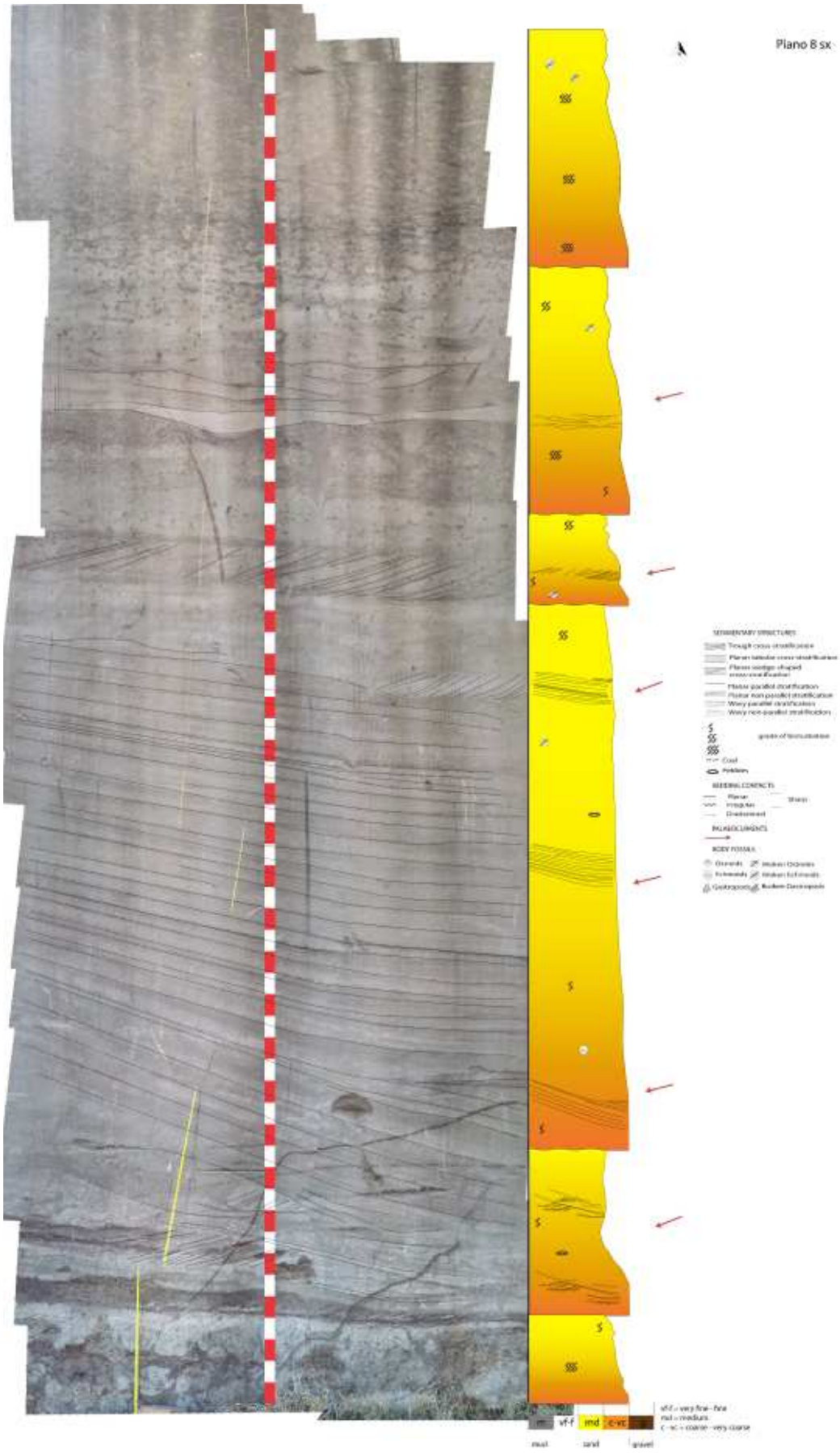
p7dx



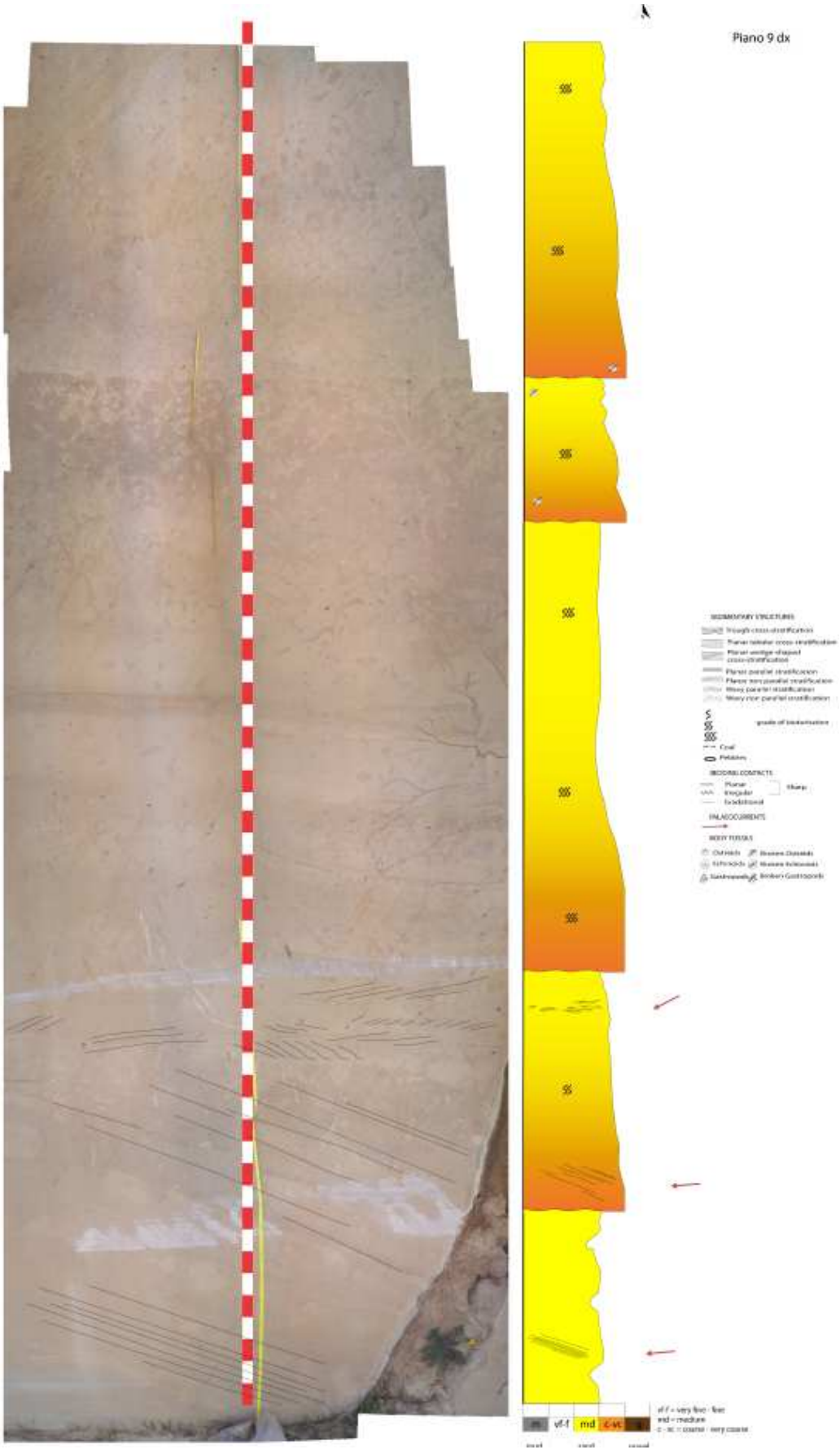
P7sx



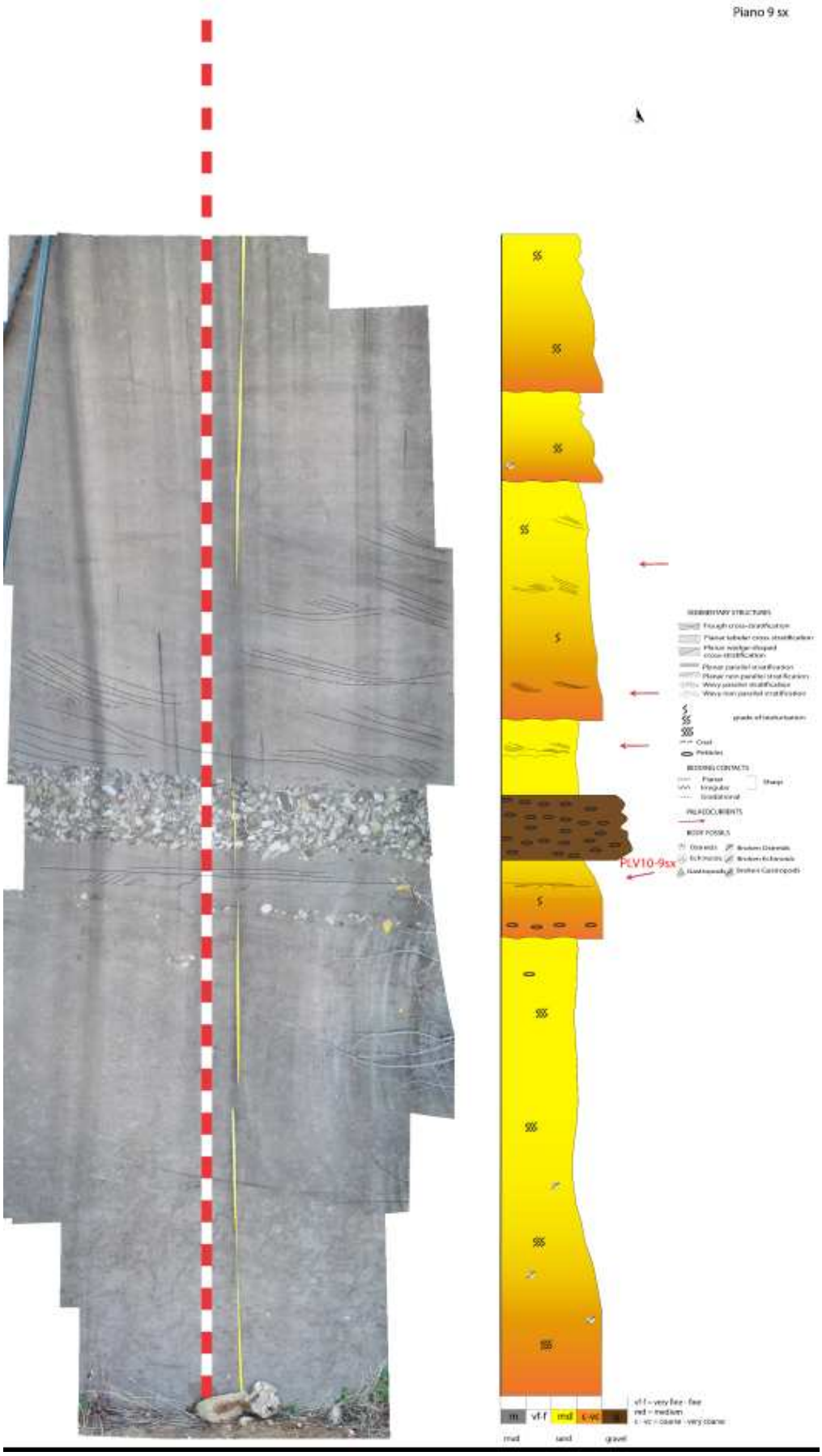
p8dx



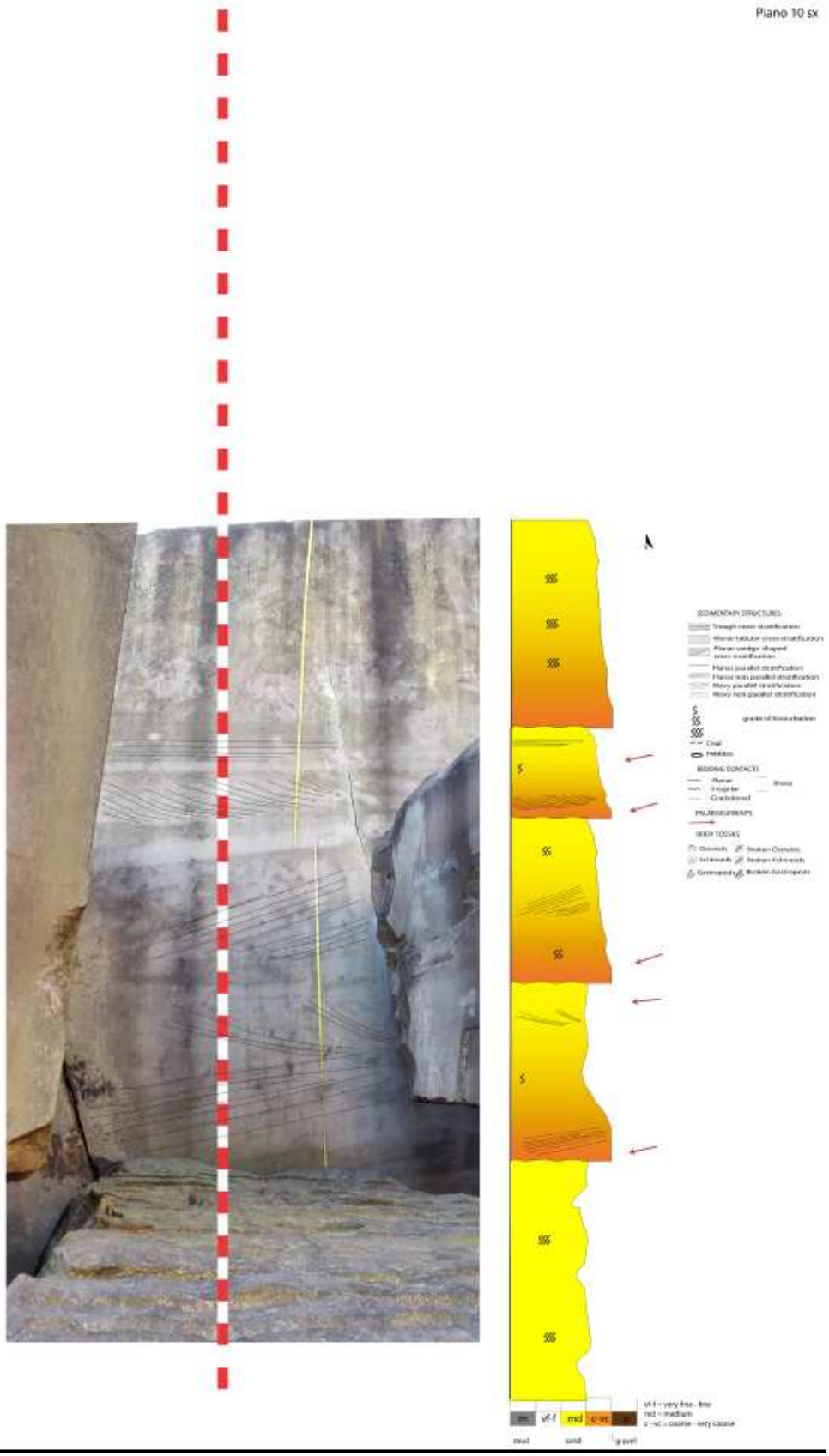
p8sx



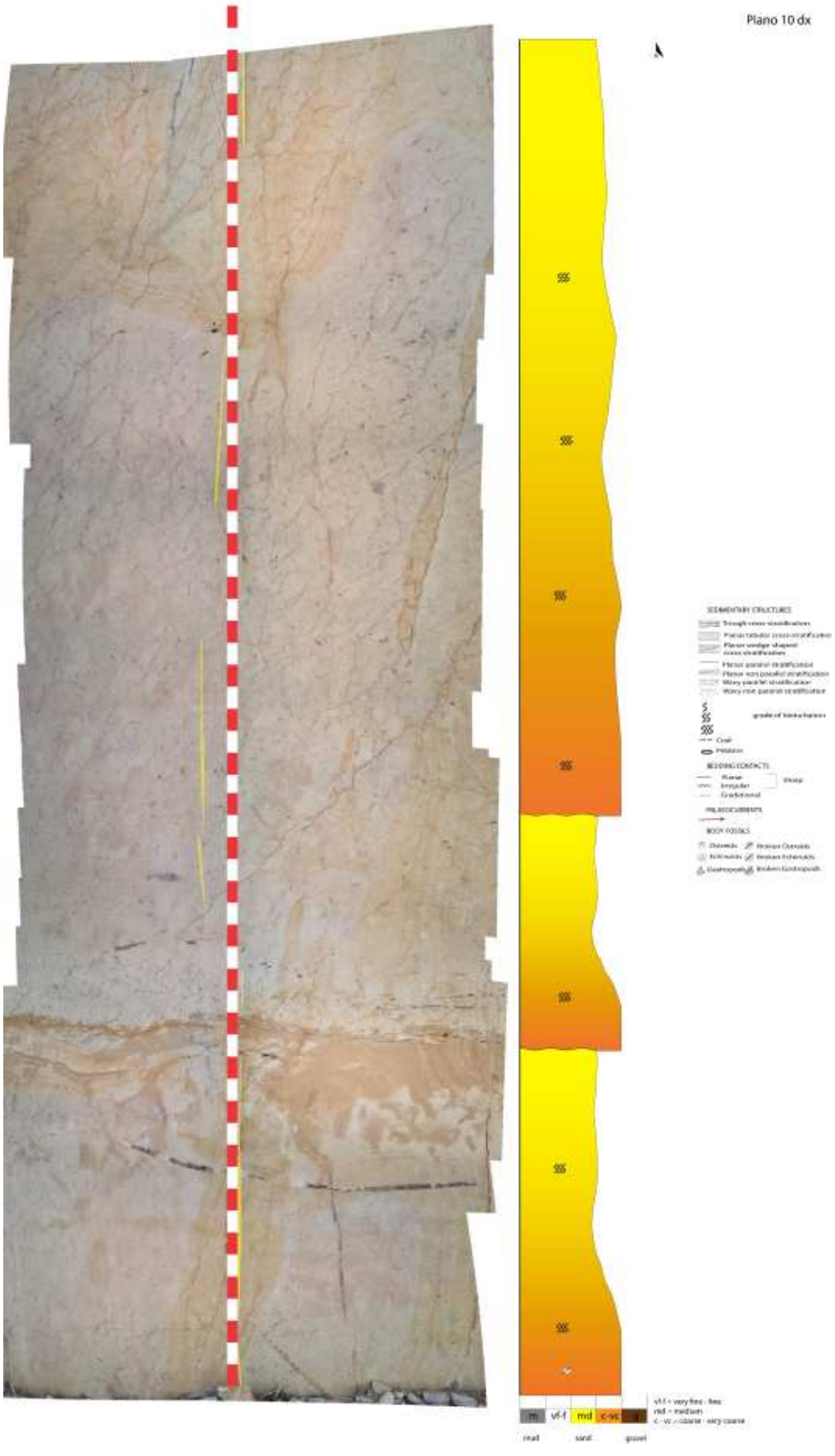
P9sx



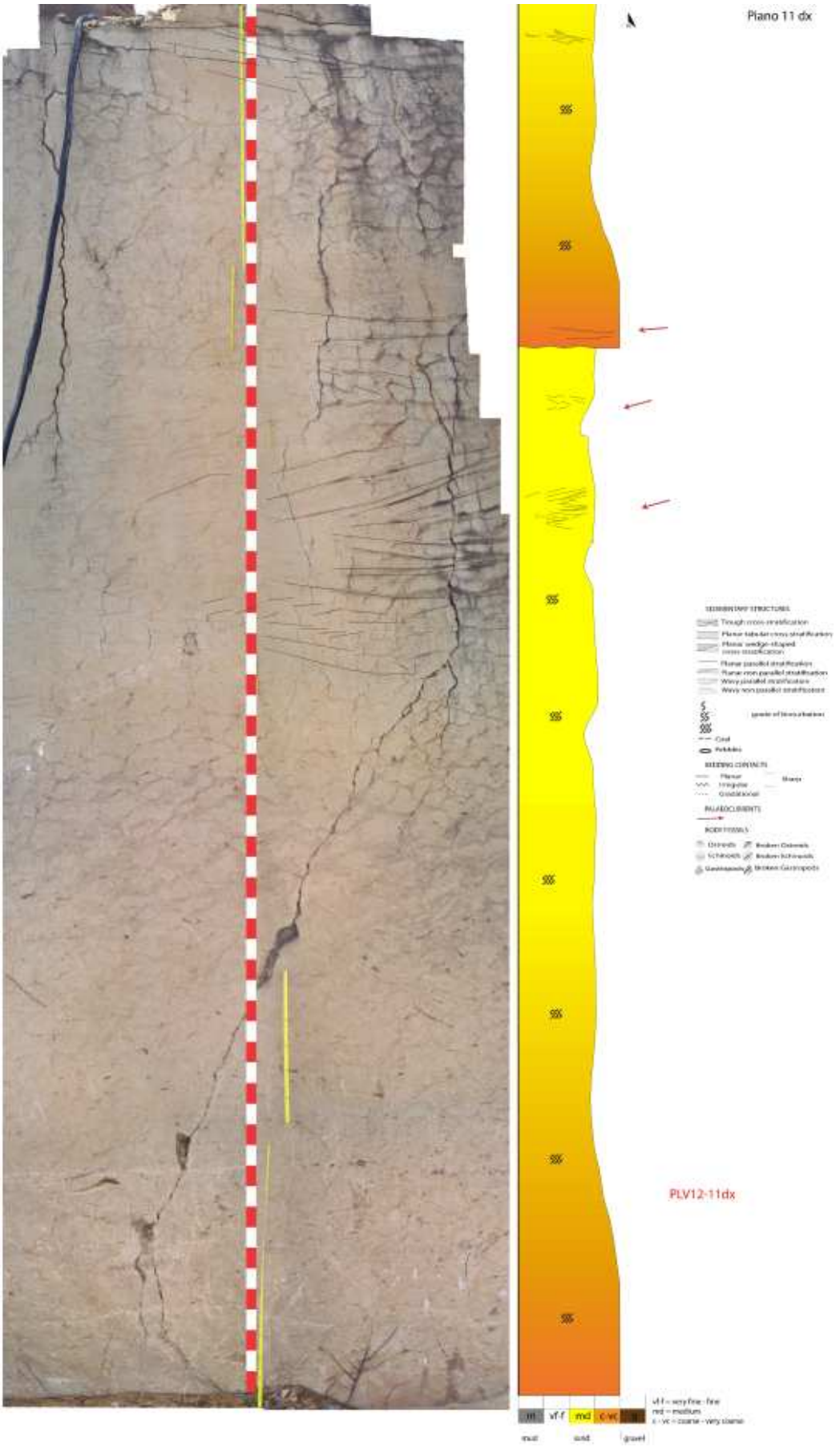
p9sx



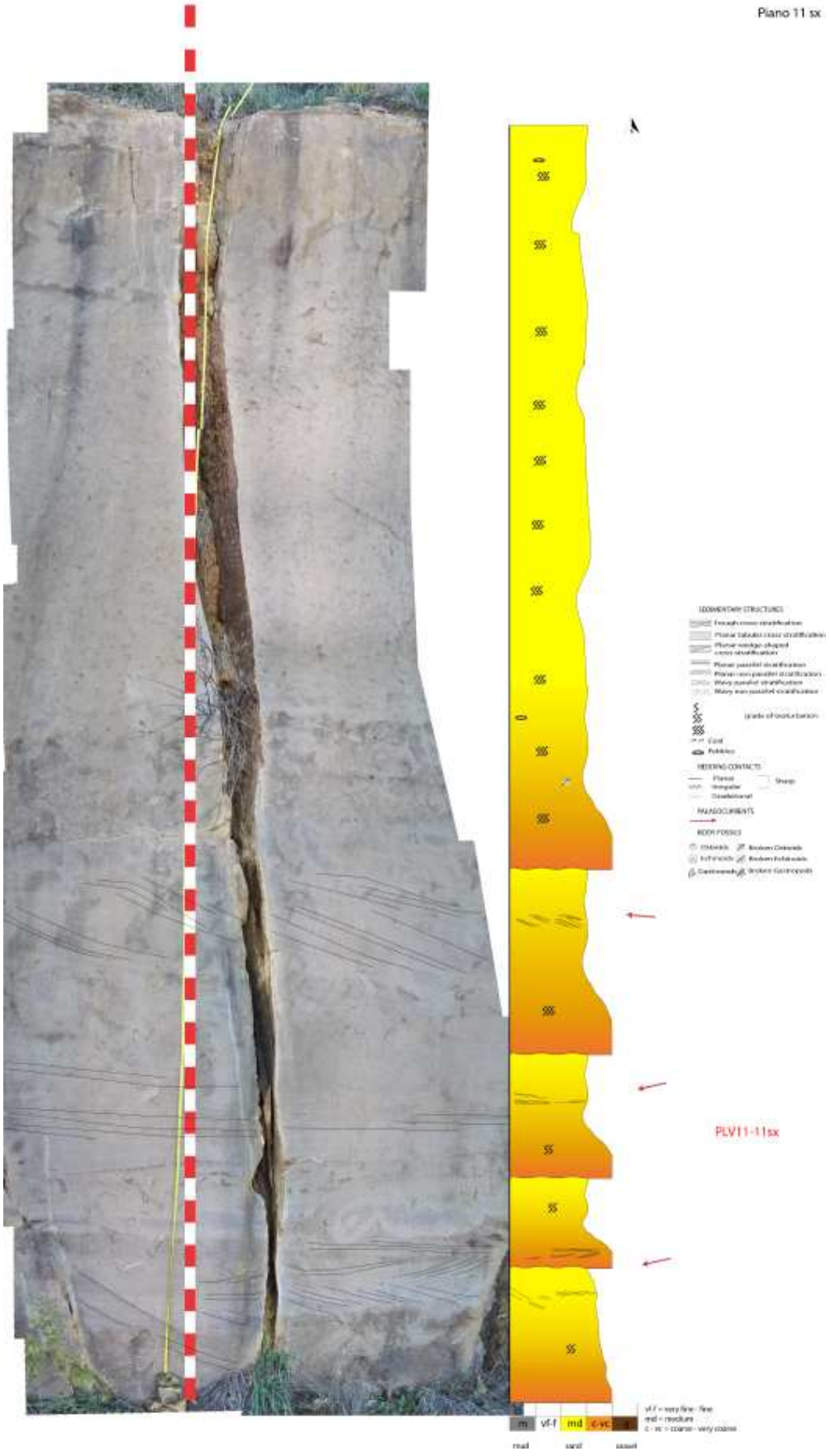
p10sx



p10dx



p11dx



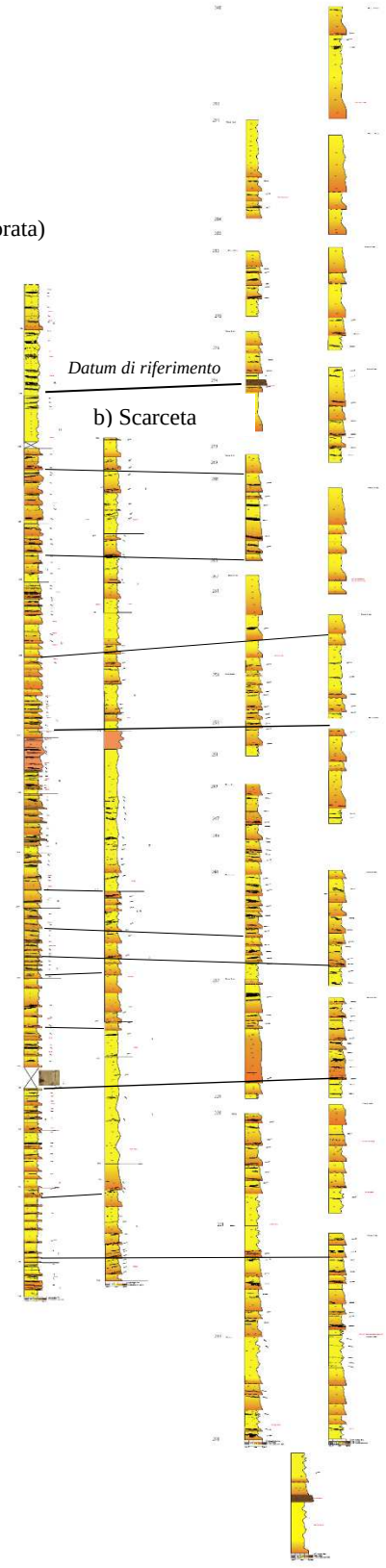
p11sx

c) Poggio la Vecchia Sud e Nord

Sud

Nord

a) Gamberaio (Pietra Dorata)



Pannello di correlazione N-S che mostra le relazioni stratigrafiche tra i depositi affioranti nelle 3 cave. a) Gamberaio (Pietra Dorata) b) Scarceta c1) Poggio la Vecchia Sud c2) Poggio la Vecchia

Tabella Allegato 6. Parametri contati e ricalcolati ai fini dell'analisi petrografica

NCE
- Qpt = polycrystalline quartz with tectonite fabric
- Qpw = polycrystalline quartz
- Qp(chert) = chert
- Qm= monocrystalline quartz
- Qm in Lp = monocrystalline quartz in polycrystalline quartz
- Qm in Ls = monocrystalline quartz in sedimentary lithic
- Qm in Lm = monocrystalline quartz in metamorphic lithic fragment
- P = plagioclase feldspar
- Palt = altered plagioclase feldspar
- P in Lm = plagioclase feldspar in metamorphic lithic fragment
- P in Ls = plagioclase feldspar in sedimentary lithic
- P in Lp= plagioclase feldspar in plutonic lithic fragment
- K = potassium feldspar
- Kalt = altered potassium feldspar
- K in Lp = potassium feldspar in plutonic lithic fragment
- K in Ls = potassium feldspar in sedimentary lithic
- K in Lm = potassium feldspar in metamorphic lithic fragment
- Lvv = vitric volcanic lithic
- Lvml = volcanic lithic with microlitic texture
- Lvl = volcanic lithic with lathwork texture
- Lvf = volcanic lithic with felsitic texture
- Lmp = metapelite lithic fragment and degree of metamorphism (I-IV)
- Lmm = metapsammite lithic fragment and degree of metamorphism (I-IV)
- Lsa = claystone lithic
- Lsi = siltstone lithic
- M = muscovite
- B = biotite
- Chl = chlorite
- Micas in Lm
- D opaque = opaque dense mineral
- D non-opaque = non-opaque dense mineral
- Pyr = pyroxene
- Serp cell = cellular serpentine
- Serp schist = serpentine schist
- alterites = altered unknown lithic fragment
- alt n.n. = non identifiable alterite grain
- saltati n.n. = unknown mashed grain

CI = carbonate intraclast

CE = carbonate extrabasinal
- Lsc(mic) = micritic carbonate lithic
- Lsc(spar) = sparitic carbonate lithic

Total Pts= total points counted

Tabella Allegato 6. Parametri contati e ricalcolati

Mx = matrix Silic Mx = siliciclastic matrix Carb Mx= carbonate matrix Cm = cement Carb microspar = carbonate microspar Carb spar = carbonate spar Calc repl Unkn = calcite replacement unknown grain Pores = pore space
Qm total = Qm+Qm in Qp+Qm in Ls+Q in other K total = K+Kalt+K in Lv+K in Ls+K in other P total = P+Palt+P in Lv+P in Ls+P in other Qt= Qpt+Qpw+Qp(chert)+Qm total F = P total +K total Lm = Lmp+Lmm Lv = Lvv+Lvml+Lvl+Lvf+Lvp Ls = Lsa+Lsi+Lss+Lsc(mic)+Lsc(cry)+Lsc(sil+carb) L = Lm+Lv+Ls+alterites QtFL%Qt= 100*Qt/(Qt+ F+ L) QtFL%F= 100*F/(Qt + F+ L) QtFL%L= 100*L/(Qt + F+ L) QmKP%Qm= 100*Qm/(Qm total+F) QmKP%K= 100*K/(Qm total+F) QmKP%P= 100*P/(Qm total+F) LmLvLs%Lm= 100*Lm/(Lm+Lv+Ls) LmLvLs%Lv= 100*Lv/(Lm+Lv+Ls) LmLvLs%Ls= 100*Ls/(Lm+Lv+Ls) NCE-CE-CI%NCE= 100*NCE/(NCE+CE+CI) NCE-CE-CI%CE= 100*CE/(NCE+CE+CI) NCE-CE-CI%CI= 100*CI/(NCE+CE+CI)

Sample#	Sample name	Sample Locatic	Grain Size	Stratigraphic Height (mslm)	NCE Qpt	Qpw	Qp chert	Qm	Qm in Ls
	74	MANCIANO			3	7		96	
	TA84	TARQUINIA				11		48	
	TA85	TARQUINIA				13	1	91	
	TA86	TARQUINIA				4		22	
	TA87	TARQUINIA				6		78	
	CD1	RON30 COLLE DIANA			1	11	1	28	
	CD1	COLLE DIANA(RON30)			5	10		22	
	CD4	PESCIA FIORENTINA				6		45	
	CD5	PESCIA FIORENTINA				5		29	
	CD6	PESCIA FIORENTINA			1	1		30	
AM1	PD1-1A	PIETRADORATA	very fine to	183	5	7	3	80	1
AM2	PD4c-2B	PIETRADORATA/GAMBERA		186	5	8	2	79	
AM3	PD12-5A	PIETRADORATA/GAMBERA		196	10	10	1	94	
AM4	PD22-9A	PIETRADORATA/GAMBERA		212	7	13		113	
AM5	PD26A-10A	PIETRADORATA/GAMBERA		215	7	11	2	63	
AM6	PD42-14A	PIETRADORATA/GAMBERA		233	3	6	5	96	
AM7	PD43-15B	PIETRADORATA/GAMBERA		240		14	1	130	
AM8	PD44-15B	PIETRADORATA/GAMBERA		241	1	17		147	
AM9	PD49-17B	PIETRADORATA/GAMBERA		248	1	8		138	
AM10	BSA1 - cp10	BAGNI SANT'AGOSTINO		2		3		139	
AM11	BSA2 - cp11	BAGNI SANT'AGOSTINO		4,5		7		149	
AM12	BSA3 - cp12	BAGNI SANT'AGOSTINO		7		4		58	
AM13	BSA9-cp9	PINETA SANT'AGOSTINO		15	18			185	
AM14	SC1-0	SCARCETA		189	4	16		133	
AM15	SC4-1	SCARCETA		194	2	9		152	
AM16	SC7-3-4	SCARCETA		205	7	13		159	
AM17	SC8-5	SCARCETA		213	1	5		146	
AM18	SC11-7	SCARCETA		231	3	9		137	
AM19	PLV1-0Est	POGGIO LA VECCHIA		205/Weathere	3	7		116	
AM20	PLV2-0sx	POGGIO LA VECCHIA		209	4	11		154	
AM21	PLV4-2dx	POGGIO LA VECCHIA		222	3	10		156	
AM22	PLV9-7sx	POGGIO LA VECCHIA		257	5	11		168	
AM23	PLV11-11sx	POGGIO LA VECCHIA		285	3	14		147	
AM24	PLV12-11dx	POGGIO LA VECCHIA		292	2	11		127	
AM25	PLV13-12dx	POGGIO LA VECCHIA		300?	2	3		98	

Qm in Lm	Qm in Lp	Calc Repl on Q	P	Palt	P in Ls	P in Lm	P in Lp	P other	K	Kalt	K in Ls	K in Lm	K in Lp	K other
			21	28			1		16				3	
			16	31					13					
			28	29					8					
			22						4					
			76						17					
			12						2					
			10						3					
			42						22					
			18						4					
			25						5					
1	1		26	23					15	5			1	
1	1		13	28			2		19	4			2	
2	2		23	25			1		11	5				
1			20	45					15	6			1	
1	1		7	22					8	3				
	1		12	21			1		11	2			1	
			11	29			1		15	6				
			15	44					3					
			6	24		2			9	1				
			14	67					12	1				
			15	42					11	4				
1			7	24					11	10				
10	1		11	30		4	2		18			2	2	
1	1		12	34					20	7				
			2	48			1		18	14				
			19	46		1	3		14	3			1	
			8	32					22					
			9	42					24	1				
			10	12					7	1				
			4	47					15	3				
			8	34		1	2		24	3			2	
1			4	35					13	5				
			4	29					14	4		1		
			11	27					13	4				
			2	16					13	3				

						Serp	Lmp					Lmm						
Lsa	Lsi	Lvv	LvmL	Lvl	Lvf	Cell	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	Lmv	Lmc
	1			1	5												1	
1					1													
					4													
					1							1	1					
	1											1						
	11																	
	15												3					
	3				2													
	2						1						3					
	14				11							3	1				2	
	12											1	1					
	4				3							4	2					
	4		5		19		1					3	2				2	
	8		2		8		3					1	2					1
	14		1		6		1					1	1	1				
	9		11	1	7		1					6	1					
	6				1		1											
	2				2							2						
	3		1									2	2					
							1					1	3					
1	1											1	1					
	3			1	7	1	1	3	3	1		4	9	10	7		5	1
	11						2	1				6	3					
1	3				1		4					3	3	1				
1	8						2					1	2					
2	12		2	1	6		3	3				1	1					
1	10			1	3		5					3	1					
1	5				16							3	3					
	12				1		1					2		1				
2	6				3			2				1	1					
	13				8		1					3	1					
	19				6		1						1					
	12		1				1					3						2
	12			2	7		1					1	1					

CE		NCE								NCl	Cl	Mx	Cm	
Lsc mic	Lsc spar	CE bio	B	M	Chl	Micas in Lm	D opaq	D nonop	Serp schist	Glauc	Carb Bio	Silic Mx	Carb Mx	Carb microspar
13	1						1				9	1		8
3										18	111			119
2											17		103	
3	1			1	1						91		38	95
4	2				2						37	2	120	14
71	2										73		23	95
83	6										68	4	21	30
3			1	1	1			1			80		9	84
6	1	10			1						100		178	
				2							86	1	18	147
		1												
4											35			27
20	1	1									23			21
15	6										35			7
4	1										21	3		21
13	5										76		1	18
12											36			17
25	9						1	1			12	4		8
29	5	1									33	10		5
15	4	1									29	20		12
3	5		2	1	1				1		118			14
	2		2								158	4		
1	1		3				1			1	109	4		73
5	7		6	2		4	2	17	11					2
4		1	1								41	2		8
13	3										22			5
17				1			1				12	3		3
26	3					1					34	1		1
13	3										28	1		8
20							1	1			2			12
39	7		1								9	3		3
22	7			1			1	1			9	1		
28	2										24			5
42	13							1			10	1		
35	14							1			33	1		8
26	10										32			6

Carb spar	Calc repl	Unkn	Silic Cem	Unkn	Alt	Salt	Pores	Total pts	QFL%Q	QFL%F	QFL%L
176		1		1	2		4	400	53,8	35,0	11,2
23			3		2			400	47,6	48,4	4,0
88			1	2			13	400	59,7	36,9	3,4
115								400	44,1	44,1	11,9
36					4			400	45,4	50,3	4,3
69					1			400	29,5	10,1	60,4
117				2	2			401	23,6	8,3	68,2
98				2				400	41,5	52,0	6,5
48								400	54,0	34,9	11,1
78								400	47,1	44,1	8,8
112		6	13			4		400	48,3	34,5	17,2
138			13		3	2		400	48,2	34,2	17,6
134		3			1	2		400	54,6	29,8	15,6
94			4					405	51,1	33,2	15,6
130		1	2		2	2		400	50,6	23,8	25,6
147		1			1	2		400	56,6	24,5	18,9
94			8					405	52,3	22,4	25,3
76					6			400	61,3	23,0	15,6
118			2		4	1		401	68,7	19,6	11,7
9			2					400	56,3	37,3	6,3
		2						401	66,4	30,6	3,0
85			1		2			400	52,1	43,0	5,0
4					1			400	61,0	19,7	19,4
89			1		2			400	60,8	28,6	10,6
91			3		1			400	58,6	29,9	11,5
78			3		3			401	60,3	29,3	10,4
89								400	55,5	22,6	21,9
94			3		1			400	56,2	28,7	15,1
29			59		93			401	61,8	14,7	23,5
81		1			1			400	56,1	22,9	20,9
95			5					400	58,9	25,8	15,3
70			4					401	62,1	19,1	18,8
89			2					401	55,0	17,4	27,5
94								400	53,2	20,9	25,9
161					4			400	52,3	17,3	30,5

LmLvLs%Lm	LmLvLs%Lv	LmLvLs%Ls	QmKP%Qm	QmKP%K	QmKP%P	NCE%	CE%
4,5	27,3	#RIF!	58,2	11,5	30,3	88,9	6,8
0,0	20,0	#RIF!	44,4	12,0	43,5	47,8	1,2
0,0	66,7	#RIF!	58,3	5,1	36,5	90,2	1,0
28,6	14,3	#RIF!	45,8	8,3	45,8	37,5	2,6
12,5	0,0	#RIF!	45,6	9,9	44,4	80,8	2,7
0,0	0,0	#RIF!	66,7	4,8	28,6	31,1	34,4
2,8	0,0	#RIF!	62,9	8,6	28,6	30,2	39,6
0,0	25,0	#RIF!	41,3	20,2	38,5	59,9	1,4
0,0	0,0	#RIF!	56,9	7,8	35,3	32,8	9,8
66,7	0,0	#RIF!	50,0	8,3	41,7	44,9	0,0
17,1	31,4	#RIF!	54,2	13,7	32,0	83,6	1,7
5,7	0,0	#RIF!	54,4	16,8	28,9	79,8	9,9
17,6	8,8	#RIF!	60,1	9,8	30,1	77,9	8,3
19,5	58,5	#RIF!	56,7	10,9	32,3	90,8	1,8
16,3	23,3	#RIF!	61,9	10,5	27,6	61,5	7,4
10,8	18,9	#RIF!	66,9	9,7	23,4	79,3	5,2
11,4	27,1	#RIF!	67,7	10,9	21,4	84,2	11,7
2,4	2,4	#RIF!	70,3	1,4	28,2	77,6	11,6
8,0	8,0	#RIF!	76,7	5,6	17,8	79,9	8,2
25,0	6,3	#RIF!	59,7	5,6	34,8	66,4	2,1
71,4	0,0	#RIF!	67,4	6,8	25,8	59,5	0,5
33,3	0,0	#RIF!	53,2	18,9	27,9	52,3	0,9
64,7	11,8	#RIF!	74,0	8,3	17,7	96,9	3,1
44,4	0,0	#RIF!	64,9	13,0	22,1	84,6	1,7
34,4	3,1	#RIF!	64,7	13,6	21,7	87,3	5,3
16,1	0,0	#RIF!	64,6	7,3	28,0	90,7	5,5
13,3	15,0	#RIF!	70,2	10,6	19,2	79,6	9,4
22,5	10,0	#RIF!	64,3	11,7	23,9	85,0	5,5
12,5	33,3	#RIF!	79,5	5,5	15,1	89,4	9,6
6,3	1,6	#RIF!	69,1	8,1	22,9	82,3	14,8
9,1	6,8	#RIF!	67,8	12,6	19,6	87,3	9,7
8,9	14,3	#RIF!	74,8	8,0	17,3	83,2	9,3
2,4	7,3	#RIF!	73,9	9,5	16,6	79,0	17,8
8,8	1,5	#RIF!	69,8	9,3	20,9	72,4	16,5
5,0	15,0	#RIF!	74,2	12,1	13,6	70,3	15,7

CI%
4,3
43,9
8,8
59,9
16,5
34,4
30,2
38,6
57,5
55,1
14,7
10,3
13,8
7,4
31,1
15,5
4,1
10,9
11,9
31,5
40,0
46,4
0,0
13,8
7,3
3,9
11,0
9,6
1,0
2,9
3,0
7,5
3,2
11,1
14,0

ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Dipartimento Difesa della Natura
Servizio Aree Protette e Pianificazione Territoriale
Settore Tutela del Patrimonio Geologico

SCHEDA PER L'INVENTARIO DEI GEOSITI ITALIANI

N.B.: La scheda compilata dovrà essere inviata via e-mail all'indirizzo: geositi@isprambiente.it, oppure spedita tramite fax al numero: 06-5007 4406

A – NOME DEL GEOSITO

ARENARIE DI MANCIANO

DIVULGABILE

SI	

IDENTIFICATIVO SCHEDA

COMPILATORE/ENTE (*)	ACQUISIZIONE DATI			
FRANCESCO BUCCI , ARMANDO COSTANTINI, DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA UNIVERSITA' DI SIENA	RILEVAMENTO		BIBLIOGRAFIA	
RILEVATORE/ENTE (SE DIVERSO DA COMPILATORE)	SI			NO
	DATA SCHEDA		MAGGIO 2010	

B – UBICAZIONE

SHAPE FILE

SI	

REGIONE	TOSCANA
PROVINCIA	Grosseto
COMUNE	MANCIANO
TOPONIMO/LOCALITÀ	POGGIO LA VECCHIA

COORDINATE (U.T.M)

COORDINATA N.				
COORDINATA E.				
DATUM	WGS84		ED50	
	FUSO32	FUSO33	FUSO32	FUSO33

RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

N. FOGLIO:	DENOMINAZIONE:
SCALA:	TIPO (C.T.R., I.G.M., I.I.M., ECC.):

C – INTERESSE SCIENTIFICO (1= PRIMARIO - 2= SECONDARIO)

GEOGRAFIA		IDROGEOLOGIA		VULCANOLOGIA	
GEOLOGIA MARINA		MINERALOGIA		SEDIMENTOLOGIA	
STRATIGRAFIA	1	PALEONTOLOGIA	2	CARSISMO EPIGEO	
GEOMINERARIA		PEDOLOGIA		CARSISMO IPOGEO	
GEOMORFOLOGIA		GEOLOGIA STRUTTURALE		GEOSTORIA (*)	
GEOLOGIA APPLICATA		PETROGRAFIA		ALTRO	

Scheda aggiornata al 24/02/09

C.1 –INTERESSE CONTESTUALE (1= PRIMARIO - 2= SECONDARIO)

CULTURALE	
DIDATTICO	1
ESCURSIONISTICO	2
STORICO	
BOTANICO	
FAUNISTICO	
PAESISTICO	
ARCHEOLOGICO	
ARCHITETTONICO	
ALTRO	

C.2 – VALUTAZIONE INTERESSE SCIENTIFICO PRIMARIO

RARO (RA)	**RA**
RAPPRESENTATIVO (RP)	
ESEMPLIFICATIVO (ES)	

C.3 – GRADO INTERESSE SCIENTIFICO PRIMARIO

GSSP	
NAZIONALE (N)	
REGIONALE (R)	**R**
LOCALE (L)	

C.4 – IL GIUDIZIO ESPRESSO IN "C" È:

SOGGETTIVO	
OGGETTIVO (spiegare)	Il giudizio sull'interesse scientifico viene formulato sulla base di ricerche bibliografiche e di osservazioni effettuate in campagna. Quest'ultime sono volte a precisare quali e quanti argomenti geologici siano rilevabili e valorizzabili nei vari siti. L'importanza scientifica è data da fatto che questo sito rappresenta la località tipo del corpo roccioso chiamato Formazione delle arenarie di Manciano.

D – DESCRIZIONE DEL GEOSITO

VEDI SCHEDA ALLEGATA

E – DOCUMENTAZIONE ICONOGRAFICA (1)

SPECIFICARE FONTE/AUTORE:	FRANCESCO BUCCI

TIPO						CODICE AUTORE	?
	x	FOTO /DIAPOSITIVA		DISEGNO		N° PROGRESSIVO	?
		CD/DVD		FILMATO			
		SCANSIONE	x	SITO WEB			

Scheda aggiornata al 24/02/09

F – ELEMENTI CARATTERIZZANTI DEL GEOSITO

F.1 – LITOLOGIA CARATTERIZZANTE	F.2 – UNITÀ CRONOSTRATIGRAFICA	F.3 – ETÀ DEL PROCESSO GENETICO
ARENARIE	**MIOCENE**	**MIOCENE**

G – TIPOLOGIA

ELEMENTO SINGOLO [ ] INSIEME DI ELEMENTI [x]

G.1 - FORMA

PUNTUALE	
LINEARE	
AREALE	x
PANORAMICO	

G.2 - DIMENSIONE

LUNGHEZZA(m/km)	
AREA (m^2/Km^2)	
SPESSORE (m)	
NON NECESSARIO SE C'È (.SHP)	

G.3 - ESPOSIZIONE

NATURALE	
ARTIFICIALE	

H – FRUIZIONE DELL'OGGETTO E/O DELL'AREA

H. 1– POSIZIONE

A - EMERSO	EPIGEO	X	IPOGEO	
B – EMERSO - SOMMERSO	EPIGEO		IPOGEO	
C - SOMMERSO	EPIGEO		IPOGEO	
	VISIBILE DA SUPERFICIE		VISIBILE IN IMMERSIONE	

H. 2A – ACCESSIBILITÀ'

MOLTO FACILE [X] FACILE [ ] DIFFICILE [ ] MOLTO DIFFICILE [ ] PER ESPERTI [ ]

H. 2B – ACCESSIBILITÀ'

A PIEDI	FACILE	IN AUTO	FACILE	IN BARCA		BICICLETTA/ MOUNTAIN BIKE	FACILE
					DIFFICILE		
CAVALLO/ MULO	FACILE	VEICOLO FUORISTRADA	FACILE	ELICOTTERO		BATISCAFO	
					DIFFICILE		DIFFICILE

H.3 – ALTRI CARATTERI SALIENTI

SITO VISIBILE DA LONTANO	SI	NO	STAGIONE CONSIGLIATA	I	P	E	A
NOTE:							

Scheda aggiornata al 24/02/09

I –SUOLO E FONDALE

I.1 – USO DEL SUOLO

I.2 – TIPO DI FONDALE

BOSCHIVO	X	LIMO	
COLTIVATO		SABBIA	
TERRAZZATO		GHIAIA	
INCOLTO		BLOCCHI SPARSI	
ROCCIA AFFIORANTE	X	ROCCIA AFFIORANTE	
ROCCIA O DETRITO A NUDO		PRATERIE A FANEROGAME	
VEGETATO	X	MISTO	
URBANIZZATO		ALTRO	
URBANIZZATO CON INFRASTRUTTURE			
PRATIVO			

L. - VINCOLI TERRITORIALI INSISTENTI SULL'AREA

L.1 – IL SITO RIENTRA IN UN'AREA PROTETTA?

SI ☐ NO ☐

	DEFINIZIONE (3)	
①	PARCHI NAZIONALI	
②	RISERVE NATURALI STATALI	
③	PARCHI NATURALI REGIONALI	
④	RISERVE NATURALI REGIONALI	
⑤	ZUI (4)	
⑥	ZPS (5)	
⑦	ZSC/SIC (6)	
⑧	ALTRE AREE PROTETTE (7)	
⑨	AREE DI REPERIMENTO	

L.2 – ALTRI TIPI DI VINCOLO TERRITORIALE

VINCOLO PAESISTICO-AMBIENTALE	
VINCOLO AI SENSI D. LGS 431/85 (8)	
VINCOLO PALEONTOLOGICO (9)	
VINCOLO D.LGS 42 /2004 (10)	
……	

(3) SECONDO LEGGE QUADRO AREE PROTETTE 394/91
(4) ZONE UMIDE DI IMPORTANZA INTERNAZIONALE (CONV. RAMSAR)
(5) ZONE DI PROTEZIONE SPECIALE DIRETTIVA 79/409/CEE
(6) ZONE SPECIALI DI CONSERVAZIONE - SITI DI INTERESSE COMUNITARIO DIRETTIVA HABITAT 92/43/CEE
(7) (OASI, BIOTOPI, MONUMENTI NATURALI, AREE MARINE PROTETTE, PARCHI ARCHEOLOGICI STORICI, PARCHI URBANI, SUBURBANI, AREE ATTREZZATE, ECC)
(8) D. LGS. 431/1985 (LEGGE GALASSO)
(9) D.L. 29 OTTOBRE 1999, N. 490
(10) D. LGS. 42/2004 (CODICE URBANI)

M – STATO DI CONSERVAZIONE

BUONO	**X**
DISCRETO	
PESSIMO	
SCOMPARSO	

M.1 – RISCHIO DI DEGRADO

	NATURALE	ANTROPICO
ELEVATO		
MEDIO		**X**
INESISTENTE	**X**	

M.2 – DESCRIZIONE RISCHIO DI DEGRADO (NEL FILE ALLEGATO)

N – PROPOSTA DI PROTEZIONE E/O DI ISTITUZIONE DI AREA A TUTELA SPECIFICA:

Scheda aggiornata al 24/02/09

NECESSARIA		CONSIGLIABILE	X	SUPERFLUA		GIÀ IN ATTO	

O – EVENTUALI COMMENTI E NOTAZIONI AGGIUNTIVE (NEL FILE ALLEGATO)

P – RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICO DOCUMENTALI (NEL FILE ALLEGATO)

Formazione delle arenarie di Manciano

A) DESCRIZIONE NATURALISTICA, PAESAGGISTICA E GEOLOGICA DEL GEOSITO;

A1) COME ARRIVARCI

Da Grosseto:
Si prende la nuova Aurelia a scorrimento veloce in direzione Roma, fino al bivio per Manciano, Saturnia, Pitigliano. Giunti a Manciano si seguono le indicazione per Canino, Farnese. Alcune centinaia di metri prima di attraversare il confine regionale si lascia l'auto sulla sinistra, in prossimità di una strada sterrata ben battuta perché unico accesso ad una importante cava di arenaria. Il geosito è ubicato lungo la strada provinciale, procedendo in salita dall'accesso della cava in direzione Manciano, ed è rappresentato dal taglio stradale ricavato nelle stesse arenarie oggetto di estrazione.

Da Siena:
Si prende la Cassia in direzione Roma, fino al bivio per Sorano, Pitigliano. Giunti a Pitigliano si seguono le indicazioni per Manciano, da dove si prosegue come al punto precedente.

A2) DESCRIZIONE DEL GEOSITO;

A2)'' INQUADRAMENTO GEOLOGICO;

La Formazione delle arenarie di Manciano costituisce un ampio affioramento a sud dell'omonimo paese. Gli studi geologici e sedimentologici più recenti si devono a Giannini (1957), Pellegrini (1967) e Fontana (1980).

Secondo l'opinione di Baldacci et al., (1967) e Decandia et al., (1992) queste arenarie rappresenterebbero ciò che rimane di un "complesso di sedimenti che si sarebbero deposti sulle Unità Liguri e su quelle austroalpine interne, dopo le principali fasi di corrugamento dell'Appennino settentrionale e sarebbero, quindi, state soggette successivamente a limitate traslazioni orizzontali. Per questa ragione tali arenarie vengono indicate nella letteratura geologica anche con il nome di "semialloctono", per indicare che esse hanno subito una traslazione di entità minore rispetto a quella dei complessi liguri ed austroalpini su cui giacciono; questi ultimi vengono indicati come complessi "alloctoni" per essersi deposti in aree paleogeografiche molto lontane da quelle dove attualmente si trovano (alcune centinaia di chilometri)." (Lazzarotto 1993).



Fig. 1

A2)'' IL GEOSITO;

Il geosito si trova al confine meridionale della provincia di Grosseto, lungo la strada che collega Manciano con Canino (Fig. 1), in prossimità (a nord ovest) delle grosse cave di arenaria che interessano il versante sud orientale delle colline mancianesi. Verso monte, ove preservate dalla avanzata attività estrattiva, le colline presentano fianchi molto ripidi, modellati su potenti bancate arenacee. Più a valle il versante degrada dolcemente al di sotto delle alluvioni recenti del fiume Fiora che qui segna il confine tra la Toscana ed il Lazio.

La formazione è rappresentata da arenaria calcarea con un contenuto medio di carbonati di circa il 45%, suddivisa in spessi banchi di 6-7 metri di spessore. Nella Fig. 2 è visibile l'affioramento più accessibile della formazione che si rinviene lungo strada. Tra gli elementi clastici, il quarzo e i granuli calcarei rappresentano i costituenti più abbondanti della roccia; seguono in ordine d'importanza elementi di calcedonio, feldspati e miche; sono stati osservati, inoltre, frammenti di diabase e sferuliti di rocce effusive (Pellegrini 1967)" (Lazzarotto, 1993). Lo spessore totale della formazione è di circa 200 metri. Il contenuto in fossili è rappresentato da "Ostreidi del gruppo O. *gryphoides-gingensis* e numerosi Echinidi della famiglia degli Scutellidi (Fig. 2): *Scutella leognanensis*, Lambert, *Scutella striatula* De Serres, *Scutella paulensis* Agassiz, *Amphiope* cfr. *bioculata* (Desmoulins). Compaiono, inoltre, *Clypeaster* sp. e *Lima* sp." (Lazzarotto, 1993). La fauna esposta sopra ha permesso di attribuire la formazione al Langhiano (Giannini 1957).



Fig. 2

A3) COSA RACCONTA IL GEOSITO;

A3') Contenuti scientifici

La località tipo della formazione

Questa è la località tipo della Formazione di Manciano. Per località tipo si intende la località geografica specifica in cui si trova lo stratotipo dell'unità o lo stratotipo del limite. Se non è stato indicato uno stratotipo, la località tipo è la località dove la località o il limite è stato originariamente definitoe/o denominato. La località tipo differisce dallo stratotipo poiché fa riferimento alle varie sezioni di una località geografica e non ad una sezione stratigrafica specifica (Germani D., et al.,Guida Italiana alla Classificazione e alla Terminologia Stratigrafica, 2002)

Fossili: indicatori cronologici, climatici ed ambientali.

Con il termine fossile si indica qualsiasi resto identificabile, oppure impronta o anche solo traccia dell'attivita' di animali e vegetali che vissero nei tempi geologici passati. I resti della maggior parte degli organismi vengono rapidamente distrutti da aggressori meccanici, chimici e biologici. Solo se sono sottratti a questi agenti distruttori poco dopo la morte, hanno la possibilita' di conservarsi come fossili, sopratutto se sono racchiusi in un sedimento. Per fossilizzazione si intende quella serie di processi naturali che avvengono tra l'inclusione del resto organico nel sedimento e la formazione del fossile. Gli organismi che possiedono conchiglia, scheletro interno, legno hanno migliori possibilita' di fossilizzarsi rispetto a quelli che non li possiedono. Anche l'ambiente di deposizione ha notevole influenza ed i fondali marini sono in genere aree di sedimentazione che forniscono una ricca documentazione paleontologica. I processi di fossilizzazione possono avvenire per mineralizzazione, sostituzione, carbonizzazione e conservazione integrale. I fossili si trovano nei depositi di rocce sedimentarie, che generalmente si dispongono in strati piu' o meno orizzontali. In ogni serie di strati, quelli piu' bassi si sono depositati prima di quelli immediatamente sovrastanti.

Pertanto, se non vi sono stati eventi che hanno alterato gli originari rapporti di giacitura, i fossili sono tanto piu' antichi quanto piu' si procede dall'alto verso il basso nella successione degli strati. Grazie ai fossili e' quindi possibile procedere ad una datazione relativa delle rocce, stabilire cioe' se uno strato e' piu' antico, contemporaneo o piu' recente di un altro. Essi permettono inoltre correlazioni stratigrafiche tra strati rocciosi della stessa eta' posti anche a notevole distanza tra loro. Come oggi anche nel passato gli organismi dovevano adattarsi nell'ecosistema in cui vivevano. E' percio' possibile, da un confronto con il presente, stabilire le condizioni climatiche e ambientali del passato.

I fossili delle Arenarie di Manciano

In precedenza si è accennato al contenuto fossilifero delle arenarie di Manciano. I macrofossili caratteristici delle arenarie di Manciano appartengono al genere *Scutelle*; associazioni di faune a scutelle sono particolarmente ben rappresentate lungo determinati orizzonti stratigrafici (Fig. 3). Le Scutelle (Fig. 4) appartengono alla famiglia degli echinodermi. Essi presentano simmetria raggiata pentamera secondaria, in quanto essa sostituisce l'originaria simmetria bilaterale dei suoi primi stadi larvali. Il guscio è costituito da carbonato di calcio ed è formato dal mesoderma, caratteristica questa che li avvicina più ai cordati che agli altri invertebrati. Il guscio è costituito da singoli elementi collegati tra loro da tessuto connettivo. Agli echinodermi appartengono i ricci di mare, i crinoidi (gigli di mare), le stelle di mare. Tutti gli Echinodermi sono animali marini, importanti dal punto di vista stratigrafico e litogenico. Le scutelle di Manciano rappresentano un equivalente degli attuali ricci di mare. Le arenarie di Manciano presentano inoltre un elevato contenuto di *Ostreidi:* Famiglia di Molluschi Lamellibranchi filibranchi, detti comunemente ostriche. Hanno valve differenti; la sinistra spessa e convessa è usata per attaccarsi al fondo marino, mentre la destra è piana. Numerosi altri macrofossili di ambiente marino quali coralli, crostacei e vertebrati (Pesci e Mammiferi) sono stati ritrovati in altre aree della Toscana meridionale, al di fuori della provincia di Grosseto, in affioramenti di arenarie coeve e dal significato analogo alle arenarie di Manciano (Formazione delle arenarie di Ponsano).



Fig. 3



Fig. 4

Ricostruzione paleo-ambientale.

I fossili ritrovati all'interno delle Arenarie di Manciano, riferibile al Miocene Medio, testimoniano un ambiente marino circalitorale con una profondita' inferiore ai 200 metri. Una profondità modesta dell'ambiente di sedimentazione è anche suggerita dalle laminazioni da corrente che interessano visibilmente il corpo roccioso (Fig. 5) e sono indice dell'influenza del moto ondoso sulla sedimentazione; in altre parole indicano una profondità del bacino marino inferiore alla massima profondità raggiunta dal moto ondoso in condizioni di tempesta. A giudicare dai fossili ritrovati e segnalati in letteratura il clima doveva essere temperato caldo e la temperatura del mare non doveva discostarsi molto da quella dell'attuale Mediterraneo centrale. Durante il Miocene si assiste ad un sensibile raffreddamento del clima rispetto ai periodi geologici precedenti, anche se i valori di temperatura rimangono superiori a quelli attuali. Nell'ambito delle variazioni climatiche registrate nella storia geologica, l'intervallo compreso tra l'Oligocene e il Miocene rappresenta un periodo cruciale poiché durante tale intervallo iniziava l'evoluzione verso le condizioni climatiche attuali. Questa evoluzione è strettamente legata agli imponenti fenomeni tettonici che si manifestano in questo periodo nell'area Mediterranea. Nell'Oligocene, circa 30 milioni di anni fa, iniziano i movimenti legati all'orogenesi appenninica. Nel Miocene il Mediterraneo comincia a essere identificato geograficamente in modo più netto e si riconoscono province paleogeografiche ben differenziate in un quadro complessivo già molto vicino a quello attuale. Una volta definita la situazione oceanografica in conseguenza ad una prolungata e vigorosa attività orogenica, la struttura climatica si avviò verso quella quaternaria.



Fig. 5

B) DESCRIZIONE DEL RISCHIO DI DEGRADO;

C'è il rischio che le recinzioni di alcune proprietà private modifichino o interrompano le vie di accesso ai geositi segnalate nelle rispettive schede: occorre vigilare su questa eventualità ed operare affinché non si verifichi.
Nello specifico, per quanto riguarda il sito in questione, si rende necessaria il taglio oculato di alcuni alberi e la pulizia del bosco adiacente alle sezioni stradali: il taglio degli arbusti, delle essenze erbacce e dei rovi che impediscono parzialmente la vista del geosito.

C) DESCRIZIONE DEL GRADO DI INTERESSE;

Il giudizio sull'interesse scientifico viene formulato sulla base di ricerche bibliografiche e di osservazioni effettuate in campagna. Quest'ultime sono volte a precisare quali e quanti argomenti geologici siano rilevabili e valorizzabili nei vari siti.

L'importanza scientifica è data da fatto che questo sito rappresenta la località tipo del corpo roccioso chiamato Formazione delle arenarie di Manciano.

D) RIFERIMENTI DOCUMENTALI BIBLIOGRAFICI

Germani D., Angiolini L., Cita M.B. (2002). Guida Italiana alla Classificazione e alla Terminologia Stratigrafica. APAT; Quaderni serie III Vol. 9

Fontana D. (1980) – Caratteri petrografici e sedimentologici delle Arenarie di Manciano nrella Toscana meridionale. Miner. Petrogr. Acta, 24, 77-94.

Giannini E. (1958) – I fossili dell'arenaria di Manciano (Grosseto). Paleont. It., 51 (n.s.21) (1957).

Pellegrini M. (1967) – Osservazioni geologiche sull'arenaria di Manciano. Mem. Soc. Geol. It.,6(3).

E) INDIRIZZI PER LA TUTELA E LA VALORIZZAZIONE

In generale si potranno applicare le norme generali di cui all'art.10, comma 13 "Acqua e suolo", come integrata dalla scheda n.5, del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Grosseto. Nello specifico si ritiene necessario promuovere iniziative per la conservazione attiva del sito come indicate nel punto M1 della scheda ISPRA e/o nel paragrafo B) "descrizione del rischio di degrado" della scheda word associata.
La fruizione dei geositi, in termini di accesso fisico e di accesso alla conoscenza, rappresenta la condizione essenziale affinché si realizzi una concreta valorizzazione del patrimonio geologico del territorio. Di conseguenza si ritiene di primaria importanza valorizzare o eventualmente potenziare la sentieristica per mezzo della quale si accede ai geositi, dotando i percorsi di una segnaletica geografica e geologica adeguata e, se necessario, mettendo in sicurezza vie di accesso attualmente non praticabili.

E) EVENTUALI COMMENTI E ANNOTAZIONI AGGIUNTIVE.

Il corpo roccioso è oggetto di intensa attività estrattiva (Fig. 6) perché particolarmente apprezzato come pietra ornamentale per le sue caratteristiche lamine ossidate. Un bell'esempio è visibile nella figura 7.



Fig. 6


VIETATO L'ACCESSO A CHI NON E' AUTORIZZATO
VIETATO IL TRANSITO AI PEDONI
E' OBBLIGATORIO USARE LE CALZATURE DI SICUREZZA
E' OBBLIGATORIO USARE I GUANTI
ATTENZIONE AI CARICHI SOSPESI
PERICOLO MATERIALE ESPLOSIVO
Fig. 7