



Università di Pisa

Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali
Corso di Laurea Specialistica in Scienze Geologiche

TESI DI LAUREA DI SECONDO LIVELLO:

Analisi dei depositi tardo quaternari del bacino di Viareggio: dalla creazione di una banca dati georeferenziata alla realizzazione di un modello stratigrafico-deposizionale

Candidato:

Roberto Mattei

Relatore:

Prof. Giovanni Sarti

Correlatori:

Prof.ssa Marina Bisson

Dott.ssa Veronica Rossi

Controrelatore:

Prof.ssa Etta Patacca



Università di Pisa

Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali
Corso di Laurea Specialistica in Scienze Geologiche

Tesi di Laurea di secondo livello:

“Analisi dei depositi tardo quaternari del bacino di Viareggio: dalla creazione di una banca dati georeferenziata alla realizzazione di un modello stratigrafico-deposizionale”

Sintesi:

Obiettivo del lavoro di tesi è stata la ricostruzione di un modello stratigrafico-deposizionale dei depositi tardo-quaternari del bacino di Viareggio, utilizzando, come riferimento, il modello stratigrafico recentemente elaborato per la piana costiera dell'Arno nel quale è stata identificata una paleovalle di età tardo pleistocenica/olocenica. L'area di studio è stata estesa a nord dell'Arno fino al comune di Carrara.

La prima fase del lavoro ha portato alla realizzazione *ex-novo* di una banca dati di 2140 indagini geognostiche, costituita in prevalenza da sondaggi e prove penetrometriche provenienti da diversi enti pubblici e privati. La svariata qualità dei dati disponibili e la loro disomogenea distribuzione areale è riconducibile allo scopo civile o industriale per il quale tali indagini sono state realizzate. E' stata inoltre inserita in banca dati la stratigrafia di un sondaggio a carotaggio continuo ubicato nell'area dell'ex Lago di Porta (comune di Seravezza) e direttamente studiato dal sottoscritto. La fase successiva è stata quella di interpolare dati di sottosuolo e costruire delle sezioni stratigrafiche (22 in totale) dove è stata individuata una probabile superficie trasgressiva (TS) di età tardo-pleistocenica/olocenica e dove sono state riconosciute sei diverse associazioni di facies. Grazie all'ausilio del DEM appositamente realizzato per questo lavoro di tesi, è stato inoltre possibile analizzare la configurazione morfobatimetrica della piattaforma continentale toscana, con lo scopo di individuare morfosculture relitte eventualmente relazionabili con le ricostruzioni stratigrafiche fatte nella porzione emersa del bacino di Viareggio. Sulla base di tale analisi e dei dati attualmente a disposizione non sono emersi elementi univoci di correlazione.

I risultati ottenuti hanno consentito di distinguere lungo una sezione longitudinale dell'area studio due zone principali: la prima, a nord di Pietrasanta, principalmente caratterizzata da grosse conoidi coalescenti ricollegabili ai paleocorsi dei fiumi Carrione, Frigido e Versilia; la seconda, tra Pietrasanta e Madonna Dell'Acqua (Pi), caratterizzata da un sistema di paleovalli incise dai principali paleocorsi d'acqua presumibilmente durante l'ultima fase glaciale e successivamente riempite, durante il Pleistocene sup. Olocene, da depositi trasgressivi passanti verso l'alto ai depositi delle ultime fasi di progradazione e costruzione della pianura. L'andamento tridimensionale della superficie trasgressiva sembra collegare le paleovalli all'azione dei fiumi Serchio e Camaiore, tuttavia, limitandosi a quanto consentito dalla qualità dei nostri dati sorgente, si danno indicazioni sull'ubicazione di nuovi sondaggi a carotaggio continuo che permetteranno di risalire alla morfologia esatta delle paleoincisioni e ad una maggiore definizione, conferma o modifica del modello stratigrafico deposizionale proposto.

INDICE

	PAG:
1 – INTRODUZIONE	1
2 – OBIETTIVO E STRUTTURA DELLA TESI	3
3 – AREA DI STUDIO: <i>IL BACINO DI VIAREGGIO</i>	4
3.1 – <i>Ubicazione dell’area di studio</i>	4
3.2 – <i>Inquadramento geologico: evoluzione tettonico-stratigrafica</i>	5
3.2.1 – <u>Struttura del “Substrato profondo”</u>	5
3.2.2 – <u>Apertura del bacino di Viareggio e sedimentazione sin-rift del “ Substrato Intermedio”</u>	8
3.2.3 – <u>“Il Substrato Superiore” (Pleistocene medio - attuale)</u>	15
3.2.4 – <u>Stato attuale delle conoscenze: la paleovalle tardo-quadernaria dell’Arno</u>	23
3.2.4.1 – <i>Presentazione del concetto di valle incisa</i>	23
3.2.4.2 – <i>Formazione e riempimento della valle incisa dell’Arno</i>	27
4 – MATERIALI E METODI	34
4.1 – <i>La banca dati stratigrafica</i>	35
4.1.1 – <u>Fonti di provenienza delle indagini geognostiche</u>	36
4.1.2 – <u>Omogeneizzazione dei dati</u>	38
4.1.3 – <u>Classi di utilità</u>	47
4.2 – <i>Il DEM dell’area di studio</i>	48
4.2.1 – <u>I materiali topografici di base</u>	48
4.2.2 – <u>Procedura utilizzata per realizzare lo Shaded Relief</u>	50

4.3 – <i>Creazione delle sezioni stratigrafiche</i>	56
5 – PRESENTAZIONE DEI DATI	59
5.1 – <i>Associazioni di facies riconosciute nel sottosuolo del bacino di Viareggio</i>	59
5.2 – <i>Analisi morfobatimetrica del DEM</i>	66
6 – ARCHITETTURA DEPOSIZIONALE DEL BACINO DI VIAREGGIO	73
6.1 – <i>Analisi stratigrafico deposizionale delle sezioni</i>	75
6.1.1 – <u>Individuazione della TS e di un sistema di paleovalli</u>	75
6.1.2 – <u>Descrizione dei depositi di riempimento vallivo nel settore meridionale</u>	78
6.1.3 – <u>Descrizione dei depositi post-riempimento nel settore meridionale</u>	83
6.1.4 – <u>Considerazioni generali sui depositi del settore meridionale</u>	85
6.1.5 – <u>Descrizione dei depositi del settore settentrionale</u>	87
6.1.6 – <u>Considerazioni generali sui depositi del settore settentrionale</u>	89
6.1.7 – <u>Considerazioni sulle sezioni secondarie</u>	92
6.2 – <i>Geometria della TS</i>	99
6.3 – <i>Evoluzione generale dell'area di studio rispetto alle variazioni climatico-eustatiche nel periodo tardo-quadernario</i>	104
7 – UBICAZIONE DEI SONDAGGI	107
8 – CONCLUSIONI	109
BIBLIOGRAFIA.	111

ALLEGATI:

<i>ALLEGATO 1 - Legenda della carta geologica regionale della Toscana 1:250.000 (da Carmignani & Lazzarotto, 2004)</i>	128
<i>ALLEGATO 2 - Macro utilizzata nella fase di elaborazione della banca dati A.P.A.T.</i>	129
<i>ALLEGATO 3 - Descrizione del sondaggio "Lago di Porta"</i>	130
<i>ALLEGATO 4 - Sezioni stratigrafiche</i>	135

RINGRAZIAMENTI

1 – INTRODUZIONE

Negli ultimi anni la comunità scientifica internazionale ha rivolto sempre più la sua attenzione verso lo studio delle pianure alluvionali e costiere sia per il loro notevole potenziale economico sia per la forte ricaduta sul piano socio-ambientale. La gestione delle risorse idriche, il monitoraggio dei fenomeni di subsidenza e la tutela del patrimonio archeologico ed edilizio sono infatti diventati elementi di grande rilievo, specialmente negli ultimi anni. Sopperire a queste necessità implica, imprescindibilmente, la costruzione di un modello stratigrafico-deposizionale dettagliato dell'area in esame ad esempio per la definizione della geometria degli acquiferi, per la realizzazione di carte del potenziale archeologico o per la valutazione dei tassi di subsidenza di una certa area.

La penuria di fondi atti a finanziare le indagini geognostiche necessarie è purtroppo cosa frequente. Ricostruzioni di dettaglio richiedono infatti l'onerosa messa in opera di sondaggi a carotaggio continuo corredati da datazioni ed analisi sedimentologico-paleontologiche mirate. Queste indagini andrebbero inoltre eseguite in gran numero poiché forniscono un'informazione puntuale che, se presa da sola, può essere poco esplicativa dell'evoluzione stratigrafica dell'area. Una soluzione a volte utilizzata è l'esecuzione di alcuni sondaggi e la correlazione degli stessi mediante prospezioni sismiche, che però risultano a loro volta onerose dal punto di vista economico. E' quindi molto più frequente l'utilizzo, in associazione a mirati sondaggi a carotaggio continuo, di metodi d'indagine economicamente più vantaggiosi quali prove penetrometriche, sondaggi a distruzione di nucleo e/o indagini geoelettriche che da soli fornirebbero un data set di scarsa qualità.

Questo approccio metodologico è stato recentemente utilizzato per l'analisi delle dinamiche evolutive di numerose aree costiere attuali, quali ad esempio il delta del Rodano (Boyer et al., 2005), il delta dell'Ebro (Somoza et al., 1998), il delta del Po (Amorosi et al., 2003) e il delta del Tevere (Amorosi & Milli, 2001). In questi articoli gli autori ricostruiscono l'architettura deposizionale delle aree in esame a partire dall'ultimo massimo glaciale (OIS2) sino ai giorni nostri, gettando le basi per una corretta previsione della loro evoluzione nell'immediato futuro.

Similmente, il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pisa in collaborazione con il Dipartimento di Scienze della Terra e Geologico-Ambientali dell'Università di Bologna ha recentemente ricostruito la storia evolutiva stratigrafico-deposizionale della piana costiera dell'Arno durante l'ultimo ciclo glaciale-interglaciale (ultimi 125000 anni circa). Grazie a un'accurata analisi di facies eseguita su sondaggi a carotaggio continuo, corredata da datazioni al radiocarbonio (^{14}C), è stata individuata nel sottosuolo della piana dell'Arno una paleovalle

formatasi durante l'ultima fase di caduta del livello del mare (OIS2) e il cui riempimento è avvenuto in fase trasgressiva fra i 13000-8000 anni BP circa (Aguzzi et al., 2005b; Aguzzi et al., 2007; Amorosi et al., 2008).

Il database stratigrafico che ha consentito l'individuazione della paleovalle dell'Arno e la caratterizzazione di facies dei depositi di riempimento e post-riempimento valle è stato implementato a partire da quello già esistente.

In questo lavoro è stato ampliato il *data set* stratigrafico già acquisito verso nord, fino al limite settentrionale del comune di Carrara. In particolare, dopo una fase di raccolta dati e la creazione di un DEM (*digital elevation model*) dettagliato dell'area in esame, è stata creata, mediante il programma ESRI ArcView GIS (3.2), una banca dati stratigrafica georeferenziata¹. Quest'ultima è stata la base per la definizione di un modello preliminare stratigrafico-deposizionale attraverso il quale è stato possibile individuare aree chiave dove effettuare alcuni sondaggi a carotaggio continuo.

1 - La creazione della banca dati stratigrafica è stata possibile grazie alla collaborazione di enti pubblici e privati quali: Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pisa (Prof. G. Sarti, Prof. G. Zanchetta, Dott.ssa M. Bini), U.R.T.A.T. di Massa Carrara (L'Ufficio Regionale per la Tutela dell'Acqua e del Territorio, settore Ambiente e Territorio, Dott. Geol. Paolo Cortopassi), I.S.P.R.A. (ex A.P.A.T.; Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), S.I.R.A. (Sistema Informativo Regionale Ambientale per la Toscana; per conto di A.R.P.A.T.), Regione Toscana, Provincia di Pisa, S.a.l.t. (Società Autostrade Ligure Toscana), Comune di San Giuliano Terme, Comune di Pietrasanta, Studio Associato G.E.A. (dei geologi Buscemi-Balatri, Vecchiano), Studio di geologia Barsanti, Sani & Sani (Lucca), Studio di geologia di Duchi G. (Viareggio), Studio di geologia di Musetti R. (Viareggio).

2 – OBIETTIVO E STRUTTURA DELLA TESI

Obiettivo primario di questo lavoro di tesi è stata l'individuazione delle aree a maggior rapporto costi/benefici per la realizzazione di nuovi sondaggi a carotaggio continuo, come osservabile nel diagramma di flusso di fig. 2.1. Tale fine sarà raggiunto mediante la realizzazione di una banca dati stratigrafica e di un modello stratigrafico deposizionale, a piccola scala, riguardante il bacino di Viareggio.

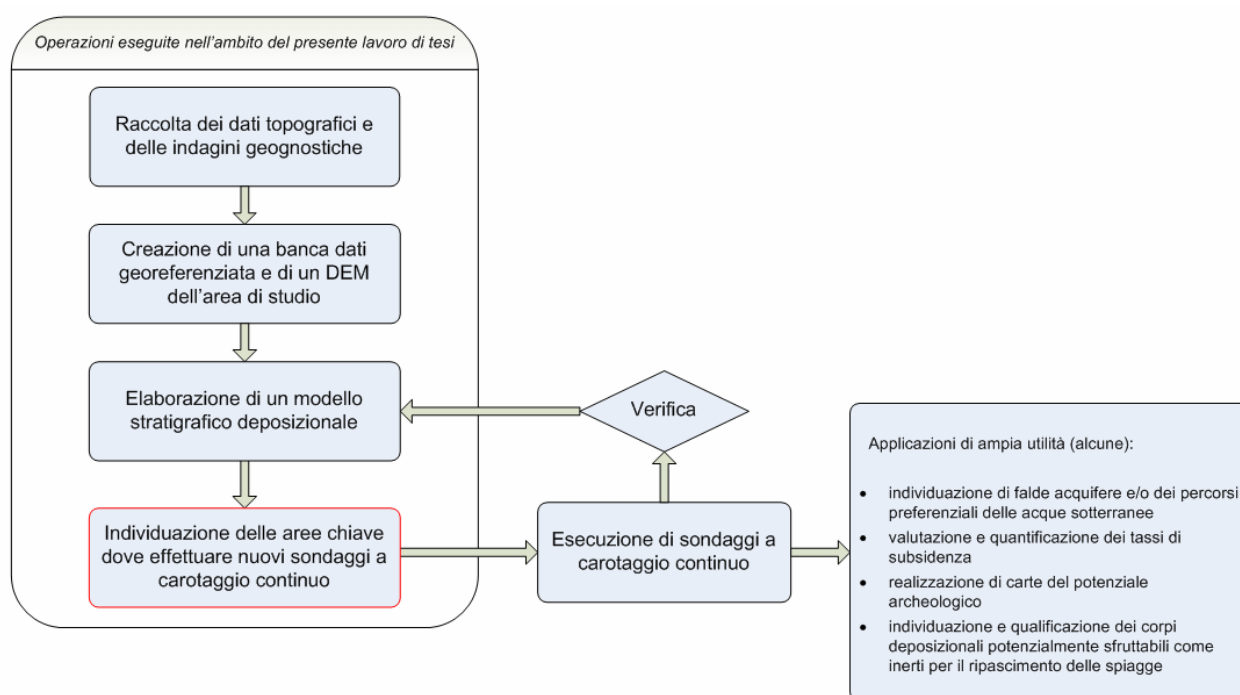


Fig. 2.1 – Diagramma di flusso mostrante la struttura della tesi con considerazioni riguardanti eventuali studi futuri. In rosso sono indicati gli obiettivi del presente lavoro.

Dal punto di vista dell'organizzazione generale (fig. 2.1), dopo un inquadramento geologico-stratigrafico della Toscana settentrionale (paragrafi 3.2.1, 3.2.2 e 3.2.3), sono state descritte in dettaglio le caratteristiche stratigrafico deposizionali della paleovalle tardo pleistocenica-olocenica dell'Arno di recente individuazione (paragrafo 3.2.4.2). Nel capitolo 4 vengono descritti i materiali ed i metodi utilizzati (creazione di una banca dati georeferenziata, delle sezioni stratigrafiche e di un DEM ad alta risoluzione per l'area emersa e sommersa della Toscana). Nel capitolo 6 viene discussa l'architettura deposizionale e l'evoluzione stratigrafico-paleoambientale dell'area studio ottenuta tramite l'interpretazione delle sezioni, in relazione anche agli studi riguardanti la paleovalle dell'Arno. Nello stesso capitolo il modello realizzato viene messo a confronto con la morfologia della piattaforma continentale evidenziata dal DEM (precedentemente descritto nel cap. 5). Nel capitolo successivo (cap. 7) verranno infine proposte alcune aree chiave per la realizzazione di nuovi sondaggi a carotaggio continuo, alla luce del modello stratigrafico deposizionale ottenuto.