

Camillo Berti

CINQUE SECOLI DI BONIFICHE NELLA PIANURA DI PISA

STUDI DI GEOGRAFIA APPLICATA • LABGEO
02 | 2012



STUDI DI GEOGRAFIA APPLICATA
LABGEO
02 | 2012



Camillo Berti

CINQUE SECOLI DI BONIFICHE NELLA PIANURA DI PISA

Geografia storica di un'area umida costiera

PHASAR
EDIZIONI

Laboratorio di Geografia Applicata • Università degli Studi di Firenze



ISBN 978-88-6358-170-6



9 788863 581706

€ 16,00



STUDI DI GEOGRAFIA APPLICATA
LABGEO

Camillo Berti

CINQUE SECOLI DI BONIFICHE
NELLA PIANURA DI PISA
Geografia storica di un'area umida costiera

Phasar Edizioni

Laboratorio di Geografia applicata
Università degli Studi di Firenze

CAMILLO BERTI
CINQUE SECOLI DI BONIFICHE NELLA PIANURA DI PISA

Collana LabGeo • Studi di Geografia applicata

Progetto grafico: Nicola Nottoli

Realizzazione editoriale: Phasar Edizioni

Proprietà letteraria riservata.

© 2012 LabGeo (Università degli Studi di Firenze)

© 2012 Phasar Edizioni, Firenze (www.phasar.net).

I edizione: ottobre 2012

Il volume è stato realizzato nell'ambito del progetto di ricerca

“Inventario e analisi geografica multicriterio del patrimonio culturale per lo sviluppo locale”,
svolto presso il Dipartimento di Studi Storici e Geografici dell'Università degli Studi di Firenze
e beneficia per la pubblicazione di un contributo dai Fondi di Ateneo 2011.

I diritti di riproduzione e traduzione sono riservati.

*Nessuna parte di questo libro può essere usata, riprodotta o diffusa
con un mezzo qualsiasi senza autorizzazione scritta dell'autore*

ISBN 978-88-6358-170-6

INDICE

Introduzione	7
Le fonti	11
1. La pianura meridionale pisana. Tombolo e Coltano	15
1.1 L'ambiente della pianura	17
1.2 La rete idrografica	23
1.3 Le aree umide e le bonifiche	29
1.4 Il clima	37
1.5 La vegetazione	39
1.6 Il Parco Regionale di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli	44
2. L'evoluzione geologica dal Miocene superiore all'Olocene	47
2.1 L'origine della pianura	48
2.2 Dal Miocene superiore al Pleistocene inferiore	52
2.3 Dal Pleistocene medio ai tempi storici	55
3. Storia naturale e storia umana dall'età antica alla fine del Settecento	63
3.1 Il periodo preromano e romano	64
3.2 Il medioevo	68
3.3 L'età moderna	74
4. Il paesaggio nella prima metà dell'Ottocento	85
4.1 L'uso del suolo secondo il Catasto Generale della Toscana	86
4.2 L'insediamento e la viabilità	92
4.3 La struttura della proprietà	94
5. Le grandi trasformazioni del Novecento	97
5.1 L'assetto territoriale nel secondo Dopoguerra	98
5.2 Il paesaggio alla fine degli anni Settanta	104
5.3 La situazione attuale	108
Conclusione	113
Riferimenti bibliografici	115
Tavole	125
Figure	139

INTRODUZIONE

Finalità principale del lavoro, che si inserisce nella tradizione degli studi di geografia storica, è quella di seguire nel tempo l'evoluzione del territorio delle tenute di Tombolo e Coltano, che costituiscono la porzione costiera della pianura meridionale pisana. Particolare attenzione è dedicata all'età contemporanea per la quale l'analisi delle trasformazioni dell'assetto paesistico-territoriale si fonda sulla lettura diacronica di fonti cartografiche relative a diverse soglie temporali.

Il volume deriva da una rielaborazione della tesi di laurea in Geografia applicata discussa dall'autore presso il Dipartimento di Studi storici e geografici dell'Università di Firenze. Lo studio, al quale è stato conferito il primo premio nel concorso per tesi di laurea in Geografia bandito dall'Istituto Geografico Militare, si inserisce nell'ambito di un progetto di ricerca pluriennale sulle trasformazioni del paesaggio nelle aree umide della Toscana ("WetTus – Wetland Atlas of Tuscany"), condotto dal Laboratorio di Geografia applicata dell'Università di Firenze coordinato da Margherita Azzari. Parti del lavoro sono state pubblicate, in forma integrale o ridotta, in atti di convegni e volumi miscelanei per i quali si rimanda alla bibliografia in calce.

In generale, le aree umide costituiscono ambienti di grande importanza in termini di biodiversità (caratteristiche geomorfologiche, associazioni vegetali e faunistiche) e di patrimonio culturale (opere di bonifica e regimazione idraulica, attività economiche tradizionali) e, data la fragilità dei loro equilibri, sono ovunque oggetto di politiche di tutela. Il particolare interesse della pianura compresa tra l'Arno e il Calambrone è dovuto, in primo luogo, all'alto valore ambientale degli ecosistemi (aree umide, boschi, terreni agricoli) che la compongono, e che trovano la loro omogeneità nell'inscindibile rapporto fra acqua e terra. La compenetrazione dei due elementi – che si esplica nella presenza del mare, di una complessa rete idrografica e di molte zone umide – è l'elemento caratteristico della pianura costiera, oltre a costituire una testimonianza fondamentale della sua storia geomorfologica. Si tratta inoltre di un'area intensamente modificata nel corso dei secoli dall'attività antropica, sia con operazioni di bonifica e di regimazione idraulica, sia, più recentemente, con l'urbanizzazione di porzioni sempre maggiori di territorio. In uno spazio geografico circoscritto convivono, infatti, il Parco Regionale di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli e uno dei comprensori più popolati della Toscana, con le aree urbane di Pisa, Livorno e Viareggio. Questi elementi, che hanno portato a una situazione di equilibrio tra conservazione

degli ambienti naturali e modifiche apportate dall'uomo, rendono l'area particolarmente interessante per uno studio delle trasformazioni del paesaggio.

In assenza di limiti naturali percepibili che individuino in maniera univoca la fascia costiera umida o ex-umida, si è ritenuto opportuno far coincidere l'area studiata con il corrispondente ambito spaziale del Parco Regionale di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli, che occupa tutta la fascia costiera della provincia di Pisa, da Torre del Lago fino alle installazioni portuali livornesi. Il limite così individuato ha un preciso significato territoriale, oltre che amministrativo, ricalcando il confine storico delle tenute di Coltano e di Tombolo. La presenza da secoli di grandi tenute – granducali o ecclesiastiche prima, sabauda poi – avendo per lungo tempo “sottratto” l'area alle vicende dei territori circostanti, costituisce un eccezionale elemento di continuità amministrativa e individua un territorio omogeneo dal punto di vista storico e geografico.

Sul piano metodologico, il volume si inserisce nel contesto della riflessione geostorica italiana (Gambi, Quaini, Sereno, Rombai) e in particolare nella tradizione degli studi di storia locale della scuola geografica fiorentina (Barbieri, Rombai), rinnovata e arricchita grazie all'applicazione delle tecnologie informatiche proprie del “GIS storico” (Azzari). In questo contesto, l'approccio geostorico ha permesso di approntare strumenti utili a ricostruire la storia del territorio e a decodificare la complessa stratificazione di usi che, nel tempo, hanno trasformato il paesaggio, definendone le forme attuali, e di comprendere la natura del difficile e complesso rapporto fra uomo e ambiente. L'idea sottesa al volume è dunque quella di fornire un solido punto di partenza per una fruizione più consapevole delle risorse territoriali e una base di conoscenze per la programmazione delle politiche di gestione e degli interventi sul territorio stesso.

L'indagine sulle trasformazioni dell'uso del suolo è il risultato dell'integrazione di un variegato complesso di fonti conoscitive (cartografia del passato, cartografia tematica recente, riprese aeree, moderna cartografia topografica), riferibili a quattro fasi distinte: la prima metà dell'Ottocento, gli anni Cinquanta del Novecento, gli anni Settanta e il momento attuale. Dalle fonti cartografiche, acquisite in formato digitale ed elaborate con strumenti informatici, si è arrivati alla costruzione di un sistema informativo geografico storico (*historical GIS*) e alla stesura di una serie temporale di carte tematiche dell'uso del suolo e di tabelle di corredo, finalizzate allo studio dell'assetto paesistico-territoriale nel passato. Uno degli elementi che caratterizzano il lavoro è stata dunque anche la messa a punto di una metodologia e di un conseguente procedimento tecnico, che consentisse l'inserimento e l'utilizzo delle fonti, e in particolare della cartografia del passato, nell'ambito di un GIS, strumento ormai fondamentale dell'analisi geografica anche in un prospettiva storica.

Per meglio comprendere il significato dell'evoluzione recente del paesaggio, l'indagine è stata accompagnata anche da un esame dei molteplici aspetti relativi al contesto geografico (morfologia, idrografia, clima, vegetazione) di un territorio così complesso e ricco di problemi.

* * *

In conclusione non posso fare a meno di ringraziare tutti coloro che, a vario titolo e in diverso modo, mi hanno aiutato nell'elaborazione del presente lavoro. In primo luogo, Margherita Azzari che, oltre ad avermi introdotto all'utilizzo dei sistemi informativi geografici, ha contribuito all'ideazione della tesi e ne ha seguito lo sviluppo con indicazioni e consigli sempre preziosi e puntuali. Ho un debito di riconoscenza anche con Leonardo Rombai che mi ha trasmesso la passione per lo studio della geografia storica e che è stato sempre prodigo di suggerimenti. Un particolare ringraziamento va anche a Giovanna Pizziolo e Michele De Silva per la loro disinteressata collaborazione, sia tecnica che di altro genere. Sono in obbligo anche nei confronti del fotointerprete Piero Magazzini, mentre devo ricordare anche il personale dell'Archivio di Stato di Pisa per la disponibilità e la cortesia dimostrate. Ai colleghi del gruppo di ricerca sulle aree umide toscane e, in particolare a Paola Zamperlin e Tiziana Pileggi, devo un proficuo scambio di consigli bibliografici, indicazioni metodologiche e suggerimenti pratici. Aiuto e sostegno mi è venuto anche da numerosi amici, compagni e colleghi, che sarebbe troppo lungo ricordare individualmente in questa sede; non posso però esimermi dal citare Daniela Tubercoli per l'appoggio concreto e per la fattiva collaborazione e Giulio Tarchi, compagno da sempre di studi e di ricerche.

È quasi superfluo chiarire che eventuali omissioni ed imprecisioni non sono imputabili ad altri che a me.

LE FONTI

La ricca bibliografia edita sulla geologia e sull'evoluzione del territorio pisano ha consentito di delineare il contesto geografico e storico di riferimento. Per ricostruire le trasformazioni del paesaggio intercorse negli ultimi due secoli nelle tenute di Tombolo e Coltano ci si è basati sull'analisi di cinque complessi documentari cartografici riferibili a quattro periodi: il *Catasto Generale della Toscana* (prima metà dell'Ottocento), il cosiddetto "volo GAI" (anni Cinquanta del Novecento) e la *Carta dell'uso del suolo della Regione Toscana* (anni Settanta), le ortofotografie AIMA e la carta digitale CORINE Land Cover (periodo attuale).

Come indicatore principale del paesaggio si è quindi considerato il tematismo "uso del suolo", la cui evoluzione è stata studiata attraverso l'analisi e il confronto dei dati estratti dalle varie fonti. L'integrazione delle diverse basi di dati, acquisite in formato digitale, ha condotto alla costruzione di un GIS, nell'ambito del quale ciascuna fonte è stata rielaborata e analizzata, sia singolarmente, in una descrizione sincronica della copertura del suolo, sia in relazione con le altre, in una visione diacronica delle tendenze evolutive. Considerata la relativa disomogeneità, per tipo e finalità della rappresentazione, per scala e per epoca, delle fonti cartografiche utilizzate è stato necessario procedere alla normalizzazione dei contenuti delle singole basi informative, tramite la redazione di una legenda unificata, strutturata in un numero ridotto di classi e funzionale a consentire il confronto e la lettura cartografica dei dati. Le tredici classi di uso del suolo individuate sono: seminativi nudi, seminativi arborati, colture legnose, colture orticole, prati, boschi, pasture, incolti sterili, zone umide, corpi idrici, aree fabbricate e annessi, viabilità, argini.

Nell'ambito della ricerca, la fonte più antica e di maggiore interesse è costituita dalle mappe del catasto particellare ottocentesco (*Catasto Generale della Toscana* o "Vecchio Catasto Terreni"). Redatte nel corso del terzo decennio dell'Ottocento, queste cartografie sono le prime rappresentazioni a grande scala (1:5000, 1:2500) costruite in Toscana su basi geometriche. Tali mappe, corredate dai registri dei "campioni" e delle "tavole indicative"¹,

1 Mentre le "tavole indicative" (*Tavole indicative dei proprietari e delle proprietà rispettive*) sono elenchi ordinati per sezione e numero di particella di tutti gli appezzamenti presenti all'interno di una Comunità con l'indicazione del proprietario e dell'uso del suolo ("coltura del terreno" o "specie delle proprietà"), i "campioni" (*Campioni della Comunità*) sono registri a partita doppia su due facciate ("dare" e "avere") con

costituiscono una fonte preziosa e ricchissima di informazioni concernenti l'assetto territoriale della regione (uso del suolo e distribuzione della proprietà, idrografia, viabilità, collocazione degli insediamenti) prima delle grandi trasformazioni che hanno caratterizzato il Novecento². Le riprese aeree, in bianco e nero, eseguite nel 1954 dal Gruppo Aereo Italiano, note in genere come "volo GAI", nonostante la scala inferiore rispetto alle altre basi di dati, hanno l'indubbio vantaggio di costituire una fonte che può essere facilmente confrontata con altre aree, in quanto fornisce una copertura completa di tutto il territorio italiano³. In questo caso, il tematismo "uso del suolo" è stato estratto ed acquisito in formato digitale attraverso un procedimento di fotointerpretazione.

La *Carta dell'uso del suolo della Toscana* in scala 1:25000, realizzata a cura dell'amministrazione regionale nel corso degli anni Ottanta, utilizzando la base topografica dei quadranti della *Carta topografica regionale* 1:25000, è stata ottenuta per fotointerpretazione dei voli regionali del 1975-1976 e del 1978 e presenta una legenda divisa in 36 classi di uso del suolo, articolati in quattro livelli gerarchici (due principali e due accessori), con un primo livello strutturato in nove usi di carattere generale⁴.

Le ortofotografie prodotte nel 1996, per conto dell'AIMA (Azienda di Stato per gli Interventi nel Mercato Agricolo), dalla Compagnia Generale Riprese Aeree di Parma sono state scelte perché, oltre ad avere una buona risoluzione e una scala abbastanza grande,

l'indicazione delle proprietà in carico a ciascuna "ditta censuaria", accompagnata dalle stesse informazioni presenti nelle "tavole indicative", più quella della rendita.

- 2 Il *Catasto Generale della Toscana*, uno dei censimenti della proprietà fondiaria realizzati secondo il metodo geometrico-particellare in molti Stati europei ed italiani a partire dalla metà del Settecento, venne ufficialmente istituito nel 1817, ma i lavori di misura e stima degli appezzamenti si protrassero fino al 1832, anno della definitiva attivazione. Studiato in dettaglio da Elio Conti e da Giuliana Biagioli (CONTI, 1966; BIAGIOLI, 1975), il "Vecchio Catasto Terreni" o catasto leopoldino è la fonte principale di diversi studi di geografia regionale o microregionale che, negli ultimi decenni, hanno mirato a ricostruire il paesaggio agrario e/o la struttura della proprietà in Toscana nella prima metà dell'Ottocento.
- 3 La prima ricognizione sistematica e completa di tutto il territorio nazionale venne attuata su committenza americana ed in soli due anni tra il 1954 e il 1955 da un consorzio di imprese private (il GAI, cioè Gruppo Aereo Italiano) in grado di volare alle alte quote desiderate ed attrezzate con le strumentazioni necessarie alla ripresa stereoscopica. Le riprese in bianco e nero consistono di fotogrammi di dimensione standard (23 x 23 cm), ripresi ad un'altezza di circa 5000 m, che corrispondono ad una scala a terra di 1:30000 circa.
- 4 Le due campagne aeree sulle quali si è basata la fotointerpretazione risalgono rispettivamente al 1975-1976 (scala 1:13000 circa) e al 1978 (scala 1:33000 circa), mentre l'unità minima cartografata è pari a 5000 m², pari a 8 mm² (VIOLA GIORDANO-LE GROTTAGLIE-NERVINI, 1986, p. 13). La legenda è invece stata stilata sulla base dei criteri proposti dal Centro Interregionale di Coordinamento per le Informazioni Territoriali e prevede un primo livello strutturato in 9 usi di carattere generale: area urbanizzata, seminativo, coltura specializzata, arboricoltura da legno, bosco, pascolo, incolto produttivo, incolto sterile, corpo idrico (VIOLA GIORDANO ET AL., 1986, pp. 11-17).

sono già in formato digitale georeferenziato e quindi direttamente inseribili nel GIS⁵. Per il vasto territorio della base americana di Camp Darby e delle zone militari attigue, che nelle ortofoto risultano mascherate con una falsa copertura, si è reso necessario integrare la fonte principale con alcuni fotogrammi del volo relativo all'asta fluviale dell'Arno, realizzato nel 1993 dalla Compagnia Generale Riprese Aeree per conto dell'Autorità di Bacino⁶.

La *Carta della copertura del suolo europeo CORINE Land Cover* alla scala nominale di 1:100000 (già in formato vettoriale), la cui realizzazione è coordinata dall'Agenzia europea per l'ambiente, è basata sulla fotointerpretazione di immagini satellitari. Dopo la prima redazione nel corso degli anni Novanta, sono stati prodotti successivi aggiornamenti nel 2000 e nel 2006. Il particolare interesse di questa carta consiste nel fatto che la sua legenda, strutturata in 44 voci articolate in tre livelli gerarchici, è divenuta ormai uno standard europeo per descrivere la copertura del suolo. Il primo livello della legenda è articolato in cinque voci generali che descrivono le maggiori categorie di copertura del suolo esistenti sul pianeta (territori modellati artificialmente, territori agricoli, territori boscati e ambienti semi-naturali, zone umide, corpi idrici), ulteriormente suddivise nelle quindici classi del secondo livello⁷. Oltre a fonti "dirette", cioè relative all'uso del suolo, hanno avuto un ruolo non secondario nella ricerca anche fonti che potremmo definire "strumentali", costituite essenzialmente dalla cartografia topografica contemporanea, e in particolare dalla cartografia tecnica in scala 1:10000 prodotta dalla Regione Toscana, in formato digitale (*raster* e vettoriale)⁸.

5 Basate sulle riprese aeree effettuate nell'agosto del 1996, le immagini, oltre ad essere dotate di una elevata definizione con un pixel corrispondente sul terreno a un quadrato di un metro di lato, hanno una buona correttezza geometrico-spaziale essendo caratterizzate da un errore medio di posizionamento pari a 2,5 metri.

6 Le riprese aeree, in infrarosso falso colore, realizzate nel corso del 1993 dalla Compagnia Generale Riprese Aeree su incarico dell'Autorità di Bacino dell'Arno, sono di formato standard (23 x 23 cm) e in scala 1:50000 circa.

7 Sul progetto CORINE Land Cover e sui dettagli tecnici della carta della copertura del suolo si vedano in particolare la scheda e le specifiche relative a tale progetto sul sito internet dell'Agenzia Europea per l'Ambiente (*CORINE Land Cover*, 1995).

8 Tale cartografia, per la quale si rimanda al sito web del Settore Sistema informativo per il territorio e l'ambiente della Regione Toscana, oltre che come base per la conoscenza esatta della morfologia del territorio nel suo aspetto attuale, è risultata uno strumento insostituibile per il corretto inserimento all'interno del GIS della cartografia del passato tramite il procedimento di georeferenziazione.

1.

LA PIANURA MERIDIONALE PISANA

TOMBOLO E COLTANO

Il territorio considerato in questo lavoro – come si è accennato nell'introduzione – coincide con la parte costiera, umida o ex-umida, della pianura meridionale pisana, compresa all'interno del Parco Regionale di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli, del quale costituisce le tenute di Tombolo e Coltano. Nel presente capitolo e in quelli seguenti, tuttavia, sarà talvolta necessario fare riferimento alla pianura di Pisa nel suo complesso; pianura che, pur priva di un confine geografico, può essere considerata un'area piuttosto omogenea, dotata di caratteristiche geografiche comuni, tanto da poter essere classificata come un'area subregionale della Toscana.

La pianura di Pisa è la porzione della Toscana costiera solcata dall'ultimo tratto dei corsi dell'Arno e del Serchio, delimitata a NE dai Monti d'Oltre Serchio e dal Monte Pisano, a S dalle Colline Livornesi e Pisane, a O dal mar Tirreno. Per i tratti dove non esistono limiti naturali che separino la pianura pisana dalle unità geografiche limitrofe – come a N lungo la fascia litoranea verso la Versilia, a E attraverso l'alveo dell'ex-lago di Bientina verso la pianura di Lucca e verso il Valdarno inferiore – i confini sono di natura convenzionale (DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, p. 57; MAZZANTI, 1997, pp. 3-4).

Nell'individuazione dei limiti della pianura di Pisa, attraverso la pianura costiera settentrionale, si può seguire il confine amministrativo e storico con il territorio di Lucca lungo il fosso della Bufalina e la sponda meridionale del lago di Massaciuccoli. A NE il piede dei Monti d'Oltre Serchio e del Monte Pisano segnano un margine molto netto, mentre a E, dove la pianura pisana è in diretta comunicazione con la depressione dell'ex-lago di Bientina, con il Valdarno inferiore e con la Valdera, è necessario tracciare una serie di linee ideali, che uniscono le ultime propaggini del Monte Pisano, alle Cerbaie e alle Colline Pisane, in corrispondenza rispettivamente degli abitati di Bientina, Pontedera e Ponsacco¹.

1 MAZZANTI, 1997.

Il margine meridionale è ben individuabile essendo segnato dalle propaggini settentrionali delle Colline Pisane e Livornesi e dal Terrazzo di Livorno, mentre a O la pianura di Pisa si affaccia sul mare Tirreno per 27 km, da Torre del Lago a Livorno².

2 DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987 (p. 57), nel tentativo di individuare la pianura di Pisa come unità geografica, hanno passato in rassegna i limiti naturali ed amministrativi esistenti: il confine amministrativo della provincia di Pisa segue a N il fosso della Bufalina e la riva del lago di Massaciuccoli, a NO corre lungo il crinale del Monte Pisano e attraversa l'alveo prosciugato del Lago di Bientina, mentre ad E si estende a comprendere parte delle Cerbaie e il Valdarno Inferiore fino alla confluenza tra Arno ed Elsa; a S, invece, il confine provinciale segue il fosso Reale, escludendo una parte della pianura che è compresa nella provincia di Livorno. Dal punto di vista geologico, la pianura di Pisa è parte del Bacino Pisano-Versiliese (*infra*), ampia fossa tettonica che comprende anche la Versilia, le valli di Tora e Fine, oltre a una porzione del mare antistante l'attuale costa. Sotto l'aspetto geomorfologico, infine, la pianura di Pisa è nettamente distinta dal litorale versiliese per la presenza di due grandi fiumi – Arno e Serchio – che la solcano e che ne hanno determinato l'attuale conformazione, definendo un paesaggio omogeneo modellato dall'azione fluviale e caratterizzato dalla presenza di molte zone umide.

1.1 L'AMBIENTE DELLA PIANURA

Quasi interamente circondata dai rilievi (tranne che sul lato occidentale affacciato sul Mar Tirreno), la pianura di Pisa ha le forme tipiche delle pianure costiere della Toscana. Tutto il litorale della regione, infatti, è caratterizzato da un'alternanza di tratti alti, dove i rilievi giungono fino al mare, e di zone con coste basse e sabbiose, che hanno alle loro spalle zone pianeggianti più o meno ampie, ma tutte caratterizzate in passato dalla presenza di vaste zone umide³. Dal punto di vista geologico questa situazione riflette l'alternanza di fosse e pilastri determinata dalla tettonica di distensione che ha ampiamente modellato il territorio toscano (PARDI, 1993, pp. 13 e 36-37; FEDERICI-MAZZANTI, 1995, p. 165). La pianura pisana, insieme con la Versilia, è impostata sul margine orientale di una grande fossa tettonica (Bacino Pisano-Versiliese) estesa dal Golfo della Spezia ai Monti Livornesi e delimitata a E dall'allineamento di Alpi Apuane e Monte Pisano e a O dalle dorsali sommerse della Meloria e di Maestra (*infra*). L'attuale area planiziale è quindi il risultato del processo di colmamento di questo bacino, con una spessa coltre di sedimenti (circa 2000 m), protrattosi dal Miocene superiore ad oggi. Più precisamente, il modellamento geomorfologico della superficie è da ricondurre a due fattori principali: da una parte, le variazioni del livello marino collegate alle glaciazioni, che hanno prodotto cicli di erosione e sovralluvionamento, e, dall'altra, il deflusso e il trasporto solido dei corsi d'acqua provenienti sia dai rilievi vicini, sia da bacini di alimentazione più vasti. A questi elementi va aggiunto il ruolo svolto dalle attività umane, che dal periodo romano ai giorni nostri hanno prodotto, direttamente o indirettamente, modifiche rilevanti nell'assetto naturale del territorio (bonifiche e regimazione dei corsi d'acqua, disboscamenti e attività agricole che hanno alterato il trasporto solido dei fiumi)⁴.

La pianura di Pisa (Tav. 1), che ha la forma di un vasto trapezio irregolare, si distingue dalle altre della regione per essere la più vasta e articolata, oltre ad essere attraversata dai tratti terminali dei due fiumi maggiori: l'Arno e il Serchio. La sua superficie ha, nel complesso, l'aspetto di un piano leggermente inclinato da oriente verso occidente (dai circa 18-20 m nella zona di Pontedera al livello del mare)⁵, ma non si tratta affatto di una superficie completamente uniforme. L'insieme della pianura può essere infatti descritto come un mosaico di aree poste a quote leggermente diverse, che ne rivelano le differenze nella natura

3 Le forme del litorale toscano sono quelle che la tradizione geomorfologica classica definirebbe mature (PARDI, 1993, p. 15).

4 FEDERICI-MAZZANTI, 1995, pp. 165-167; PARDI, 1993, pp. 32-39.

5 L'Arno percorre la pianura di Pisa, da Pontedera al mare, per 34 km con una pendenza dello 0,30‰ (FEDERICI, 1987, p. 6; MAZZANTI-NENCINI, 1994, pp. 96-101).

geomorfologica del territorio. La presenza di questi piccoli dislivelli, distinguendo zone più alte, e quindi più asciutte, da zone più basse, occupate in passato da vasti acquitrini, ha fortemente condizionato l'insediamento e l'uso del suolo. Un attento esame dell'andamento delle curve di livello mostra la presenza di zone lievemente rilevate (da 3 a 5 m di dislivello rispetto alla pianura circostante) lungo i corsi d'acqua principali, i cui alvei sono pensili attraverso tutta la pianura, nelle aree centrali (affioramenti di sabbie eoliche pleistoceniche a Coltano, Isola di Coltano, Montacchiello, Palazzetto) e in corrispondenza dei cordoni dunali della fascia litoranea.

Nella pianura (Tav. 1) è possibile distinguere, in base alla natura dei sedimenti che la compongono, due parti principali: l'area planiziale vera e propria, formata da depositi alluvionali ascrivibili alla fase di deglaciazione postwurmiana che ha causato il sovralluvionamento della pianura, e il vasto sistema di cordoni e dune litoranei, la cui formazione, dovuta all'azione del mare e del vento, ha portato ad un ampliamento verso O della pianura rispetto alla linea di riva raggiunta dal mare durante la Trasgressione Versiliana⁶. Le due zone sono separate dall'allineamento dei lidi (Campolungo e Pineta di Fuori) emersi durante la fase di *optimum* climatico postglaciale, che rappresentano il punto di massima avanzata del mare verso l'interno (*infra*). A questi sedimenti, tutti di origine olocenica o comunque posteriori all'ultima glaciazione, vanno aggiunti gli affioramenti di calcareniti e sabbie (Sabbie eoliche dell'Isola di Coltano nella zona centrale e Sabbie di Vicarello, al margine meridionale della pianura in prossimità delle Colline Livornesi), risalenti al Pleistocene superiore e dei quali si parlerà più avanti⁷.

Depositi alluvionali

Le "Sabbie argillose delle Rene" costituiscono un sedimento di esondazione fluviale⁸ diffuso in prossimità degli attuali corsi dell'Arno, del Serchio e dell'Era-Cascina, oltre che in corrispondenza di alvei antichi (come nei pressi di Latignano, Chiesanuova e Le Rene, o nella zona compresa tra Ripafratta e Pisa).

6 Il riconoscimento geomorfologico dei sedimenti della pianura di Pisa è stato effettuato da DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987 e MAZZANTI-RAU, 1994 (entrambe le opere con carte allegare), cui si è fatto riferimento per la successiva esposizione.

7 Il sovralluvionamento prodotto dalla deglaciazione postwurmiana ha quasi completamente affogato nei terreni alluvionali circostanti le sabbie pleistoceniche (fase cataglaciale del Wurm II databile a circa 40-35 mila anni fa), che in origine dovevano formare un paesaggio collinare (DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, pp. 64-65).

8 La natura sabbioso-argillosa di questa formazione indica che, come è naturale, la frazione più grossolana del deflusso solido dei fiumi è stata deposta in prossimità degli alvei.

Nella parte meridionale della pianura, questi depositi sono distribuiti prevalentemente lungo il corso dell'Arno, formando una fascia di terreni leggermente rialzati (da 2 a 4 m s.l.m.), che, più fertili e meglio coltivabili, hanno da sempre rappresentato una delle zone privilegiate per l'insediamento umano⁹, oggi in gran parte occupata dalla parte meridionale dell'area urbana di Pisa. Queste "terre alte" si estendono verso SO nella zona della Vettola, dove si trovavano antichi meandri dell'Arno, e si prolungano a SE della città con un lungo diverticolo fino alla località Le Rene, il cui toponimo dà ragione della natura geomorfologica dei terreni, formati dalle alluvioni deposte da un antico percorso del fiume.

"Limi e Argille alluvionali" rappresentano la frazione più fine dei sedimenti di esondazione fluviale che sono stati depositi nelle zone più basse, più lontane dagli alvei fluviali o dal litorale. Molte di queste zone, dove naturalmente si raccoglievano le acque di esondazione dei corsi d'acqua a causa delle quote inferiori (da 1 a 0 m, in alcuni casi al di sotto del livello del mare)¹⁰, erano occupate in passato da aree palustri, caratterizzate dalla presenza di sedimenti torbosi, riconoscibili per il caratteristico colore nero del terreno¹¹. A S dell'Arno, tutta la zona compresa tra il corso del fiume e i primi rilievi collinari era dominata, prima delle bonifiche novecentesche, da grandi "paduli"¹², separati tra loro dagli affioramenti delle sabbie eoliche pleistoceniche, che hanno costituito una zona più asciutta, abitata fin dall'antichità.

Depositi sabbiosi di lidi e dune litoranei

La caratteristica precipua della costa pisana tra il periodo romano e il XIX secolo è stata la continua progradazione del litorale ben leggibile nella successione dei tomboli e delle lame, costruiti dall'accumulo marino ed eolico delle sabbie trasportate dai fiumi. Il fenomeno

9 Si consideri, a questo proposito, la densità dei centri abitati, molti dei quali di origine medievale, in prossimità del corso dell'Arno e del Serchio.

10 La subsidenza, successiva alle operazioni di bonifica, ha provocato un'ulteriore diminuzione delle quote (DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987; MAZZANTI-NENCINI, 1994).

11 DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, nel loro studio hanno classificato a parte i "Limi, argille, torbe palustri e depositi di colmata", distinguendoli dai semplici "Limi e Argille alluvionali", sulla base del fatto che si sono depositi, naturalmente o artificialmente (colmate), in aree palustri o ex palustri (DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, p. 66).

12 Gran parte della pianura di Pisa era occupata da aree umide: il grande sistema palustre di Stagno, comunicante a NE con il Padule della Ballerina (o di Castagnolo), che si estendeva prima delle colmate settecentesche fino al piede delle Colline Livornesi (la parte settentrionale di esso è stata definitivamente prosciugata a mezzo di idrovore nel corso degli anni Venti del XX secolo); il Padule Maggiore che occupava la parte settentrionale fino alle porte della città di Pisa; la serie di paduli posti al piede delle Colline Livornesi, in corrispondenza dello sbocco dei corsi d'acqua minori. Anche a N dell'Arno esistevano molte aree palustri: i paduli di Campaldo e Asciano nelle immediate vicinanze di Pisa e la vasta zona umida a S del Lago di Massaciuccoli.

– che ha ricevuto un forte impulso in epoca storica dal grande aumento degli apporti solidi dei fiumi, causato dagli interventi antropici (agricoltura e disboscamento) nei bacini dell'Arno e del Serchio – ha subito una netta inversione di tendenza negli ultimi 150 anni (*infra*).

“Lidi e dune litoranei” formano un’ampia fascia – profonda fino a 7 km all’apice del delta dell’Arno e comunque mai inferiore a 4 km – dove sedimenti sabbiosi (lidi e dune) si alternano ad altri limoso-argillosi (lame). I lidi, localmente detti “cotoni”, sono più bassi (2-4 m) e molto ben riconoscibili, sia sulla cartografia antica, che nelle fotografie aeree e nelle immagini da satellite, per il caratteristico allineamento N-S secondo gli antichi andamenti del litorale. Dal punto di vista geomorfologico, si tratta di barre emerse per l’accumulo dei sedimenti fluviali redistribuiti dalla deriva litoranea e successivamente stabilizzate dalla vegetazione. Le dune, dette anche “tomboli”, sono più alte (fino a 6-8 m), ma meno leggibili sul territorio, a causa della loro frammentarietà e della disposizione più irregolare, dovuta al modellamento prevalentemente eolico¹³. Tra lidi e dune si trovano aree più basse, le lame, molte delle quali sono ancora oggi umide, anche se le più vaste sono state bonificate e messe a coltura. Parallele ai lidi, le lame sono identificabili come tratti di mare più profondi rimasti isolati in lagune, divenute poi paludi, alle spalle dei lidi appena emersi. Nella parte meridionale della pianura, in prossimità dell’Arno, l’allineamento all’incirca meridiano è alterato da un sensibile incurvamento verso O dei cordoni, segnalando la maggiore progradazione del delta. Sempre a N, non lontano dalla foce, è presente una zona di terreni alluvionali, solcata dal tratto terminale dell’Arno prima della sua deviazione verso NO (Taglio Ferdinando, 1606) e successivamente bonificata (Colmata d’Arnino). A S, invece, i cotoni, in corrispondenza delle lame maggiori (Lamone, Lama Larga, Lama del Leccio Torto), sono interrotti da vaste aree un tempo palustri (Galanchio, Cornacchiaia), ma in origine in collegamento diretto con il mare (MAZZANTI-PASQUINUCCI-SALGHETTI DRIOLI, 1984, pp. 36-37; DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, pp. 68 e 72; DALL’ANTONIA-MAZZANTI, 2001).

I sedimenti delle “Spiagge attuali” formano il vero e proprio arenile e la prima serie di dune coperte da vegetazione bassa (Fig. 4)¹⁴. La progressione del litorale è ben documentabile, oltre che sulla base delle indicazioni geomorfologiche, grazie ai ritrovamenti archeologici di manufatti, che risultano di data sempre più recente via via che si procede dall’entroterra verso il mare. L’antica riva del I secolo a.C., e in genere dell’età romana, è ricostruibile su di una linea che, per la zona a sud dell’Arno, passa lungo il bordo occi-

13 Lidi e dune non sono distinti nelle carte geomorfologiche, a causa delle difficoltà di riconoscimento dovute alla densa copertura vegetale di tutta l’area e alle difficoltà di accesso (DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, p. 66; MAZZANTI-RAU, 1994, p. 77).

14 La spiaggia sommersa prosegue quella subaerea per alcuni chilometri, anche se il suo profilo nel tratto più vicino alla riva è piuttosto irregolare (FEDERICI, 1987, pp. 6-7).

dentale del cordone sabbioso che si trova ad est della Macchia dei Cipollini e, per la zona a nord dell'Arno, all'interno del bordo occidentale del cotone delle Cascine. A ovest di questa linea non esistono, infatti, reperti attribuibili ad una presenza umana in quei secoli. I punti di riferimento fondamentali (ma non gli unici), a sud dell'Arno, sono costituiti dalla Gronda dei Lupi e dall'area archeologica di San Piero a Grado, dove le testimonianze sono numerose e sicure fin dal I secolo a.C.; è famosa inoltre la leggenda dello sbarco in questo luogo di san Pietro di ritorno dalla Palestina (MAZZANTI-PASQUINUCCI, 1983, p. 617; DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, p. 67).

Per l'alto medioevo le notizie di cui disponiamo sono scarsissime: dagli studi effettuati sull'argomento si ricava l'informazione che un certo Beniamino Tudelense indica che nel 933 la foce dell'Arno distava da Pisa circa 6 km (MAZZANTI-PASQUINUCCI, 1983, p. 618). Nel XII secolo la linea di costa è stata individuata, per la pianura a sud dell'Arno, sul fianco orientale del Corone del Bassetto. Poiché a nord dell'Arno la linea di costa doveva corrispondere al fianco interno del Cotone Ferdinando (data l'esistenza certa ancora nel medioevo dei meandri delle Cascine Nuove) se ne deduce che la Bocca d'Arno di quel tempo distasse 7 km da Pisa¹⁵ (DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, p. 67). Già all'inizio del Quattrocento, tuttavia, la foce del fiume era situata a 8,6 km dalla città, come si ricava dalla cronaca di Goro di Stagio Dati; la notizia trova conferma nel fatto che nel 1338 era stato tagliato il meandro delle Cascine Nuove, evidentemente ormai all'interno della linea di costa. La precisa e dettagliata carta di Leonardo da Vinci del 1503 (*infra*; CALECA-MAZZANTI, 1980) ci permette di stabilire che c'era una distanza di 9,5 km da Pisa (Ponte di Mezzo) a Bocca d'Arno, che era situata nei pressi della "Torre a Foce", di cui esistono ancora tracce di fondamenta, sotto le strutture più recenti della casa colonica denominata appunto Torretta (Fig. 13), a sinistra dell'Arno, sul cotone della Lama Larga; quindi nel suo tratto più meridionale, all'inizio del XVI secolo, la linea di costa doveva coincidere con il limite occidentale del lido parallelo alla Lama Larga (MAZZANTI-PASQUINUCCI, 1983, p. 622).

Per i secoli successivi, dal Seicento in poi, abbiamo la possibilità di ricostruzioni più precise a varie fasi, dato che comincia ad essere prodotta una grande quantità di carte¹⁶, nelle quali i cordoni sabbiosi sono indicati con i medesimi nomi che avranno ancora nel 1903, quando fu realizzata la *Pianta-guida della Reale Tenuta di Tombolo per uso dei cacciatori*¹⁷.

15 Al XII secolo è riferibile la costruzione delle due "torri pisane" (Torre Rossa e Torre Magna), che si trovavano isolate nel mare, all'imboccatura esterna del porto Pisano, definite "da catena", perché tra l'una e l'altra veniva tirata appunto una catena per chiuderne l'entrata; poiché di queste torri, pur perdute, conosciamo l'ubicazione (nei pressi dell'attuale Torre del Marzocco, a N di Livorno), possiamo ricostruire fin dove arrivasse in quel punto il mare aperto (MAZZANTI-PASQUINUCCI, 1983, pp. 618-619).

16 Sull'argomento si vedano, ad esempio: MAZZANTI, 1984; PASQUINUCCI-MAZZANTI, 1985.

17 La carta è uno dei documenti più interessanti per lo studio dell'evoluzione del litorale tra Bocca d'Arno e il Calambrone: costruita su basi geodetiche nella scala di 1:40.000 mostra con grande dettaglio la successione dei co-

All'inizio del Seicento, la linea di costa è ben individuabile per tutta la parte sud del litorale e coincide con la duna che si trova subito ad ovest del Lamone. A metà del Settecento invece era ben progredita, trovandosi attestata sul bordo orientale del cordone sabbioso della Pinetina Selvatica, dove si trovava anche il Fortino di Mezzapiaggia (ancora in parte esistente), che sarà indicato nelle carte dal 1786¹⁸ (MAZZANTI-PASQUINUCCI, 1983, p. 625).

Dalle mappe del Catasto lorenese (finite di compilare nel 1825) si ricavano informazioni molto dettagliate sulla posizione della linea di costa, che a Bocca d'Arno era molto più avanzata rispetto alla posizione attuale, mentre più a sud, viceversa, si trovava arretrata di circa 500 metri (*infra*). Da un secolo e mezzo a questa parte, il litorale pisano è caratterizzato da una generale tendenza all'arretramento. La riduzione del trasporto solido dei fiumi, causa principale di questo fenomeno, è dovuta ad un complesso di fattori concomitanti: l'utilizzo, a partire dalla seconda metà del Settecento, delle torbide fluviali per operazioni di colmata destinate al prosciugamento di aree paludose; il prelievo in alveo di materiali per l'edilizia, e, più in generale, la rinaturalizzazione – soprattutto nella seconda metà del XX secolo – di vaste aree montane e collinari; la regimazione di molti corsi d'acqua; la costruzione a fini idroelettrici di invasi artificiali lungo il corso dell'Arno e del Serchio, che hanno costituito trappole di accumulo per i sedimenti fluviali. Attualmente la tendenza all'arretramento, che è stata contrastata soltanto con opere di difesa artificiale¹⁹, caratterizza il litorale compreso tra il Gombo e Tirrenia. Mentre il lobo settentrionale del delta è stato ampiamente smantellato dall'erosione (soprattutto dopo la costruzione del pennello di Bocca d'Arno nel 1926), a S della foce, la linea di costa è stata artificialmente fermata in corrispondenza dell'abitato di Marina di Pisa (Fig. 16). Storicamente le spiagge situate tra Tirrenia e Livorno e a nord della foce del Fiume Morto – fronteggiate da sistemi di barre sommerse – erano caratterizzate da un tendenza all'accrescimento, ma in tempi recenti sono state anch'esse interessate dall'erosione, che si è verificata in particolare la costruzione dello scolmatore dell'Arno e dopo i lavori di sistemazione del porto di Livorno²⁰ (PRANZINI, 1983; FEDERICI, 1987, pp. 6-8; MAZZANTI-NENCINI, 1994, pp. 95-96; BINI-CASAROSA-RIBOLINI, 2008).

toni e delle lame prima dei grandi interventi antropici del XX secolo (MAZZANTI-PASQUINUCCI, 1983; MAZZANTI-PASQUINUCCI-SALGHETTI DRIOLI, 1984, pp. 35 sgg.; DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987).

18 Verso la fine del Settecento si infittisce la costruzione da parte del governo lorenese dei fortini costieri, la cui importanza per la ricostruzione, non solo delle antiche linee di costa, ma anche – più in generale – dei passati assetti territoriali è stata sottolineata più volte in molti studi di geografia storica (MAZZANTI-PASQUINUCCI, 1983; AZZARI, 1993; BIAGIOSI, 1988; COPPI-ROMBAI, 1988).

19 L'impianto di opere di difesa artificiale è attualmente in discussione a causa dei costi elevati e degli scarsi benefici complessivi apportati (PRANZINI, 1983; MAZZANTI-NENCINI, 1994, p. 96).

20 La presenza delle barre sommerse testimonia che in questo tratto di costa è ancora attivo il meccanismo di accrescimento del litorale, ma sembra che anche di esse sia in corso lo smantellamento a causa della tendenza all'approfondimento dei fondali (PRANZINI, 1983; MAZZANTI-NENCINI, 1994, p. 96).

1.2 LA RETE IDROGRAFICA

Il sistema delle acque rappresenta un elemento fondamentale nell'evoluzione storica e negli equilibri attuali della pianura di Pisa²¹. Oltre all'ecosistema umido della foresta litoranea, elementi caratterizzanti dell'assetto idrografico sono l'Arno e il Serchio, che sono stati anche gli artefici principali della formazione della pianura e della costruzione del litorale, oltre ad avere svolto un ruolo molto importante nella storia degli abitanti. I due fiumi presentano portate notevoli, avendo alle loro spalle ampi bacini idrografici; veicolano pertanto la maggior parte delle acque circolanti in superficie, ma hanno scarso rapporto con la pianura, in quanto i loro alvei sono pensili e potentemente arginati²². Le acque locali sono invece drenate dalla rete idrica minore, composta dai corsi d'acqua che scendono dalle Colline Livornesi e Pisane e dal Monte Pisano e dalla rete di fossi e di canali realizzata dall'uomo nel corso dei secoli, con l'intento di migliorare i deflussi in un'area caratterizzata dalla presenza in passato di vaste zone palustri.

Tutta la rete idrografica, sia i fiumi maggiori, sia i corsi d'acqua minori, è attualmente quasi del tutto artificiale, dato che gli interventi umani succedutisi sul territorio (arginature, taglio di meandri, deviazioni di interi corsi d'acqua, canalizzazione della rete idrica minore) hanno molto alterato il sistema naturale dei deflussi, mentre mantengono alvei naturali soltanto alcuni corpi idrici delle depressioni interdunali litoranee.

Il corso dell'Arno, che attraversa in linea retta la pianura di Pisa per 34 km da Pontedera alla foce (Fig. 5), ha in questo tratto le caratteristiche tipiche dei fiumi di pianura: pendenza molto debole (gradiente di 1 m ogni 1700), andamento meandriforme (anche se molte anse sono state tagliate artificialmente), alveo pensile e potenti arginature costruite fin dal medioevo per difendere gli abitati e le colture dalle inondazioni. Se in passato, durante le piene, le acque di esondazione, dopo aver depositato i detriti più grossolani in prossimità dell'alveo²³, si disperdevano nelle bassure più distanti dal corso del fiume andando ad alimentare vaste zone umide, oggi la situazione pensile dell'alveo e le arginature fanno sì che l'Arno abbia in realtà poco collegamento con la rete dei deflussi locali. Il fiume, che

21 Sugli aspetti generali dell'idrografia attuale nella pianura di Pisa si vedano: CAVAZZA, 1994 e CAVAZZA, 1997; sugli aspetti storici: CHERUBINI-DEL RIO-MAZZANTI, 1985; DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987; CECCARELLI LEMUT-MAZZANTI-MORELLI, 1994.

22 Mentre l'Arno attraversa la pianura di Pisa da E o O in tutta la sua lunghezza, il Serchio la lambisce soltanto a settentrione.

23 Si tratta delle "Sabbie argillose delle Rene", il tipico deposito di esondazione a composizione granulometrica più grossolana rispetto a quelli più fini delle aree centrali (*supra*).

raccoglie le acque di un bacino esteso su circa 8200 kmq (quasi tutta la Toscana centrale e orientale), ha le tipiche portate dei fiumi appenninici con lunghi periodi di magra e piene a volte rovinose durante i mesi invernali e autunnali²⁴ (CAVAZZA, 1997, pp. 72-73; <<http://www.arno.autoritadibacino.it>>).

Il corso dell'Arno – come quello del Serchio, che tuttavia non riguarda direttamente questo studio – ha subito notevoli mutamenti dalla fine dell'ultima glaciazione (Wurm III) ad oggi, ma i più interessanti e meglio documentati sono senz'altro quelli messi in atto dall'uomo dal periodo romano in poi, soprattutto per la difesa dalle inondazioni e per il risanamento idraulico di una pianura in larga parte acquitrinosa²⁵.

Da Strabone, ad esempio, sappiamo che in epoca romana “Pisa è situata tra due fiumi, proprio alla loro confluenza, l'Arno e l'Auser” e che il primo “ha una grande quantità d'acqua, non tutta insieme ma divisa in tre bracci”²⁶. Mentre sembra ormai pienamente accertato il fatto che il Serchio confluisse nell'Arno presso Pisa²⁷, più incerta è la notizia sulla suddivisione del corso del fiume in tre rami: uno passava sicuramente per Pisa e sfociava in mare presso San Piero a Grado (come sembra suggerire la leggenda dello sbarco di san Pietro proprio in questa località)²⁸, gli altri due potevano corrispondere ai “diverticoli” delle “Sabbie argillose delle Rene”, protesi verso SO (Le Rene, Chiesanuova e Latignano) in direzione della zona umida di Stagno-Coltano²⁹.

24 La portata media dell'Arno, rilevata alla stazione di San Giovanni alla Vena presso Pontedera, è di circa 100 mc/s (<www.arno.autoritadibacino.it>). È da notare che attualmente la portata media dell'Arno è fortemente alterata dai prelievi idrici per usi civili ed industriali che comportano una diminuzione di 1,62 mc/s (CAVAZZA, 1997, p. 73).

25 La ricostruzione degli antichi assetti della rete idrografica si basa, oltre che sulla cartografia storica e sui documenti archivistici (ad es. Statuti, deliberazioni, etc.), sull'esame delle fotografie aeree e delle immagini da satellite (DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987; CECCARELLI LEMUT-MAZZANTI-MORELLI, 1994).

26 STRABONE, *Geografia. L'Italia (libri V-VI)*, introduzione, traduzione e note di A. M. BIRASCHI, Milano, Rizzoli, 1993², p. 95.

27 L'esistenza di un antico percorso del Serchio (*Auser*) che si immetteva nell'Arno presso Pisa è confermata dalla presenza di paleoalvei sepolti nell'area tra Pappiana e Pisa, riconosciuti nelle foto aeree e nelle immagini da satellite, oltre che dalla presenza di sabbie di esondazione fluviale in questa zona e dalla forma concava delle mura settentrionali della città. In seguito, dovette formarsi un ramo del fiume – o forse i due bracci esistettero contemporaneamente – che raggiungeva direttamente il mare con foce indipendente (*Auserculus*, da cui il nome odierno di Serchio), finché quest'ultimo non divenne il corso principale, mentre l'antico *Auser* cessò di esistere (DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, *passim*; CECCARELLI LEMUT-MAZZANTI-MORELLI, 1994, pp. 407-412).

28 Nel luogo dello sbarco di san Pietro in arrivo dalla Palestina sarebbe stata fondata la chiesa di San Piero a Grado (DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, p. 68).

29 Sull'attendibilità della notizia fornita da Strabone si discute ancora oggi ed esistono anche molte ipotesi relative ai possibili tracciati dei tre rami dell'Arno (CHERUBINI-DEL RIO-MAZZANTI, 1985, p. 179; DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, pp. 68-69).

A partire dal medioevo, il corso dell'Arno è stato oggetto di molti interventi – senza tuttavia comportare sostanziali variazioni di percorso – che è possibile documentare sulla base delle fonti storiche (letterarie, cartografiche, archeologiche), che spesso trovano conferma nei dati derivanti dall'analisi delle foto aeree e delle immagini da satellite (DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, pp. 74-82). In primo luogo, ampie operazioni di arginatura, più volte rinforzate, hanno interessato l'alveo del fiume forse già dall'epoca romana. Inoltre, il corso dell'Arno, che anticamente doveva essere molto sinuoso, è stato fortemente rettificato con numerosi tagli di meandri: già nel 1338 furono 'raddrizzate' le anse della Vettola e delle Cascine Nuove, nel 1550 quelle di Calcinai e Vicopisano, nel 1771 quella di Barbaricina³⁰. Per rendere più agevole il deflusso in mare delle acque durante le libecciate, l'antica foce dell'Arno orientata a SO (situata nella zona poi detta di Arnovecchio o Arnino) nel 1606 fu deviata verso NO (Taglio Ferdinando). Per proteggere la città di Pisa e le colture dalle inondazioni, fin dal medioevo si pensò di realizzare dei "trabocchi" che dovevano "scolmare" le acque dell'Arno durante le piene, convogliandole verso le aree palustri della zona meridionale. Furono così scavati: il fosso delle Bocchette di Putignano (1558), che doveva disperdere le acque di piena in direzione delle Rene (Padule Maggiore); il trabocco di Fornacette presso Cascina (1568), che mediante un nuovo canale detto Arnaccio, confluiva nel Padule di Stagno (CHERUBINI-DEL RIO-MAZZANTI, 1985, pp. 182-183); infine, il Canale Scolmatore che, scavato ex-novo tra il 1960 e il 1976, seguendo in gran parte il tracciato del mediceo Fosso Reale lungo il bordo meridionale della pianura, è stato allacciato direttamente alla Foce del Calambrone.

Come abbiamo già notato, lo smaltimento delle acque superficiali circolanti nella pianura (piccoli corsi d'acqua provenienti dai rilievi circostanti, afflussi meteorici locali, scarichi di acque usate per usi agricoli e urbani, etc.) è affidato, piuttosto che ai due grandi fiumi, ad una fitta rete di corsi d'acqua, canali e fossi minori. Attualmente questa rete idrica minore è quasi del tutto artificiale, dato che la maggior parte dei percorsi fluviali segue tracciati imposti dall'uomo, mentre soltanto pochi scorrono in alvei naturali³¹.

L'originaria rete idrica – caratterizzata nella zona costiera da una serie di lame parallele alla costa, che creavano un ambiente umido di transizione verso il mare, e nell'entroterra da estese paludi (Stagno, Coltano) nelle quali confluivano i fossi e i torrenti provenienti dalle zone circostanti – è stata regolarizzata con una secolare operazione di antropizzazio-

30 Oltre che sulla base di fonti storiche, molti meandri sepolti sono identificabili lungo tutto il corso dell'Arno grazie alle foto aeree e alle immagini da satellite (ad es. a E di Riglione, a SE di San Giusto, presso Barbaricina) (DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, pp. 74-82; CECCARELLI LEMUT-MAZZANTI-MORELLI, 1994, pp. 405-407).

31 Gli alvei naturali sono limitati ai tratti pedemontani dei corsi d'acqua che scendono dalle Colline Livornesi e Pisane e dal Monte Pisano e da alcune lame nella zona costiera (CAVAZZA, 1997, p. 79).

ne nell'intento di recuperare terre adatte all'agricoltura e all'insediamento. In generale, questo processo ha condotto ad una gerarchizzazione dei deflussi idrici e alla creazione di una rete geometrica, con emissari i cui percorsi sono orientati direttamente verso il mare (DALL'ANTONIA-MAZZANTI, 2001).

Allo stato attuale, a parte i due fiumi maggiori, il sistema idrografico è imperniato: a N, nella fascia compresa tra gli alvei sopraelevati dell'Arno e del Serchio, sul Fosso Maltraverso-Fiume Morto che raccoglie le acque dei torrenti provenienti dal Monte Pisano; a S, tra l'Arno e le Colline Livornesi e Pisane, sul complesso sistema di canali facenti capo alla Foce del Calambrone, a cui affluiscono tutte le acque superficiali della parte meridionale della pianura di Pisa dall'Era al mare. Nel Canale Scolmatore (*supra*), che segue in buona parte il tracciato dell'antico Fosso Reale al margine meridionale della pianura, raccogliendo i corsi d'acqua provenienti dalle Colline Livornesi e Pisane (Tora, Tanna, Isola, Crespina, Orcina), sono state convogliate, oltre ai trabocchi di piena dell'Arno, anche le acque provenienti dal Padule di Fucecchio (bacini di Pescia e Nievole). Il cosiddetto Arnaccio (o Emissario di Bientina) raccoglie le acque della depressione prosciugata di Bientina, dopo la costruzione nel 1859 della botte sotto l'Arno progettata da Alessandro Manetti. La Fossa Chiara (Fig. 6), la Fossa Nuova e il Fosso del Caligi drenano i settori centrali della pianura. Infine, sul Nuovo Canale dei Navicelli, oltre che sui corsi artificiali delle lame bonificate (Nuovo Lamone, Nuova Lama Larga), è imperniata la rete idrica della fascia occidentale più prossima al mare (SILVESTRI-GORRERI, 2008, pp. 17-19).

Un altro elemento importante dell'assetto idrografico della pianura di Pisa è il fatto che la parte centrale, più depressa (con aree anche al di sotto del livello marino), e alcune zone interdunali nella fascia costiera necessitano di drenaggio meccanico. Infatti, le "acque basse" delle aree un tempo occupate dal Padule di Stagno, dal Padule Maggiore e dalle lame maggiori (Lamone, Lama Larga) sono state convogliate nei canali principali tramite idrovore a seguito delle operazioni di bonifica condotte negli anni Venti del Novecento dall'Opera Nazionale Combattenti (ONC)³².

La pianura meridionale pisana, a causa delle sue condizioni umide, è stata oggetto nel corso dei secoli di una serie di interventi volti a migliorare l'assetto idrologico. Si ha testimonianza di operazioni di regimazione e canalizzazione dei corsi d'acqua a partire dal

32 Nella zona interna, le idrovore del fosso del Caligi e dell'Arnaccio immettono nella Fossa Chiara; più a O le idrovore di San Guido (Stagno), di Ragnaione e della Vettola (Padule Maggiore) scaricano nel Canale dei Navicelli, mentre nella zona costiera il sistema idrico è regolato dai due impianti idrovori del Nuovo Lamone che convogliano le acque a N nell'Arno e a S nel Calambrone.

periodo romano con la centuriazione³³, ma è soprattutto durante il medioevo³⁴ e l'età moderna che venne costruito l'attuale reticolo idrografico. Già in età comunale, infatti, i fossi principali³⁵, sfruttando il leggero declivio dei terreni dal fiume verso S, drenavano la pianura meridionale facendo confluire le acque nella depressione acquitrinosa di Stagno, dove giungevano con corso naturale anche i torrenti provenienti dalle Colline Livornesi e Pisane (Fig. 1). Dallo Stagno le acque passavano nel padule dell'Altura ed infine defluivano verso il mare attraverso il sistema lagunare di Porto Pisano nell'area dell'attuale Calambrone³⁶. Già dal XII secolo si ha notizia della serie di canali (fosso Nugolaio, fosso di Oratoio, fosso Torale, fosso di Titignano) che raccoglievano le acque della parte più vicina al corso dell'Arno e confluivano tutti nel fosso del Caligi (CECCARELLI LEMUT-MAZZANTI-MORELLI, 1994, pp. 420-421). Nella zona più meridionale furono realizzati la Fossa Nuova (attestata dal 1134), la Fossa Solaiola, e più tardi, mediante la rettificazione del corso naturale dello Zannone, il Fosso Reale (1554), a cui furono successivamente allacciati tutti i torrenti provenienti dalle Colline Livornesi e Pisane. Questo canale, di importanza fondamentale per l'assetto idrografico della pianura meridionale pisana, in origine sfociava nello Stagno, mentre con i lavori del 1716 fu indirizzato direttamente al mare attraverso la creazione di una nuova foce del Calambrone, spostata verso N³⁷. Le altre operazioni idrauliche nella zona meridionale della pianura riguardarono la realizzazione dell'Arnaccio (1568), con i due Antifossi (Antifosso di Arnaccio in destra e Rio Pozzale in sinistra), ma soprattutto l'escavazione del Canale dei Navicelli (Fig. 7) per collegare Pisa a Livorno mediante una

33 È verosimile che con la centuriazione di una vasta parte della pianura di Pisa durante il periodo augusteo siano stati sistemati molti dei canali ancor oggi esistenti e riconoscibili per l'allineamento regolare NE-SO (fosso di Oratoio, fosso di Titignano, fosso Cerio, fosso degli Stecchi, etc.) (CECCARELLI LEMUT-MAZZANTI-MORELLI, 1994, p. 420 e la *Carta degli elementi naturalistici e storici della Pianura di Pisa e dei rilievi contermini*, allegata al volume).

34 La grande importanza della rete di fossi è testimoniata dalla legislazione medievale in materia (ad es. gli Statuti Pisani del 1286), che attesta operazioni di scavo e manutenzione (CECCARELLI LEMUT-MAZZANTI-MORELLI, 1994, *passim*).

35 Se è vero che i fossi esistenti nel medioevo seguivano in gran parte tracciati corrispondenti a quelli odierni, in realtà è piuttosto difficile stabilire quando i canali che compongono l'attuale rete furono scavati per la prima volta, ma si può pensare che la maggior parte di questi fossi derivino dalla rettificazione e arginatura di corsi d'acqua naturali (CHERUBINI-DEL RIO-MAZZANTI, 1985, p. 180).

36 L'assetto generale della zona compresa tra il Padule di Stagno e l'attuale foce del Calambrone, doveva avere nel medioevo, un aspetto molto diverso da quello odierno (*infra*).

37 Gli apporti solidi del Crespina, dell'Isola, dell'Orcina e del Tora tuttavia tendevano a causare l'interrimento del Fosso Reale. Per ovviare a questo inconveniente, in epoca lorenese si rese necessaria l'escavazione di un Antifosso, nel quale furono fatti confluire questi torrenti, i cui alvei vennero prolungati artificialmente e allacciati più a valle. In un secondo tempo, inoltre, si utilizzarono le torbide di questi corsi d'acqua per la colmata dei paduli che si estendevano in riva sinistra del Fosso Reale (CHERUBINI-DEL RIO-MAZZANTI, 1985, pp. 183 e seguenti).

via d'acqua navigabile. Costruito negli anni Sessanta del XVI secolo, il canale, che doveva anche contribuire al miglioramento dell'assetto idrologico della zona, da Livorno raggiungeva dapprima lo Stagno, proseguiva verso N attraverso il Padule di Castagnolo, fino alla Vettola ed infine con due gomiti giungeva alla Porta a Mare di Pisa (CHERUBINI-DEL RIO-MAZZANTI, 1985, pp. 182-183; PREVITI, 2006). Le bonifiche novecentesche non hanno sostanzialmente alterato la struttura del reticolo idrografico ereditato dal passato. Gli interventi più notevoli sono rappresentati, oltre che dalla rete dei canali minori necessari al prosciugamento delle aree palustri, dal Nuovo Canale dei Navicelli, il cui corso fu rettificato e reso parallelo alla linea ferroviaria, dal raddrizzamento e dalla canalizzazione di alcune lame nella zona costiera (Nuovo Lamone, Nuova Lama Larga). L'ultima grande opera idraulica della pianura di Pisa è stata, come si è detto, la costruzione negli anni Sessanta-Settanta del Novecento dello Scolmatore dell'Arno.

1.3 LE AREE UMIDE E LE BONIFICHE

Gli ambienti umidi, che negli ultimi decenni si è cercato di tutelare anche attraverso l'istituzione del Parco Regionale di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli, sono ancora, nonostante la loro drastica diminuzione rispetto alla distribuzione originaria, uno degli elementi caratterizzanti della pianura di Pisa. Le piccole aree palustri attualmente esistenti sono in realtà l'unico relitto di un complesso e vasto sistema di zone umide, che fino a meno di un secolo fa improntavano il paesaggio di gran parte della pianura, il cui aspetto non doveva essere molto dissimile da quello odierno dell'area di Massaciuccoli ai confini settentrionali del territorio pisano³⁸. Dalle operazioni idrauliche collegate alla centuriazione romana alle definitive bonifiche degli anni Venti del Novecento, una millenaria "guerra delle acque"³⁹, condotta dall'uomo nell'intento di recuperare terreni all'agricoltura e di migliorare le condizioni di vita, ha portato al prosciugamento di quasi tutti i paduli esistenti in origine⁴⁰.

Attualmente gli unici ambienti umidi presenti nella pianura di Pisa, a parte la zona prospiciente la riva meridionale del Lago di Massaciuccoli – che come è stato detto costituisce il confine settentrionale dell'area – sono rappresentati dal piccolo padule della Contessa nella zona di Suese, in territorio livornese, e dalle lame dei solchi intradunari nelle tenute di Migliarino, San Rossore e Tombolo⁴¹. Mentre il primo non è altro che l'ultimo resto del complesso di paduli che occupavano la parte meridionale della pianura fino al piede delle Colline Livornesi (*infra*), le seconde sono frutto dei ristagni di acque meteoriche e di falda nelle depressioni esistenti tra i cordoni litoranei (*supra*). Anche se in parte sono state prosciugate dall'uomo, le lame, che formano piccoli specchi d'acqua con profondità minime dove prospera una rigogliosa vegetazione igrofila⁴², costituiscono uno degli ambienti più

38 Non solo la fascia costiera della pianura di Pisa, ma tutto il litorale toscano dal Magra al Chiarone era caratterizzato da un paesaggio di acquitrini.

39 L'espressione "guerra delle acque" si deve a BARSANTI-ROMBAI, 1986.

40 Sulla storia delle aree umide della pianura di Pisa si vedano: CHERUBINI-DEL RIO-MAZZANTI, 1985; DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987; CECCARELLI LEMUT-MAZZANTI-MORELLI, 1994; sulle bonifiche ONC, 1958; CHERUBINI-DEL RIO-MAZZANTI, 1985; BARSANTI-ROMBAI, 1986; CORI-LOMBARDI, 1994.

41 Nelle altre tenute del Parco, le aree umide più significative sono quelle del Fiumaccio e di Bocca di Serchio a Migliarino, il Paduletto e le Lame di Fuori e delle Gelosie a San Rossore (CERVELLATI-MAFFEI CARDELLINI, 1988, *passim*; CAVALLI-LAMBERTINI, 1990, *passim*; ENTE PARCO REGIONALE DI MIGLIARINO, SAN ROSSORE E MASSACIUCCOLI, *Carta della natura e degli ambiti territoriali*, a cura di S. CAVALLI-M. CENNI, scala 1:33.000, Firenze, Selca, 1997).

42 Le lame, oltre ad essere alimentate dalle acque di deflusso superficiali, molto spesso sono collegate idrica-

significativi del Parco (CAVAZZA, 1997, pp. 69-70). Nella zona meridionale della tenuta di Tombolo, in località la Cornacchiaia (Bosco dei Porcai e Bosco dell'Ulivo), esistono ancora piccole aree palustri di grande pregio naturalistico (CAVALLI-LAMBERTINI, 1990, p. 137; PAGLIAI LUNGA, 2001).

Nella pianura di Pisa esistevano vari tipi di paduli⁴³: le lame della zona costiera nei solchi tra i cordoni litoranei, che in certe zone – come ad esempio in prossimità della foce di Calambrone – potevano aggregarsi a formare bacini di maggiori dimensioni (ad es. il Galanchio); i vasti specchi d'acqua delle bassure più interne, posti in corrispondenza dello sbocco in pianura dei torrenti provenienti dalle Colline Livornesi e Pisane o immediatamente alle spalle della fascia dei cordoni litoranei nelle zone più distanti dal corso dei fiumi. L'origine di questi ultimi va ricercata – nell'area in esame come, d'altronde, lungo tutti i litorali della Toscana – proprio nel processo di formazione delle pianure, legato all'emersione, a fronte della risalita del livello marino successiva all'ultima glaciazione, di un primo allineamento di lidi che isolò alle sue spalle un braccio di mare formando una laguna (Fig. 1). Progressivamente questi specchi d'acqua salmastra, non più in comunicazione con il mare per l'avanzamento del litorale, sono progressivamente divenuti palustri a seguito dell'interimento operato dagli apporti detritici dei corsi d'acqua⁴⁴ (CHERUBINI-DEL RIO-MAZZANTI, 1985, pp. 154-156; DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, pp. 71-72).

In epoca storica, il progressivo rialzamento degli alvei dei fiumi e il dissesto idrogeologico provocato dallo sfruttamento del territorio boschivo o agricolo – che, in assenza di un'efficiente rete di canali di scolo, faceva aumentare i deflussi diminuendo i tempi di corrivazione – peggiorò ulteriormente le già difficili condizioni di drenaggio della pianura, favorendo la formazione di nuovi paduli o l'ampliamento di quelli esistenti (CHERUBINI-DEL RIO-MAZZANTI, 1985, pp. 153-168). Nonostante lo sforzo quasi costante dell'uomo per ridurre l'estensione delle aree umide – sforzo che fu particolarmente intenso nei periodi caratterizzati da una felice congiuntura politico-economica – i paduli hanno subito vicende alterne con espansioni e ritiri parziali o totali dovuti ai fattori naturali o agli interventi antropici. Se durante il periodo romano, nonostante l'intenso sfruttamento delle pianure e delle montagne, l'efficace organizzazione del territorio legata alla centuriazione,

mente al mare tramite un emissario o tramite le falde esistenti all'interno delle sabbie litoranee (CAVAZZA, 1997, pp. 69-70).

43 Molto diffuso in Toscana, il termine "padule", derivante per metatesi da palude, indica in genere un territorio pianeggiante caratterizzato da difficoltà di deflusso, dove si accumulano le acque di esondazione dei fiumi o dei laghi, o quelle provenienti dalle piogge o da falde acquifere emergenti. In queste aree allagate, dove generalmente prospera una ricca vegetazione igrofila, possono essere presenti anche delle zone con acque più profonde ("chiari"), che sono pertanto prive di vegetazione (CHERUBINI-DEL RIO-MAZZANTI, 1985, pp. 150).

44 È interessante notare che dove l'apporto detritico dei corsi d'acqua è stato scarso, come nel caso della zona di Orbetello, la laguna è rimasta tale senza evolvere in padule.

unitamente alle favorevoli condizioni climatiche, portarono ad una riduzione delle aree paludose⁴⁵, il successivo progressivo abbandono delle sistemazioni idrauliche provocò in tutta la Toscana costiera un incremento delle aree palustri. Un nuovo miglioramento della situazione è legato allo sviluppo agricolo e urbano del periodo comunale, durante il quale furono condotte molte operazioni di bonifica⁴⁶, mentre l'età moderna, anche a causa di un generale inasprimento delle condizioni climatiche (la cosiddetta "piccola età glaciale"), segnò un peggioramento delle condizioni idriche. Dalla seconda metà del Settecento, invece, è cominciata l'inarrestabile tendenza che ha portato, negli anni Venti e Trenta del secolo scorso, al definitivo prosciugamento di tutte le aree palustri presenti nella zona. Per contro, negli ultimi decenni, caratterizzati dal declino economico dell'agricoltura, è in atto una singolare inversione di tendenza che, rivalutando l'importanza ambientale e paesaggistica delle aree umide, si manifesta nell'attuale interesse per la loro conservazione (CHERUBINI-DEL RIO-MAZZANTI, 1985, pp. 161-174; FEDERICI-MAZZANTI, 1995, pp. 217-259).

Le mappe del catasto leopoldino e la cartografia pregeodetica (Tav. 3) offrono un quadro abbastanza preciso dei paduli che esistevano nella pianura di Pisa⁴⁷.

A N dell'Arno, oltre alla vasta area umida posta a S del Lago di Massaciuccoli in comune di Vecchiano (cosiddetto Padule di Valdistratten), si trovavano i paduli di Asciano, Campaldo e Pratale negli immediati dintorni di Pisa, le Lame di Fuori e delle Gelosie e il Paduletto nella tenuta di San Rossore.

Nella zona a S del fiume, che riguarda più da vicino questo lavoro, ai piedi delle Colline Livornesi e Pisane, i torrenti collinari, a causa della debole pendenza, non riuscivano a drenare le acque verso il mare, si impaludavano allo sbocco in pianura delle valli, formando alcune aree umide: il Padule dell'Isola (detto anche di Guincerì o di Grecciano), alla confluenza del torrente Isola nel Fosso Reale; il Padule di Mortaiolo, nel punto dove il Tora e il Tanna uscivano dai rilievi, e il Prato della Contessa, alla confluenza del Botro di San Giovanni, che è l'unico ancora esistente.

Tutta l'area compresa tra il corso dell'Arno e le colline meridionali era occupata da un vasto sistema di paduli in comunicazione tra loro, la cui estensione poteva variare a

45 La minore estensione delle aree palustri durante il periodo romano è confermata dalle ricerche archeologiche svolte nel territorio di Coltano che hanno portato al riconoscimento di tracce di centuriazione e di resti di fattorie in zone che furono occupate dalle acque nel medioevo e nell'età moderna (MAZZANTI-PASQUINUCCI, 1983, p. 614; MENCHELLI, 1984, pp. 258-266; PASQUINUCCI, 1994, pp. 191-194).

46 Durante l'età comunale, all'epoca del massimo splendore economico di Pisa, furono prosciugati i dintorni della città e realizzata in tutta la pianura un'efficiente rete di canali (*supra*).

47 Oltre che sulla cartografia storica, la ricostruzione delle aree umide esistenti in passato può basarsi, da una parte, sull'analisi delle foto aeree e delle immagini da satellite, dall'altra, sulle testimonianze archeologiche e sulle fonti scritte, archivistiche e letterarie (DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987; PASQUINUCCI-MAZZANTI, 1985; CECCARELLI LEMUT-MAZZANTI-MORELLI, 1994).

seconda delle epoche e delle stagioni. La grande area palustre di Stagno (Figg. 8 e 15) era delimitata a N dal basso rilievo di Coltano e a O dal cordone litoraneo più interno (il Campolongo, che fu il primo ad emergere durante la fase di *optimum* climatico postglaciale); a S poteva giungere fino alla base delle colline nella zona di Suese, arrivando talvolta a saldarsi con il Padule di Mortaiolo, mentre il limite orientale era meno ben definito a causa della mancanza di zone rilevate, variando a seconda degli anni e delle stagioni. Verso NO, lo Stagno era in comunicazione con il Padule della Ballerina (o di Castagnolo), allungato in senso meridiano tra i cordoni sabbiosi e l'altura di Castagnolo. Quest'ultimo, a sua volta, si univa con il vasto Padule Maggiore che verso N giungeva fino alle porte di Pisa, mentre a NE era limitato dal debole rilievo costituito dalle sabbie di esondazione dell'Arno in località Le Rene (*supra*; CHERUBINI-DEL RIO-MAZZANTI, 1985, pp. 175-178; DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, p. 72).

Tutta la zona compresa tra l'Arno e le Colline Livornesi e Pisane, dove le pendenze quasi insensibili favorivano la continua tendenza all'impaludamento, è stata oggetto, in varie epoche della storia, di molteplici interventi volti ad impedire una estensione dell'area allagata, cercando di favorire il deflusso delle acque verso la bocca del Calambrone⁴⁸. Se durante il medioevo e gran parte dell'età moderna si cercò di intervenire principalmente con la realizzazione di una rete di fossi minori e di canali collettori che dovevano facilitare il drenaggio delle acque verso il mare⁴⁹, fu solo nella seconda metà del Settecento che venne avviato un cospicuo programma di colmate (Colmate del Gonfo e del Faldo)⁵⁰ che portarono al prosciugamento quasi completo di alcune aree a S del Fosso Reale⁵¹. Nonostante alcuni piccoli interventi condotti nella tenuta di Tombolo nel corso dell'Ottocento, la bonifica definitiva del Padule Maggiore, di quello di Stagno e delle residue aree umide a

48 A proposito delle operazioni di bonifica svolte nella pianura di Pisa si può fare riferimento, oltre al paragrafo precedente sulla rete idrografica, a: CHERUBINI-DEL RIO-MAZZANTI, 1985, pp. 180-187; BARSANTI-ROMBAI, 1986, pp. 145-147; DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, pp. 72-74; FEDERICI-MAZZANTI, 1995, pp. 222-259.

49 Le operazioni condotte nel medioevo portarono al prosciugamento dei paduli esistenti negli immediati dintorni di Pisa e alla costruzione di una rete di canali che convogliavano le acque nel Padule di Stagno o nel Padule Maggiore, mentre i principali interventi cinquecenteschi, dopo un nuovo peggioramento della situazione, riguardarono la costruzione del Fosso Reale, dell'Arnaccio e del canale dei Navicelli (*supra*; CHERUBINI-DEL RIO-MAZZANTI, 1985, pp. 182-186; FEDERICI-MAZZANTI, 1995, pp. 222-238).

50 La bonifica per colmata consiste, come è noto, nel rialzare il livello dei terreni da prosciugare facendovi depositare le torbide di uno o più corsi d'acqua. Questo metodo, che ha l'inconveniente di richiedere molti anni prima che il territorio sia completamente bonificato, fu molto usato in Toscana, almeno a partire dal Cinquecento, ma fu soprattutto nel Settecento che venne impiegato su larga scala (BARSANTI-ROMBAI, 1986, pp. 16-17; CHERUBINI-DEL RIO-MAZZANTI, 1985, pp. 169-170).

51 Sugli interventi settecenteschi e sugli studi realizzati dai 'matematici' del tempo si rimanda ai saggi GUARDUCCI-PICCARDI-ROMBAI, 2009; ROMBAI, 1997.

S del Fosso Reale avvenne però soltanto negli anni Venti e Trenta del Novecento (Figg. 8 e 9), quando le “acque basse”, raccolte da opportuni collettori, vennero immesse meccanicamente in collettori di “acque alte” (fosso del Caligi, Fossa Chiara e Nuovo Canale dei Navicelli) e quindi indirizzate al mare⁵². L'operazione di prosciugamento, svolta a Coltano tra il 1920 e il 1931 (circa 3000 ettari) dall'Opera Nazionale Combattenti – alla quale il territorio, che prima era di proprietà dei Savoia, era passato nel 1919 – fu estesa negli anni successivi alle zone limitrofe, con la bonifica del Padule di Castagnolo presso Vettola⁵³ (1930, 1000 ha circa) e con la sistemazione dell'area di San Giusto (1935, 1400 ha circa), alla periferia meridionale di Pisa, dove venne realizzato il campo d'aviazione. Altre bonifiche riguardarono il bacino della Fossa Chiara (1933, 2000 ha) e il vasto comprensorio “in sinistra dell'Emissario di Bientina”, a cavallo tra le province di Pisa e Livorno (12000 ha), dove fu risistemata la rete di deflusso preesistente⁵⁴ (RAGO, 1937; TADDEI, 1957, pp. 59-66; ONC, 1958, pp. 115-123; CHERUBINI-DEL RIO-MAZZANTI, 1985, pp. 187-188; CORI-LOMBARDI, 1994, pp. 469-471).

Un'altra area umida, che era in diretta comunicazione con lo Stagno, era quella compresa tra la Gronda dei Lupi (cioè la scarpata margine settentrionale dei sedimenti pleistocenici del Terrazzo di Livorno, *infra*) e i cordoni dunali della tenuta di Tombolo. L'evoluzione di questa zona è strettamente legata al fenomeno di accrescimento del litorale caratterizzato dalla progressiva formazione dei cordoni a S della foce dell'Arno (MAZZANTI-PASQUINUCCI-SALGHETTI DRIOLI, 1984, pp. 35-54; CHERUBINI-DEL RIO-MAZZANTI, 1985, p. 181; GIORGI-SAVELLI-SCARDOZZI, 1986, pp. 309-319; DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, p. 68). In epoca romana, la linea di costa seguiva a N il cotone della Pineta di Fuori⁵⁵, mentre a S era attestata lungo la Gronda dei Lupi, formando un'insenatura ben riparata dai venti dal promontorio formato dai sedimenti pleistocenici di “panchina” sul quale, in seguito, verrà edificata la città di Livorno⁵⁶. Al centro di questo

52 A questo scopo furono realizzati gli impianti idrovori della Padulella che scaricava le acque nel fosso del Caligi e quello di Ragnaione, presso Tombolo, che immetteva nel Nuovo Canale dei Navicelli, attraverso un canale emissario appositamente costruito, il Mandracchio (ONC, 1956, pp. 116-118; CAVAZZA, 1997, pp. 83-84).

53 Le acque del comprensorio della Vettola furono collegate all'idrovora di San Guido, che le immetteva nel nuovo Canale dei Navicelli.

54 Con la bonifica, l'ONC provvide alla realizzazione in gran parte della zona di un ampio numero di poderi, cui furono imposti i caratteristici nomi legati agli eventi militari della Grande Guerra. I poderi, di cui l'ONC mantenne fino agli anni Cinquanta la proprietà, furono concessi in mezzadria ai contadini reduci di guerra, mentre le terre non appoderate utilizzate per il pascolo rimasero all'ONC e passarono alla Regione Toscana (CAVAZZA, 1997, pp. 83-85).

55 Sul cordone dunale della Pineta di Fuori passa la strada che unisce Pisa a Livorno (Strada Regia Livornese nell'Ottocento, oggi S.S. Aurelia), che segue il tracciato dell'Aurelia romana.

56 L'insenatura della costa, che è ancora visibile nelle carte seicentesche, è oggi scomparsa a causa del costante avanzamento del litorale, che segue, invece, un andamento grossomodo rettilineo da Bocca d'Arno a Livorno (MAZZANTI, 1984; PASQUINUCCI-MAZZANTI, 1985, pp. 182).

piccolo golfo doveva trovarsi una foce attraverso la quale le acque della zona umida interna erano in comunicazione con il mare e che l'azione delle correnti di riflusso delle maree contribuiva a tenere pulita impedendo la formazione di lidi al piede del Terrazzo di Livorno (Fig. 1). Sembra ormai accertato che in questa zona, sia nell'insenatura costiera, sia nella zona lagunare interna, dovevano trovarsi le installazioni portuali di Porto Pisano in epoca romana (PASQUINUCCI-MAZZANTI, 1985, pp. 181-82; PASQUINUCCI, 1994, p. 187). Con il tempo, l'accrescimento del litorale verso O ha permesso la formazione di lagune e stagni al suo piede, riducendo la profondità dell'insenatura originaria fino alla situazione attuale. Quest'area umida, per lo più salmastra, che si estendeva verso N anche nei solchi tra cordone e cordone, assunse nel corso del tempo nomi diversi: Stagno del Fascolo e Altura⁵⁷ nel medioevo, Stagno della Pineta, Galanchio, Paduletta e Portacci in età moderna, via via che la configurazione del territorio cambiava. Le diverse denominazioni, in effetti, riflettono diverse condizioni ambientali a causa del progressivo spostamento della laguna verso occidente per la formazione di nuovi lidi⁵⁸. È logico pensare che anche la posizione del porto debba essersi progressivamente spostata verso O seguendo l'evoluzione del litorale. Se nel medioevo doveva trovarsi probabilmente in corrispondenza dell'Altura⁵⁹, nel Cinque-Seicento in corrispondenza della Paduletta e del Galanchio e infine nel '700 ai "Portacci" presso la Torre del Marzocco, con una funzione del tutto marginale rispetto all'ormai ben sviluppato porto di Livorno (MAZZANTI-PASQUINUCCI-SALGHETTI DRIOLI, 1984, pp. 35-54; PASQUINUCCI-MAZZANTI, 1985, pp. 181-185; DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, p. 68; VACCARI, 2008).

Dopo che il Porto Pisano aveva perso la sua funzione a seguito del declino di Pisa e dell'ascesa di Livorno, anche in questa zona si sono succeduti molti interventi di bonifica, che hanno coadiuvato la tendenza naturale all'interrimento. Oltre alla costruzione del ca-

57 Il termine "Altura", attestato nelle fonti medievali e nella cartografia cinquecentesca, testimonia evidentemente la presenza di fondali relativamente profondi che potevano consentire il passaggio di navi (MAZZANTI, 1984; DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, p. 68).

58 In realtà, se è vero che le diverse denominazioni rispecchiano le trasformazioni del territorio, va rilevato che gli stessi nomi indicano aree diverse a seconda delle epoche. Ad esempio, nella cartografia settecentesca il toponimo Galanchio si riferisce all'area palustre posta a N e S del Fosso Reale, mentre con Paduletta si indica generalmente la zona più meridionale che fu messa in colmata dopo il 1740 (MAZZANTI, 1984). Nelle mappe del Catasto Generale della Toscana, invece, il Galanchio è soltanto uno specchio d'acqua attraversato dalla Lama Larga posto a N del Fosso Reale nel comune di Pisa, mentre è definita Paduletta tutta la zona compresa tra il mare, la Gronda dei Lupi e il Fosso Reale, appartenente allora alla comunità di Collesalveti.

59 Su Porto Pisano durante il medioevo si vedano: VACCARI, 2009; VACCARI, 2008; CECCARELLI LEMUT, 2002; CECCARELLI LEMUT, 1994; DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, p. 68. I pisani chiudevano con catene l'ingresso al porto, che avveniva tramite un canale mantenuto da palizzate, e che i genovesi, dopo la vittoria della Meloria nel 1284, con la precisa intenzione di causare l'interrimento del bacino portuale, vi affondarono navi cariche di mattoni murati.

nale dei Navicelli (PREVITI, 2006), sono da segnalare la deviazione verso N della foce del Calambrone (1716), che coincise con il prolungamento del Fosso Reale fino al mare, e la successiva messa in colmata di tutta la zona tra la Gronda dei Lupi e lo stesso Fosso Reale⁶⁰. Alcune parti della Paduletta, insieme alla zona del Galanchio (Fig. 11), rimasero comunque paludose e furono definitivamente prosciugate solo nel Novecento. La bonifica della zona a N del Fosso Reale fu intrapresa a partire dal 1925 con la costruzione dell'impianto idrovoro della Cornacchiaia nell'ambito dei lavori del bacino di Tombolo, mentre la Paduletta, inserita nel comprensorio "in sinistra dell'Emissario di Bientina", venne prosciugata tra la metà degli anni Trenta e i primi anni Cinquanta per fare spazio all'espansione verso N dell'area portuale ed industriale del capoluogo livornese (TADDEI, 1957, pp. 65-66).

Come si può vedere nelle mappe del Catasto Generale della Toscana (Tav. 3), anche nei grandi spazi interdunali della Tenuta di Tombolo esistevano aree palustri, più o meno vaste, distribuite in particolare lungo il Lamone e la Lama Larga e nella zona settentrionale alle spalle dell'odierno abitato di Marina di Pisa. Di questo territorio, detto Arnovecchio, dove si trovava l'antica foce dell'Arno, fu avviato il prosciugamento per colmata dopo la deviazione del fiume nel 1606 (*supra*), ma per vari motivi l'area rimase in parte acquitrinosa fino al Novecento. Anche in questo caso, la bonifica definitiva si deve ai lavori svolti a partire dal 1925 su un'area di circa 4500 ettari, che riguardarono la realizzazione di una serie di collettori (Collettore Orientale, Nuovo Lamone, Nuova Lama Larga) e di due impianti idrovori che immettono le loro acque a S nel Nuovo Canale dei Navicelli e N nell'Arno (TADDEI, 1957, pp. 59-60; CHERUBINI-DEL RIO-MAZZANTI, 1985, p. 188).

Gli ultimi decenni sono caratterizzati dalla crisi dell'idea della bonifica come cardine della politica agraria e della gestione del territorio, a seguito della diminuita importanza economica dell'agricoltura e della constatazione che molte aree, ogniquale volta l'azione di prosciugamento meccanico è poco efficiente, tendono ad impaludarsi nuovamente, facendo riemergere la vocazione naturale del territorio⁶¹. In questo contesto, anche sotto la spinta delle idee ecologiste, gli sforzi attuali si concentrano soprattutto sulla conservazione degli ambienti umidi, di cui si riconosce oggi l'importanza ambientale. Con la creazione del Parco Regionale di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli, insieme alla difesa delle poche aree palustri rimaste dopo i prosciugamenti e l'urbanizzazione, sono state anche avanzate proposte volte a ripristinare alcuni ambienti umidi, riallagando le aree bonificate (Padu-

60 L'avanzamento del litorale e la conseguente deviazione verso O (1740 circa) del fosso dei Navicelli – che in origine seguiva abbastanza da vicino la Gronda dei Lupi – rese possibile l'impianto delle colmate. Infatti, l'immissione in esso delle torbide dei torrenti dell'entroterra livornese (Ugione, Cigna e Riseccoli) ne avrebbe provocato il rapido interrimento (MAZZANTI, 1984, pp. 101-104; PASQUINUCCI-MAZZANTI, 1985, pp. 182-183; VACCARI, 2009).

61 Vale la pena di notare, ad esempio, che dopo la bonifica la zona di Stagno è andata incontro ad un forte fenomeno di subsidenza (fino a 2-3 metri), dovuto al costipamento dei terreni torbosi (CAVAZZA, 1997, pp. 83-84).

le di Stagno, Padule Maggiore, Padule meridionale di Massaciuccoli) (CAVALLI, 1993, p. 65; CORI-LOMBARDI, 1994, p. 471). È comunque necessaria molta cautela nel considerare questa prospettiva, che si accompagna, da una parte, ad una fin troppo radicale condanna della pratica delle bonifiche, e, dall'altra, a possibilità di sfruttamento turistico.

1.4 IL CLIMA

I caratteri climatici della pianura di Pisa⁶² sono quelli tipici degli ambienti mediterranei delle coste tirreniche italiane, con estati abbastanza calde ed inverni relativamente miti, mentre le precipitazioni sono piuttosto elevate rispetto alla media, tanto che il clima della zona potrebbe essere definito *mediterraneo umido* (CAVALLI-LAMBERTINI, 1990, p. 13). Con queste caratteristiche, è possibile affermare che la pianura di Pisa gode di uno dei climi più miti dell'intera penisola italiana, fattore che unito alla piovosità relativamente abbondante contribuisce alla ricchezza e alla varietà della vegetazione caratteristica delle tenute del Parco Regionale di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli (PINNA M., 1997, p. 63). Gli elementi che consentono questa situazione molto favorevole sono la vicinanza del mare, che svolge un'azione termoregolatrice, sia per l'escursione giornaliera che per quella annua, e la presenza, alle spalle della pianura, del Monte Pisano, che ha la duplice funzione di catalizzatore delle precipitazioni occidentali e di barriera ai venti settentrionali. Nell'analisi delle condizioni climatiche può essere utile considerare più nel dettaglio gli indicatori principali, quali il soleggiamento, le temperature, le precipitazioni e il regime dei venti⁶³.

Il valore medio annuo del soleggiamento⁶⁴ (o *eliofanìa*, ossia il numero di ore di sole all'anno in un determinato luogo) a Pisa è 2349 ore, con il massimo in estate pari a 885 ore e il minimo in inverno con 328 ore, mentre quello giornaliero è pari a 6,9 ore. L'insolazione annua media, quindi, risulta essere pari al 55% del dato teorico, ma si può pensare che i valori relativi alla parte meridionale della pianura – per la quale purtroppo non si hanno rilevazioni – siano leggermente più elevati rispetto a quelli di Pisa, data la maggiore lontananza dai gruppi montuosi settentrionali che favoriscono la presenza di nubi (RAPETTI-VITTORINI, 1994, p. 104; PINNA M., 1997, p. 52).

I dati relativi alla temperatura dell'aria⁶⁵ (Tav. 2) denotano un clima molto mite, con tendenza all'irrigidimento allontanandosi dal litorale. I valori medi annuali si aggirano attorno ai 15°, mentre quelli estremi, le temperature medie del mese più freddo e di

62 Sugli aspetti del clima nella pianura di Pisa si vedano: RAPETTI-VITTORINI, 1978; CAVALLI-LAMBERTINI, 1990, pp. 13-18; RAPETTI-VITTORINI, 1994; PINNA M., 1997.

63 I dati riportati, tratti dai testi citati (*supra*), sono riferiti alle stazioni meteorologiche più prossime all'area in esame (Pisa, Livorno), mentre sono relativi alla stazione di Coltano soltanto quelli relativi alle precipitazioni.

64 I valori del soleggiamento rilevati presso la stazione di Pisa dall'Ufficio Idrografico della Marina negli anni 1971-1983 sono riportati da PINNA M., 1997, p. 52.

65 I valori della temperatura dell'aria misurati nelle stazioni di Pisa, Pontedera e Livorno e relativi agli anni 1956-1980 derivano dagli Annali Idrologici e sono stati tratti da PINNA M., 1997, p. 107.

quello più caldo, sono rispettivamente attorno ai 7° (gennaio) e ai 23°C (luglio). Come si vede nella tabella che riporta i valori relativi a Pisa e Livorno, la presenza regolatrice del mar Tirreno fa sì che l'escursione termica annua sia nel complesso modesta (16° circa), anche se naturalmente tende ad aumentare spostandosi dalla costa verso l'interno (15,2° a Livorno a fronte dei 18,2° a Pontedera). A ulteriore conferma della mitezza del clima della pianura pisana è utile ricordare come a Pisa i giorni di gelo sono solitamente tra i 20 e i 25 (23 nella media del periodo 1929-1987), mentre i giorni estivi in cui la massima supera i 30° sono tra i 25 e i 30 all'anno (PINNA M., 1997, p. 58).

Per quanto riguarda le precipitazioni⁶⁶ (Tav. 2), la pianura di Pisa rientra nel regime tipico che domina quasi tutto il litorale tirrenico, caratterizzato da un massimo in ottobre e novembre e un minimo in luglio. Ciononostante, le piogge sono forse un po' maggiori che in altre zone del litorale toscano a causa della presenza del Monte Pisano che favorisce il formarsi dei corpi nuvolosi. La posizione del rilievo condiziona sensibilmente anche la distribuzione locale della piovosità che è più elevata nella zona settentrionale (1010 mm annui a Migliarino, 928 mm a Pisa) che in quella meridionale e lungo la costa (863 mm a San Rossore, 778 mm a Livorno).

Da non trascurare, infine, è il regime dei venti, i quali, oltre ad influenzare direttamente il regime termico e pluviometrico, svolgono un ruolo molto importante nel modellamento geomorfologico del litorale (RAPETTI-VITTORINI, 1994, pp. 114-117; PINNA M., 1997, pp. 61-62). Protetta a settentrione dai rilievi e aperta ad E verso il Valdarno inferiore, la pianura pisana viene interessata essenzialmente da correnti che provengono da E e SE e da SO e O. I venti orientali soffiano soprattutto nel semestre invernale, essendo generati dalle basse pressioni presenti in questo periodo sul Mediterraneo centro-occidentale, mentre i venti dei settori orientali, che spirano prevalentemente durante l'estate, sono favoriti "dall'instaurarsi di un regime ciclonico sull'Europa centro-orientale, cui si sovrappone un'attiva circolazione di brezze marine" (RAPETTI-VITTORINI, 1994, p. 116). Un aspetto caratteristico del litorale pisano è il verificarsi delle cosiddette "libecciate", cioè le violente mareggiate causate da un forte vento di SO – il Libeccio, appunto – che può soffiare con velocità fino ai 90 km orari, svolgendo "un'intensa azione morfodinamica sugli arenili e sui manufatti che si aggettano sul mare" (RAPETTI-VITTORINI, 1994, p. 116)⁶⁷.

66 I dati sulle precipitazioni rilevati negli anni 1956-1985 derivano dagli Annali Idrologici (RAPETTI-VITTORINI, 1994, p. 111; PINNA M., 1997, p. 60).

67 È da notare che la fascia boscata costiera del Parco Regionale di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli (Migliarino, San Rossore, Tombolo) esercita un ruolo fondamentale, proteggendo le colture e gli abitati delle zone interne dai violenti venti occidentali (CECCHIELLA-PINNA, 1997, p. 7), come risulta chiaro confrontando i dati relativi al regime anemometrico a Pisa e a San Rossore (RAPETTI-VITTORINI, 1978, pp. 8-10; RAPETTI-VITTORINI, 1994, pp. 61-62).

1.5 LA VEGETAZIONE

Il popolamento vegetale di ogni territorio riflette molteplici influenze geografiche e geomorfologiche, climatiche e, naturalmente, antropiche. Nella pianura di Pisa, tuttavia, la sinergia dei vari elementi ha dato luogo ad un paesaggio vegetale estremamente variato con zone di alto valore naturalistico, oggi tutelate dalle leggi del Parco Regionale. La natura del clima (*supra*), infatti, consente la presenza contemporanea di associazioni vegetali tipiche dell'ambiente mediterraneo e di quello medioeuropeo, mentre il particolare ecosistema delle selve costiere e delle aree umide ha permesso anche la sopravvivenza di specie tipiche di climi tropicali o glaciali. D'altra parte l'attività umana ha radicalmente trasformato l'originario paesaggio vegetale della pianura, che fino al periodo romano doveva essere coperta da una densa foresta planiziaria⁶⁸. I molteplici interventi antropici succedutisi nei secoli (pratiche agricole, bonifiche, disboscamenti, urbanizzazione) si sono concentrati prevalentemente nelle zone più interne, mentre la zona costiera ha mantenuto un aspetto abbastanza naturale. La peculiare vicenda storica, caratterizzata dalla presenza nella fascia più prossima al mare di grandi tenute a gestione privata, ha consentito la conservazione dei valori ambientali delle selve litoranee e di alcune aree umide, tra le quali spicca quella del Lago di Massaciuccoli (*Dal Calambrone*, 1987, pp. 21-25; CAVALLI-LAMBERTINI, 1990, pp. 19-25).

Per quanto riguarda la copertura vegetale, nella pianura di Pisa, pur con qualche schematizzazione, è possibile riconoscere quattro ambienti fondamentali: gli arenili litoranei, le zone umide, le selve costiere e le aree agricole (CAVALLI-CENNI, 1997; PINNA S., 1997a, p. 91).

Arenili e dune litoranei

Del litorale sabbioso che orla la fascia costiera della pianura di Pisa da Viareggio a Livorno, soltanto il settore settentrionale ha mantenuto caratteri naturali. Il tratto a S della foce dell'Arno, infatti, ha subito pesanti alterazioni in seguito alla realizzazione degli insediamenti di Marina di Pisa, Tirrenia e Calambrone. Tutto il litorale è per di più fortemente

68 La foresta planiziaria è l'associazione vegetale tipica delle pianure dell'Italia centrosettentrionale – oggi scomparsa quasi ovunque – e composta prevalentemente da caducifoglie mesoigrofile (CAVALLI, 1993). A testimonianza della diffusione del bosco in tutta la pianura di Pisa si può citare il ritrovamento in varie località (Vicopisano, Cascina, Madonna dell'Acqua) di grandi ceppi di querce (CHERUBINI-DEL RIO-MAZZANTI, 1985, p. 159).

minacciato dall'erosione marina – innescata localmente anche dalla costruzione di alcune strutture artificiali presso la foce dell'Arno e del Fiume Morto (*supra*) – e dall'azione distruttrice degli aerosol marini, miscele tossiche di acqua e tensioattivi derivanti dall'inquinamento dei fiumi⁶⁹ (CAVALLI-LAMBERTINI, 1990, pp. 230-232; CAVALLI-CENNI, 1997). A Marina di Pisa, dove il fenomeno di arretramento del litorale è stato particolarmente intenso, una barriera artificiale eretta a difesa dell'abitato ha preso il posto dell'originario arenile sabbioso, mentre a Tirrenia si sono costruiti "pennelli" trasversali. D'altronde, in alcuni tratti, dove l'urbanizzazione è più modesta (tra Marina di Pisa e Tirrenia e nella zona del Calambrone), l'ambiente delle sabbie e delle dune ha mantenuto qualche elemento della vegetazione originaria, caratterizzata dalla presenza di una serie di associazioni vegetali diverse man mano che ci si allontana dal mare verso l'interno. In questo contesto, le cenosi più importanti sono quella delle specie erbacee psammofile, che contribuiscono all'opera di fissazione delle dune, e quella delle boscaglie di ginepri, che rappresentano la transizione tra gli ambienti di spiaggia e le foreste retrostanti nei confronti delle quali esercitano una funzione protettiva dall'azione dei venti marini (*Dal Calambrone*, 1987, pp. 31-33; CAVALLI-LAMBERTINI, 1990, pp. 141-145; CAVALLI-CENNI, 1997).

Zone umide

Il processo di formazione della pianura (*supra*) rende ragione dell'abbondanza di acque superficiali che hanno dato vita a numerosi e diversificati ambienti umidi: la vasta area lacustre e palustre di Massaciuccoli, le lame delle selve costiere e le zone caratterizzate dagli affioramenti di acqua salmastra nei pressi della costa. Oggi, gran parte delle originarie aree umide sono scomparse in seguito ad una secolare opera di bonifica condotta dall'uomo, essenzialmente allo scopo di recuperare terreni all'agricoltura. Nonostante la drastica riduzione rispetto al passato, il tipico ecosistema umido non è però fortunatamente del tutto scomparso e sopravvive in particolare nella zona del lago e nei solchi intradunari delle selve costiere. L'aspetto della vasta area palustre di Stagno e Coltano – oggi completamente prosciugata – non doveva essere molto diverso da quello che caratterizza tuttora le zone circostanti il lago di Massaciuccoli, dove dominano la cannuccia di palude (*Phragmites australis*) e il falasco (*Cladium mariscus*), specie tipiche dei paesaggi di padule. Nelle depres-

69 L'aerosol marino portato dal vento sulle foglie degli alberi più vicini alla costa ne causa rapidamente la morte. Il fenomeno è particolarmente grave perché si combina con la tendenza del litorale all'arretramento: le dune, infatti, private della vegetazione vengono più rapidamente erose dall'azione combinata del mare e del vento. Per ovviare ai danni arrecati all'ambiente, l'Ente Parco è intervenuto con una paziente opera di rimboschimento che in questi anni sta cominciando a dare i suoi frutti (CAVALLI-CENNI, 1997).

sioni intradunari delle lame dove affiora l'acqua di falda, oltre alle specie arboree igrofile tipiche dei boschi mesofili (ontano nero, frassino ossifillo), prospera un ampio sottobosco con predominanza di carici e giunchi⁷⁰. Nella zona meridionale della tenuta di Tombolo, alla foce del Calambrone – come nelle Lame di Fuori a San Rossore – dove la vicinanza del mare ha favorito la formazione di aree umide salmastre, prospera una flora del tutto particolare, composta, oltre che dalle varie specie di giunco, da specie alofile, come la salicornia e lo statice (*Dal Calambrone*, 1987, pp. 71-78 e 114-116; CAVALLI-LAMBERTINI, 1990, pp. 99-109; CAVALLI-CENNI, 1997).

Aree agricole

Vaste aree della pianura di Pisa, molto spesso strappate alla palude con una paziente opera di prosciugamento, sono destinate storicamente all'agricoltura. In queste zone, dove l'uomo ha inciso più profondamente nella costruzione del paesaggio attuale, permangono tuttavia caratteri seminaturali o che hanno una valenza storica sul piano paesaggistico. È il caso, per esempio, delle siepi e dei filari di alberi (cipressi, olmi campestri, pioppi) posti ai margini dei campi, con funzione di confine o di barriere frangivento. In questo contesto rientrano le piccole aree boscate di latifoglie presenti a Coltano, che delimitano il territorio, separando l'area storicamente emersa da quella impaludata; tra queste, di eccezionale valore è l'associazione vegetale del Bosco degli Allori, caratterizzato dalla presenza insieme all'alloro, del carpino bianco e del cerro⁷¹.

Aree boscate

Le selve costiere delle tenute di Tombolo, San Rossore e Migliarino sono uno degli elementi di maggior pregio naturalistico all'interno del parco, coprendo circa il 55% della superficie della tenuta di Tombolo (3037 ha) e il 40% (9189 ha) dell'intera area protetta (CAVALLI-CENNI, 1997)⁷². Pur ampiamente rimaneggiate dall'intervento umano, queste

70 Nella tenuta di Tombolo sono presenti anche alcune specie di liane, rarissime in Italia (*Periploca graeca* e *vitalba*), di origine mediorientale tipiche di climi semi-tropicali. Invece, in alcune zone molto fresche delle tenute di San Rossore e Migliarino prosperano gli sfagni, specie di muschi caratteristiche delle torbiere nordeuropee (*Dal Calambrone*, 1987, pp. 24 e 116).

71 La presenza del cerro al posto della farnia, che domina nelle altre aree del parco, è spiegabile in rapporto al terreno più asciutto e al clima leggermente più caldo e meno piovoso (CAVALLI-LAMBERTINI, 1990, pp. 51-52).

72 Nella tenuta di Coltano, dove predominano le zone agricole, il bosco rappresenta soltanto il 6% della superficie (229 ha) (CAVALLI-CENNI, 1997).

aree boscate costituiscono uno dei rari esempi in Italia della foresta planiziaria che originariamente orlava le coste di tutta la penisola. I boschi attuali, nonostante la forte riduzione rispetto all'antichità quando coprivano l'intera superficie della pianura di Pisa, si sono conservati grazie alla presenza nella fascia costiera di grandi tenute a gestione privata e pertanto sottratte alle vicende dei territori circostanti, dove le foreste hanno dovuto cedere il posto all'agricoltura.

La caratteristica del paesaggio vegetale delle selve costiere è costituita dalla presenza di tre differenti tipi di bosco che si alternano in strisce longitudinali, seguendo la successione dei tomboli e delle lame⁷³. Infatti, oltre alle pinete introdotte dall'uomo negli ultimi secoli, la vegetazione costiera è composta da due associazioni vegetali: i boschi di sclerofille sempreverdi mediterranee e i boschi mesofili di caducifoglie. La compresenza di questi due tipi di bosco così diversi è dovuta – oltre che alle caratteristiche naturali del territorio, scandito dall'alternanza dei tomboli, più asciutti, e delle lame, più umide e fresche – alla situazione climatica generale. Il clima, infatti, presenta caratteri di transizione tra l'ambiente mediterraneo e quello atlantico, con temperature generalmente miti, ma precipitazioni piuttosto abbondanti⁷⁴ (*Dal Calambrone*, 1987, pp. 21-22; CAVALLI-LAMBERTINI, 1990, pp. 29-42).

I boschi mesofili di caducifoglie rappresentano la formazione vegetale tipica delle foreste planiziarie delle pianure di genesi quaternaria dell'Italia centro-settentrionale e, più in generale, della zona bioclimatica medioeuropea. La diffusione di questa cenosi, il cui elemento caratteristico è la farnia (*Quercus robur*), è legata alla presenza di falde freatiche poco profonde o al ristagno di acque meteoriche ed è quindi tipica degli ambienti più umidi. Pur avendo caratteristiche unitarie, la selva mesofila si articola in formazioni diverse: nelle zone allagate delle lame, il bosco è composto in prevalenza dall'ontano nero (*Alnus glutinosa*) e dal frassino ossofillo (*Fraxinus oxycarpa*), mentre negli ambienti meno umidi dominano, oltre alla farnia, il pioppo bianco, l'olmo campestre, il carpino bianco e talvolta il leccio (*Dal Calambrone*, 1987, pp. 22-23; CAVALLI-LAMBERTINI, 1990, pp. 48-53; CAVALLI-CENNI, 1997).

I boschi termofili di sclerofille mediterranee sono formazioni vegetali di sempreverdi, tipici del paesaggio mediterraneo, ricoprono le zone più asciutte dei cordoni dunali. Dominati dalla presenza del leccio (*Quercus ilex*), questi boschi sono piuttosto fitti; vi si

73 Le diverse tonalità di verde delle conifere, delle latifoglie decidue e delle sempreverdi mediterranee danno luogo a quella tipica 'zebratura' di questi boschi, che salta immediatamente agli occhi di chi osserva una foto aerea o un'immagine telerilevata della pianura di Pisa.

74 L'alternanza di fasi calde e fredde durante il Quaternario spiega la presenza di specie relitte legate a contesti bioclimatici molto diversi: nelle foreste convivono specie boreali e nordiche, come gli sfagni, e specie atlantiche, come la felce florida e la periploca (*Dal Calambrone*, 1987, pp. 23-24).

trovano anche la fillirea, l'alaterno, il corbezzolo e il lentisco. In alcune zone della tenuta di Tombolo, invece, il bosco vero e proprio cede il passo ad una macchia più bassa, in continuità con la vegetazione delle vicine Colline Livornesi, composta in prevalenza dal pino d'Aleppo, dalla fillirea, dal mirto, dal lentisco e dall'oleastro (*Dal Calambrone*, 1987, pp. 22-23; CAVALLI-LAMBERTINI, 1990, pp. 42-48; CAVALLI-CENNI, 1997).

Accanto ai boschi originari di caducifoglie mesofile e di sclerofille mediterranee, caratterizzano il paesaggio delle tenute del Parco vaste pinete di origine artificiale, introdotte a partire dal XVI secolo, ma soprattutto nel periodo a cavallo tra Sette e Ottocento. Impiantate essenzialmente per motivi economici, legati alla produzione di legname e di resina, ma soprattutto di pinoli⁷⁵, le pinete costituiscono oggi uno degli elementi tipici del parco, come d'altronde di molti tratti del litorale toscano⁷⁶. Delle due specie diffuse nella zona, il pino domestico o pino da pinoli (*Pinus pinea*) è stato introdotto prevalentemente nelle zone interne più asciutte, in genere a scapito delle leccete originarie, dopo una capillare opera di regimazione dei corpi idrici naturali. Nella zona costiera, invece, si è preferito il pino marittimo (*Pinus pinaster*), più resistente all'azione dei venti marini, sfruttato soprattutto per l'estrazione della resina⁷⁷. Oggi le pinete hanno perso gran parte del loro interesse economico e, non essendo in grado di rinnovarsi spontaneamente, sono oggetto di una progressiva rinaturalizzazione con la diffusione spontanea delle specie originarie (*Dal Calambrone*, 1987, pp. 44-45; CAVALLI-LAMBERTINI, 1990, pp. 58-63).

75 Nelle tenute del parco, in particolare a Migliarino e a San Rossore, esisteva fino a qualche decennio fa una vera e propria "economia del pinolo", che si manifestava nelle molteplici attività di raccolta, estrazione, sguisciatura e imballaggio (CAVALLI-LAMBERTINI, 1990, pp. 215-219).

76 Le pinete venivano impiantate dopo una radicale opera di trasformazione del territorio: dapprima si procedeva alla regimazione dei piccoli corsi d'acqua con la creazione di una rete di fossi di scolo; in seguito si tagliava completamente la foresta originaria, si dissodava il terreno e infine si procedeva alla messa in posto delle piante. Le pinete iniziano il loro ciclo produttivo (pinoli) a partire dai 20 anni di età, ciclo che culmina fra i 40 e i 70 anni. Raggiunto il secolo di vita, le piante vengono tagliate per far posto ad una nuova semina (CAVALLI-CENNI, 1997).

77 Mentre il pino domestico, probabilmente di origine mediorientale e diffuso in Italia dai Romani, non ha alcun collegamento con l'ambiente naturale originario, il pino marittimo, sembra essere una specie autoctona della Toscana costiera (*Dal Calambrone*, 1987, pp. 44-45).

1.6 IL PARCO REGIONALE DI MIGLIARINO, SAN ROSSORE E MASSACIUCCOLI

Il territorio del Parco Regionale di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli occupa la fascia costiera della pianura di Pisa tra Viareggio e Livorno per una lunghezza complessiva di circa 32 chilometri e si estende verso l'interno con un larghezza variabile tra i 4 e gli 8 chilometri, comprendendo aree di grande pregio naturalistico, sfuggite all'antropizzazione che ha radicalmente trasformato il paesaggio della pianura.

Malgrado esistesse già un buon nucleo di partenza costituito dalla tenuta presidenziale di San Rossore, il parco fu istituito ufficialmente solo nel 1979 (L.R. 61, 13 dicembre 1979) al termine di un trentennio di proposte, discussioni e controversie, a causa dell'esistenza di molti progetti di sviluppo urbanistico sul territorio⁷⁸. La legge regionale includeva nell'area protetta un territorio di 21.222 ettari, suddiviso in tre zone con differenti gradi di tutela: le "aree interne" (zone boscate di Tombolo, San Rossore, Migliarino e Macchia Lucchese e lago di Massaciuccoli), le "aree agricole" lungo il basso corso dell'Arno e del Serchio e, infine, il "preparco" (Coltano e zone a N e S del lago di Massaciuccoli), dove si permetteva una limitata attività urbanistica sotto il controllo degli enti locali⁷⁹. Le redazioni del Piano Territoriale di Coordinamento (PTC) venne affidata nel 1983 ad un gruppo di architetti (Cervellati, Citterio, Corlaita), ma la sua adozione definitiva avvenne soltanto nel 1989 per intervento diretto della Regione Toscana dopo molte discussioni e con non poche alterazioni rispetto alla progettata zonizzazione. Il "piano Cervellati", infatti, sulla base di un'analisi storica delle trasformazioni recenti del territorio, prevedeva il ripristino completo delle "condizioni naturali", anche attraverso il riallagamento parziale di zone agricole bonificate (1500 ettari). Fu proprio su questo punto che si concentrarono le critiche rivolte al PTC: se la proposta di rinaturalizzare alcune aree umide conteneva molti elementi positivi

78 La proposta di destinare a parco la fascia costiera del litorale pisano nacque nel 1948 su proposta della Società Botanica Italiana e venne in seguito sostenuta da varie istituzioni (Università di Pisa e CNR) e da associazioni ambientaliste (Italia Nostra). Nonostante i molti convegni e dibattiti popolari che si sono succeduti nel corso degli anni, solo la decisione regionale del 1979 ha sancito la costituzione dell'area protetta. In questo modo si riuscì sventare l'attuazione di grossi progetti di sviluppo urbanistico che interessavano le aree costiere (lottizzazione e porto turistico a Migliarino; porto alla foce dell'Arno; espansione dell'abitato di Torre del Lago all'interno della Macchia Lucchese) (CAVALLI-LAMBERTINI, 1990, pp. 223-226). Negli ultimi anni si è comunque andati incontro alla realizzazione di vari comparti residenziali, soprattutto a Tirrenia e a Calambrone, mentre sono in corso (2012) i lavori per la realizzazione del contestato porto di Marina di Pisa nell'area ex Motorfides (*Là dove c'era l'erba*, 2010).

79 Il tipo di zonizzazione adottata era quello del Parco Naturale del Ticino, il primo parco regionale italiano, istituito nella prima metà degli anni Settanta.

legati alla considerazione dell'inutilità o dell'inefficienza di molte bonifiche effettuate nella prima metà del Novecento per prosciugamento meccanico, è altrettanto vero che anche la lotta degli uomini contro la palude costituisce una costante nella storia della pianura di Pisa e pertanto è anch'essa un elemento essenziale del paesaggio umano (ANCONA-CANIGIANI, 1989, pp. 48-52; CAVALLI-LAMBERTINI, 1990, pp. 223-229; MELI, 2004).

Attualmente il parco, il cui PTC è stato definitivamente approvato nel 1991 (L.R. 42, 12 agosto 1991), si estende su 23114 ettari suddivisi in zone interne (gestite direttamente dall'Ente Parco) e zone esterne, in cui, ferma restando la normativa vincolistica, i provvedimenti promulgati dal Parco devono essere convalidati dagli enti locali. Dal punto di vista amministrativo, l'area protetta si compone di sette comparti, che corrispondono alle tenute e fattorie storiche, per i quali vengono elaborati singoli piani di gestione (Tenuta Borbone e Macchia Lucchese, Lago e padule settentrionale di Massaciuccoli, padule meridionale di Massaciuccoli, Migliarino, San Rossore, Tombolo, Coltano e Castagnolo). Sotto il profilo urbanistico, invece, l'assetto del parco è regolato da sei tipi di zone in rapporto alle tipologie di ambienti esistenti (PINNA S., 1997a, pp. 96-99; MELI, 2004):

- le aree boscate, dove l'Ente Parco provvede al mantenimento del patrimonio forestale esistente e alla gestione delle pratiche di rimboschimento;
- le zone umide, per le quali è previsto un regime di tutela assoluta (si auspica inoltre il ri-allagamento graduale di piccole aree di bonifica a bassa o nulla produttività agricola);
- gli arenili, per i quali l'amministrazione si occupa del ripristino delle caratteristiche morfologiche originarie e promuove interventi volti a limitare i danni derivanti dall'inquinamento e dall'erosione del litorale;
- i corpi idrici, che l'Ente Parco mantiene in efficienza in modo da consentire il regolare deflusso delle acque;
- le aree agricole, la cui tutela, nel rispetto di alcuni parametri di compatibilità ambientale, è strumento fondamentale di conservazione dei valori naturali e paesaggistici: il PTC prevede la suddivisione delle aree agricole in due tipologie: le Zone Agricole di Sviluppo, dove si mantengono destinazioni d'uso esistenti e la gestione è orientata all'ottimizzazione della produzione, e le Zone Agricole di Ripristino Ambientale, dove vengono incentivate pratiche colturali di basso impatto, volte alla salvaguardia, sia dell'ambiente naturale, che dei valori storici del paesaggio⁸⁰;
- le riserve naturali, che comprendono 15 aree di particolare valore ambientale, dove si applicano forme di tutela integrale del patrimonio vegetale e faunistico.

80 In questo senso l'ente parco ha condotto vari interventi volti al ripristino o alla conservazione delle colture promiscue tradizionali, delle alberature o delle siepi e ha promosso lo sviluppo di un'agricoltura eco-compatibile caratterizzata da un impiego modesto di prodotti chimici (CAVALLI-CENNI, 1997; MELI, 2004).

Nel complesso, il Parco Regionale di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli deve affrontare non pochi problemi legati alla forte pressione antropica di cui tutta la pianura di Pisa è oggetto. L'area protetta si inserisce, per così dire quasi miracolosamente, in un comprensorio fortemente urbanizzato per la presenza di popolose città e complessi industriali (Pisa, Livorno e Viareggio) e che è interessato dal passaggio di grandi infrastrutture stradali (statale Aurelia, autostrada Livorno-Genova, superstrada Firenze-Pisa-Livorno) e ferroviarie. Inoltre nelle tenute di Tombolo e Coltano hanno sede importanti insediamenti militari (la base militare americana di Camp Darby e il Centro Ricerche Esperienze Strategiche Aeronautica Militare presso Tombolo, il Centro Radio Nato di Coltano, la base radar di Tirrenia), la cui presenza è del tutto incompatibile con i valori ambientali del territorio, anche perché le strutture militari sono sottratte ad ogni normativa urbanistica (CAVALLI-LAMBERTINI, 1990, pp. 229-232; PINNA S., 1997a, pp. 100-103).

2.

L'EVOLUZIONE GEOLOGICA DAL MIOCENE SUPERIORE ALL'OLOCENE

La pianura pisana, come è già stato accennato, è impostata su una parte della fossa tettonica detta Bacino Pisano-Versiliese. Un potente materasso di sedimenti ha progressivamente colmato la depressione originatasi nel corso del Miocene superiore, portando alla costruzione della pianura attuale. Nel processo di formazione di questo “substrato”, protrattosi fino all'epoca attuale, sono intervenuti più fattori che hanno condizionato la sedimentazione (in particolare, i movimenti tettonici e le glaciazioni). È soprattutto in base a questi elementi, oltre che in rapporto alla natura litologica delle formazioni, che nel sottosuolo della pianura di Pisa sono stati individuati tre livelli: substrato profondo, intermedio e superiore¹. Il “substrato profondo” comprende tutte le formazioni poste al di sotto dei primi sedimenti del complesso neoautoctono², in genere anteriori al Miocene superiore (prima di 7,5 milioni di anni da oggi, d'ora in avanti MA). Il “substrato intermedio” è formato da tutti i sedimenti depositi tra il Miocene superiore e il Pleistocene inferiore per cause tettoniche (5,2-0,7 MA). Il “substrato superiore” è composto dalle formazioni del Pleistocene medio e superiore e dell'Olocene, la cui deposizione è legata alle variazioni eustatiche del livello marino dovuti alle grandi glaciazioni quaternarie (0,7 MA-oggi).

Analizzando le successioni sedimentarie che compongono il substrato, è possibile seguire la storia geologica e ricostruire l'evoluzione paleogeografica della pianura di Pisa. Gli aspetti geologici e geomorfologici della pianura pisana, e più in generale della Toscana, sono oggetto di molti studi che affrontano l'argomento sotto diverse prospettive: studi sistematici sulla storia e la geomorfologia della pianura di Pisa (FANCELLI ET AL., 1986; DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987; MAZZANTI, 1997; DALL'ANTONIA-MAZZANTI, 2001), sulla paleogeografia del Valdarno inferiore (FEDERICI-MAZZANTI, 1988), sulle pianure costiere della Toscana (FEDERICI-MAZZANTI, 1995), sulle caratteristiche geologiche della Toscana costiera (PARDI, 1993).

1 La suddivisione del substrato in tre parti si deve a FANCELLI ET AL., 1986.

2 Il termine “neoautoctono” è riferito al complesso dei sedimenti depositi nelle fosse tettoniche formatesi dopo l'episodio orogenetico appenninico, dal Miocene superiore ad oggi.

2.1 L'ORIGINE DELLA PIANURA

L'importanza del substrato profondo, definito come insieme delle rocce più antiche del Miocene superiore, risiede nel fatto che la sua superficie superiore, che costituisce il basamento sul quale si sono deposte le formazioni del complesso neoautoctono, corrisponde ad un cambiamento di grande importanza nello sviluppo tettonico e geologico della pianura di Pisa, cioè la fase culminante degli episodi compressivi che portarono all'emersione del Paleo-Appennino e l'inizio dei fenomeni distensivi, che dettero origine alla fossa tettonica Pisano-Versiliese.

La ricostruzione della superficie del "tetto" del substrato profondo è stata affrontata sulla base di sondaggi in profondità ed indagini effettuate con prospezioni geofisiche³ (FANCELLI ET AL., 1986, pp. 27-28; DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, p. 58; MAZZANTI-RAU, 1994, pp. 78-79; MAZZANTI, 1997, pp. 13-16). I quattro sondaggi profondi effettuati presso Pontedera, Zannone, Poggio e Tombolo hanno rivelato la presenza di rocce del substrato profondo rispettivamente alle profondità di -706 m, -387 m, -790 m e circa -2200 m⁴, mentre grazie alle prospezioni geofisiche⁵, effettuate sia in terra che in mare, è stato possibile ricostruire una carta delle isobate del tetto del substrato profondo⁶. Da questi studi risulta chiaro come la pianura di Pisa, insieme alla contigua Versilia e al

3 Mentre le perforazioni profonde forniscono risultati estremamente precisi, ma presentano l'inconveniente di fornire informazioni puntiformi, oltre ad essere molto costose, le prospezioni geofisiche, pur con qualche approssimazione, forniscono informazioni valide sulle formazioni rocciose del sottosuolo a costi moderati (FANCELLI ET AL., 1986, p. 28; MAZZANTI-RAU, 1994, pp. 77-78).

4 I tre sondaggi di Pontedera, Zannone e Poggio, eseguiti negli anni Sessanta dall'Agip Mineraria per ricerche di idrocarburi, sono stati studiati da GHELARDONI ET AL., 1968 (FANCELLI ET AL., 1986, p. 28; DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, p. 58). Per il sondaggio di Tombolo, solo parzialmente studiato, si veda MAZZANTI-RAU, 1994, p. 78.

5 Le indagini con prospezioni geofisiche sfruttano le differenze esistenti tra le rocce del substrato profondo e quelle del substrato intermedio e superiore. Infatti le rocce più antiche sono ampiamente piegate e interessate da fenomeni di scistosità, mentre quelle del complesso neoautoctono ne sono del tutto prive e interessate soltanto da compattazione diagenetica (DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, p. 58).

6 Le indagini geofisiche, effettuate con rilievo sismico a riflessione continua, sono state eseguite dall'Agip Mineraria per la parte a terra (GHELARDONI ET AL., 1968) e dal Progetto Finalizzato Geodinamica del CNR - *Neotectonic Map of Italy* (DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, p. 58). Per la carta si è fatto riferimento a MAZZANTI-RAU, 1994, p. 32.

bacino delle valli di Tora e Fine⁷ siano impostati su una grande fossa tettonica (*graben*)⁸ di forma approssimativamente triangolare, allungata in direzione NO-SE, nota come Bacino Pisano-Versiliese⁹. Una serie di rilievi, che costituiscono gli “alti” tettonici (pilastrì), scampati agli sprofondamenti miocenici, delimita questo *graben*, profondo fino a 2200 m nella zona centrale: verso NE le Alpi Apuane, i Monti d'oltre Serchio e il Monte Pisano, verso S i Monti di Casciana e i Monti Livornesi e verso O il complesso di dorsali, attualmente sommerse dal mare, della Meloria e di Maestra¹⁰.

L'analisi dell'andamento e della disposizione delle isobate del tetto del substrato profondo mostra la presenza, lungo i margini della pianura, al piede dei rilievi che la delimitano a E, a S e a O, di pareti molto ripide – sepolte nei sedimenti del complesso neoautoctono – che rappresentano gli allineamenti di faglie dirette ad andamento appenninico che individuano la fossa tettonica¹¹.

Le rocce del substrato profondo della pianura di Pisa appartengono alle tre grandi formazioni sedimentarie che compongono l'ossatura geologica dell'intera regione: la Serie Toscana metamorfica, la Serie Toscana non metamorfica (o Falda Toscana) e le Coltri Ligu-

7 Sembra opportuno considerare il bacino delle valli di Tora e Fine, come parte della grande fossa che comprende anche la pianura di Pisa e la Versilia (MAZZANTI-RAU, 1994, pp. 77-89; MAZZANTI, 1997, pp. 14-15). Questo bacino, però, durante il Pleistocene medio fu interessato dal sollevamento epirogenetico che portò alla formazione delle Colline Livornesi e Pisane (FEDERICI-MAZZANTI, 1988; LAZZAROTTO-MAZZANTI-NENCINI, 1990).

8 Una fossa tettonica o *graben* è in genere prodotta da un movimento distensivo della crosta terrestre, che si manifesta con la formazione di una serie di fratture della crosta stessa (faglie), le quali fanno sì che alcune porzioni sprofondino (fosse), mentre altre mantengano più o meno le quote originarie (pilastrì o *horst*) (CASTIGLIONI, 1991, pp. 50 e seguenti).

9 Il Bacino Pisano-Versiliese (DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987) è stato definito con molti nomi diversi: “fossa Versiliese-Pisana” (FANCELLI ET AL., 1986), “Bacino di Viareggio” (MAZZANTI-PASQUINUCCI, 1983; FEDERICI-MAZZANTI, 1995), “bacino neoautoctono di Viareggio-Pisa-Valli di Tora e Fine” (MAZZANTI-RAU, 1994), “fossa tettonica della Versilia-Pianura di Pisa-Colline Livornesi” (MAZZANTI, 1997).

10 Dal punto di vista paleogeografico, sulla base dell'esame degli affioramenti di rocce più antiche del Miocene superiore, è stato possibile individuare nella Toscana costiera settentrionale, tre dorsali, cioè allineamenti di rilievi che hanno resistito allo sprofondamento delle fosse (pilastrì tettonici). La Dorsale Medio Toscana, la cui ossatura è costituita in prevalenza di rocce calcaree appartenenti alla Serie Toscana Metamorfica, che descrive un arco, dalle Apuane attraverso i Monti d'oltre Serchio, il Monte Pisano e il Cornocchio, giungendo fino alla Montagnola Senese e a Monte Leoni. La cosiddetta Dorsale Peritirrenica, parallela alla precedente, ma più orientale, che riuniva i Monti di Casciana Terme, i Monti della Gherardesca, quelli di Campiglia, il Massoncello e la parte orientale dell'Elba. La dorsale Meloria-Vada, forse un tempo unita al massiccio dei Monti Livornesi, la cui definizione è piuttosto problematica a causa dell'attuale stato di sommersione da parte del mare (MAZZANTI, 1997, pp. 25 e seguenti).

11 L'area della Toscana nordoccidentale è interessata da un complesso sistema di faglie, la cui struttura è ancora in corso di studio (DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, p. 58; MAZZANTI-RAU, 1994, pp. 78-79).

ri e Subliguri (o Liguridi)¹². Le tre serie, formatesi in bacini sedimentari distinti, sono state ampiamente dislocate, piegate e fratturate dai fenomeni tettonici, compressivi e distensivi, collegati all'orogenesi appenninica¹³. Le spinte compressive, prodotte dalla collisione continentale tra la zolla africana e quella europea, dapprima portarono i bacini di sedimentazione ad accavallarsi gli uni sugli altri, successivamente all'emersione vera e propria dell'edificio appenninico, avvenuta nel corso del Miocene superiore. Nelle epoche successive, il sollevamento è proseguito – seppure con minore intensità – spostandosi da O verso E come una gigantesca onda e portando lo spartiacque a muoversi costantemente verso oriente¹⁴. Alla fine, anche se la disposizione è molto complessa, alla base è venuta a trovarsi la Serie Toscana Metamorfica, che può essere considerata autoctona, e più in alto la Falda Toscana, che è sovrascorsa sulla precedente, portando con sé le Coltri Liguri, alloctone. In realtà, le tre serie, come già accennato, sono state piegate e dislocate in maniera molto complessa durante l'orogenesi, mentre i successivi movimenti distensivi le hanno ulteriormente fratturate.

A partire dal Miocene superiore (12-5,2 MA), infatti, mentre continuavano i sollevamenti sul versante esterno del Paleo-Appennino, in quello interno, già interessato dall'orogenesi, i fenomeni distensivi, portarono alla formazione di grandi fosse tettoniche in seguito alla formazione di fasci di faglie dirette. Più in generale, l'evoluzione geologica dell'intera regione compresa tra la Corsica e l'attuale spartiacque appenninico, dal Miocene superiore ad oggi, va messa in relazione con l'apertura e lo sviluppo nel retroarco della catena appenninica dello sfenocasma¹⁵ ligure-tirrenico, cioè un grande solco di forma

12 Le successioni litologiche delle Serie Toscana e Ligure sono frutto dei processi sedimentari avvenuti dal Triassico (circa 210 MA) al Miocene inferiore (circa 7,5 MA) in bacini adiacenti, ma tra loro distinti. Caratteristiche della Serie Ligure sono le ofioliti (le caratteristiche "pietre verdi", diffuse in tutto l'Appennino settentrionale), la cui natura magmatica indica la loro deposizione in prossimità di una dorsale oceanica. La Serie Toscana metamorfica è composta in prevalenza da sedimenti di natura calcarea o arenaceo-calcarea, evidenti sulle Alpi Apuane e sul Monte Pisano. Nella Serie Toscana non metamorfica, detta anche Falda Toscana perché le spinte orogenetiche fecero sovrascorrere le formazioni che la compongono su quelle della Serie Toscana metamorfica ("raddoppio della serie Toscana"), dominano le formazioni arenacee caratteristiche dell'Appennino toscano (PARDI, 1993, pp. 17-18).

13 Sull'orogenesi appenninica esiste una vastissima bibliografia per la quale si rimanda a quanto citato in: FANCELLETTI ET AL., 1986; FEDERICI-MAZZANTI, 1988; PARDI, 1993.

14 Al momento dell'emersione l'edificio appenninico doveva trovarsi molto più ad occidente dell'attuale, nell'area oggi occupata del Mare Tirreno. La deriva verso oriente dell'intera struttura è testimoniata dall'età sempre più recente delle rocce, man mano che ci si sposta verso E, dato che il sopraggiungere dei sollevamenti ne interrompeva la sedimentazione (PARDI, 1993, p. 19).

15 Il termine sfenocasma, alla lettera "apertura a (forma di) cuneo" (dal greco σφενός "cuneo" e χάσμα "apertura"), indica un'apertura tettonica di dimensioni regionali, che tende ad assumere forma triangolare, perché si apre progressivamente in una direzione, mentre una zona rimane più stabile fungendo da perno (lo sfenocasma ligure-tirrenico è ad apice settentrionale e progradazione antioraria). La sua formazione segue in genere una fase di compressione che produce un raccorciamento e un ispessimento della crosta terrestre, men-

triangolare, composto da una successione di fosse tettoniche, apertesi progressivamente da O verso E, immediatamente alle spalle delle aree appena sollevate¹⁶. È appunto in questo contesto che si è formata la fossa Pisano-Versiliese, che, subito invasa dalle acque, cominciò a colmarsi di sedimenti dando inizio alla formazione del substrato intermedio: comincia la storia vera e propria della pianura di Pisa (*infra*).

tre la successiva distensione causa un allungamento e un assottigliamento. In un primo momento si formano in superficie una serie di fasci di faglie, longitudinali, parallele al fronte dei sollevamenti, che individuano fosse, cioè aree ribassate della crosta, ed altre più stabili, i pilastri. Successivamente, l'assottigliamento della crosta è compensato da una seconda fase di generale sollevamento detta epirogenesi, dovuta alla spinta verso l'alto esercitata dal sottostante mantello. Nelle aree sprofondate, invase dalle acque continentali o marine, si depositano grandi quantità di sedimenti (serie neautoctona) (MAZZANTI, 1997, pp. 18-19).

- 16 Dal punto di vista paleogeografico, vale la pena di rilevare come i grandi movimenti tettonici, compressivi e distensivi, abbiano influenzato l'evoluzione della rete idrografica. Infatti, secondo l'interpretazione di MAZZANTI-TREVISAN, 1978, l'attuale Toscana doveva essere in origine attraversata da E a O da corsi d'acqua tributari del PaleoAdriatico. In seguito, gli spostamenti dello spartiacque principale dell'Appennino, dovuti alla deriva verso E dei movimenti, prima compressivi, poi distensivi, hanno sottratto progressivamente ai fiumi i tratti "a monte" dei loro corsi, ma le valli da essi scavate, seppure spezzate e fratturate dalla distensione, sono rimaste ed in seguito riutilizzate per alcuni tratti in senso inverso dai fiumi tributari del Tirreno (MAZZANTI-TREVISAN, 1978; FEDERICI-MAZZANTI, 1988; MAZZANTI, 1997).

2.2 DAL MIOCENE SUPERIORE AL PLEISTOCENE INFERIORE

Il substrato intermedio corrisponde – secondo la definizione introdotta da FANCELLI ET AL., 1986 (*infra*) – alla porzione del sottosuolo della pianura di Pisa costituita dal “pacco di sedimenti che si è deposto dal Miocene superiore alla fine del Pleistocene inferiore” (FANCELLI ET AL., 1986, p. 28) principalmente a seguito di movimenti tettonici. Nella fossa Pisano-Versiliese, infatti, dopo la sua formazione, si sono accumulati grandi spessori di sedimenti marini e continentali, la cui deposizione è da connettere, oltre che all’evoluzione tettonica dell’area toscana, alle vicende geodinamiche dell’intero bacino del Mediterraneo.

Per il substrato intermedio, se si eccettuano i quattro sondaggi profondi (*supra*), le cui stratigrafie non sono però state studiate nei dettagli, si hanno a disposizione soltanto notizie indirette. Le uniche informazioni possono essere tratte dallo studio dei sedimenti che affiorano nelle Colline Livornesi e Pisane al margine meridionale della pianura di Pisa. D’altra parte, l’immersione regolare in monoclinale di questi sedimenti al di sotto di quelli superficiali della pianura consente di estrapolare con relativa sicurezza le informazioni relative alle serie affioranti nelle Colline Livornesi e Pisane per la ricostruzione del substrato intermedio della pianura di Pisa o almeno della sua parte meridionale, oggetto specifico di questo studio¹⁷. La sezione cosiddetta della Strada degli Archi tra Livorno e Nugola, particolarmente ben esposta e significativa, è stata quasi unanimemente presa a modello della serie sedimentaria depostasi nell’intervallo cronologico compreso fra il Miocene superiore e il Pleistocene inferiore¹⁸. Analizzando le singole formazioni che compongono la successione secondo l’ordine della deposizione è possibile seguire l’evoluzione geodinamica e paleogeografica della zona¹⁹.

La serie del Miocene superiore inizia con i “Conglomerati e sabbie di base” di ambiente fluvio-deltizio che, sormontando su base discordante la superficie del tetto del substrato profondo, rappresentano la fase iniziale dell’evento trasgressivo legato allo sprofondamento della fossa

17 Le informazioni fornite dai pochi sondaggi profondi effettuati, la grande variabilità locale delle serie stratigrafiche, oltre alla presenza di faglie attive nel sottosuolo della pianura di Pisa, rendono comunque necessaria molta cautela nell’estendere i dati delle stratigrafie affioranti nelle Colline Livornesi e Pisane al substrato intermedio della pianura di Pisa (FANCELLI ET AL., 1986, p. 28; DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, pp. 56-61; MAZZANTI-RAU, 1994, pp. 79-80).

18 La successione della Strada degli Archi è stata studiata nel dettaglio da BOSSIO ET AL., 1981 e da GIANNELLI ET AL., 1982 e, dato il suo valore esemplare, è stata riproposta anche in molti studi sulla pianura di Pisa e sulle Colline Livornesi e Pisane (FANCELLI ET AL., 1986; LAZZAROTTO-MAZZANTI-NENCINI, 1990; MAZZANTI-RAU, 1994).

19 Per l’argomento, trattato da un’ampia bibliografia (*supra*), si è fatto riferimento in particolare a FEDERICI-MAZZANTI, 1988, di cui si segue la suddivisione cronologica, e a FANCELLI ET AL., 1986, cui si devono i nomi delle formazioni che compongono la serie della Strada degli Archi.

Pisano-Versiliese. La formazione delle "Argille lagunari", sovrapposta alla precedente, deposta in ambiente di acque basse continentali o marine, segna un approfondimento del bacino di sedimentazione. La deposizione delle Evaporiti è da collegare in tutto il Mediterraneo occidentale con la "diminuzione o l'interruzione totale delle comunicazioni fra questa area e l'Oceano Atlantico in un clima tropicale" (FANCELLI ET AL., 1986, p. 32). Le successive "Sabbie, argille e conglomerati al tetto del Miocene superiore", deposti in un ambiente di acque poco profonde e a debole salinità ("lago-mare"), testimoniano il perdurare della situazione di isolamento idrico del Mediterraneo, ma in una fase climatica notevolmente più umida. Nel complesso, la sedimentazione del Miocene superiore (Messiniano) corrisponde alla fase geodinamica di sprofondamento del bacino di Viareggio, mentre lo spartiacque appenninico si trovava molto più ad occidente dell'attuale in corrispondenza della linea Apuane-Monte Pisano-Montalbano-Chianti²⁰.

L'intervallo cronologico Pliocene inferiore-inizio Pliocene medio è caratterizzato dalla grande trasgressione che interessò tutta la Toscana centro-occidentale, ponendo le basi per la formazione dell'attuale paesaggio collinare. Lungo la Strada degli Archi la successione pliocenica è formata da tre grossi banchi di "Argille azzurre" alternati ad altrettanti banchi di "Sabbie gialle", tutti di ambiente marino. La natura sedimentologica di questi banchi lascia supporre che la trasgressione del Pliocene inferiore sia avvenuta in due fasi: una prima caratterizzata dal veloce innalzamento del livello marino, dovuta alla riapertura degli scambi idrici tra Mediterraneo e Atlantico ("trasgressione acqua su acqua"), e una seconda fase di ampliamento delle zone invase dal mare e di approfondimento delle fosse²¹ (FEDERICI-MAZZANTI, 1988, p. 584). Il livello superiore di sabbie, "composto prevalentemente di materiale clastico di origine litoranea" (MAZZANTI-RAU, 1994, p. 67), rappresenta la fase regressiva del ciclo sedimentario del Pliocene inferiore. Dal punto di vista paleogeografico, in questo periodo il dominio marino raggiunse la sua massima estensione arrivando a coprire, con l'eccezione di pochi rilievi che emergevano a guisa di isole, quasi tutta la Toscana centro-occidentale.

La totale assenza in tutta la Toscana di sedimenti marini ascrivibili al periodo compreso tra la fine del Pliocene medio e il Pliocene superiore fa pensare ad una completa emersione di tutta

20 La rete idrografica di questo periodo di grandi movimenti tettonici è di difficile ricostruzione. Si può solo ipotizzare, conformemente al modello proposto da MAZZANTI-TREVISAN, 1978 (*supra*), la presenza di un'idrografia tributaria dell'Adriatico a E delle Apuane e dei Monti d'oltre Serchio e di bacini endoreici in corrispondenza delle fosse (FEDERICI-MAZZANTI, 1988, p. 583).

21 Il primo banco di argille, frutto di una sedimentazione di mare profondo, si sovrappone in concordanza al livello del lago-mare, facendo supporre un rapido innalzamento delle acque. I primi due banchi di sabbie sono stati considerati "tipici di mare profondo e dovuti a risedimentazione di depositi più litorali" (FANCELLI ET AL., 1986, pp. 32-33) e sarebbero indice di un allargamento e di un ampliamento del bacino di sedimentazione. Gli altri due banchi di "Argille azzurre" presentano caratteri sedimentologici analoghi a quelli del precedente, se si fa eccezione per gli ultimi metri del banco superiore per i quali è stata notata una diminuzione del livello delle acque (FANCELLI ET AL., 1986, pp. 32-33; MAZZANTI-RAU, 1994, p. 67).

l'area e probabilmente anche di una parte, ancora non ben precisabile, della piattaforma continentale antistante²², dovuta al sollevamento epirogenetico²³. La presenza di laghi in Garfagnana e nel Valdarno superiore testimonia che la tettonica distensiva aveva raggiunto nel corso del Pliocene superiore queste aree e che probabilmente il crinale appenninico si era spostato più a oriente, in corrispondenza dell'attuale Appennino lucchese-Montalbano-Pratomagno (FEDERICI-MAZZANTI, 1988, pp. 19 e 35; MAZZANTI, 1997, pp. 584-585). Il Pleistocene inferiore vide lo sviluppo di una nuova trasgressione di proporzioni più ridotte, che interessò esclusivamente l'attuale pianura di Pisa – la quale fu occupata da un vasto golfo (*Sinus Pisanus*) – la bassa Valdicecina e la zona compresa tra il Monte Pisano e il Montalbano, dove si formò un vasto bacino lacustre (lago delle Pianore). Lungo la Strada degli Archi, il ciclo trasgressivo è rappresentato da un banco di "Sabbie e argille ad *Arctica*"²⁴ di ambiente marino di acque basse, alle quali si sovrappongono in concordanza le "Sabbie di Nugola Vecchia" che rappresentano la fase di chiusura del ciclo marino. Di fronte al generale sollevamento epirogenetico di tutta la Toscana occidentale, gli sprofondamenti tettonici del Pleistocene inferiore – limitati ad aree circoscritte – sono stati interpretati come fenomeni indotti da una nuova migrazione verso E della tettonica distensiva²⁵. È di questo periodo, infatti, l'apertura delle fosse di Firenze, del Mugello e del Casentino e la seconda fase della fossa del Valdarno superiore, mentre lo spartiacque appenninico raggiungeva all'incirca la posizione attuale (FEDERICI-MAZZANTI, 1988, p. 584; PARDI, 1993, p. 29). La completa emersione della Toscana marittima in seguito ad una nuova fase di sollevamento epirogenetico rende ragione dell'assenza di sedimenti del periodo Pleistocene inferiore-inizio Pleistocene medio. Dal punto di vista paleogeografico, il paesaggio non doveva essere molto dissimile da quello del Pliocene superiore, mentre l'idrografia tendeva ad assumere l'assetto attuale²⁶. L'evento regressivo del tardo Pleistocene inferiore segna anche il passaggio da una sedimentazione condizionata principalmente da fattori tettonici ad una legata alle variazioni eustatiche del livello marino (glaciazioni), che è stata individuata come caratteristica del substrato superiore della pianura pisana.

22 In mancanza di osservazioni dirette è difficile stabilire l'estensione verso O dell'area continentale. Tra le testimonianze indirette, la presenza in Corsica e in Sardegna di faune evolutesi durante il Villafranchiano può essere indicativa di una vasta area emersa tra la penisola italiana e queste isole (FEDERICI-MAZZANTI, 1988, pp. 584-585; PARDI, 1993, p. 29).

23 È verosimile che dopo il sollevamento il paesaggio della Toscana centro-occidentale dovesse presentarsi come un vasto falsopiano leggermente inclinato verso N (con qualche rilievo isolato), formato dai sedimenti pliocenici emersi (MAZZANTI, 1997, p. 29).

24 L'*Arctica Islandica* è un grosso mollusco, oggi caratteristico delle acque fredde dell'Atlantico settentrionale, ma che durante il Pleistocene era presente nel Mediterraneo a seguito del raffreddamento generale delle acque dovuto alle glaciazioni (MAZZANTI-RAU, 1994, p. 68).

25 Sembra ragionevole pensare che gli sprofondamenti che hanno portato alla formazione del *Sinus Pisanus* siano da collegare all'attivazione di nuove faglie trasversali (come la faglia Livorno-Pistoia), più sensibili alle "risonanze" di movimenti tettonici più orientali (FEDERICI-MAZZANTI, 1988, p. 587).

26 Per questa fase, come per il Pliocene superiore (*supra*), resta incertezza sull'estensione verso O delle terre emerse (FEDERICI-MAZZANTI, 1988, p. 588).

2.3 DAL PLEISTOCENE MEDIO AI TEMPI STORICI

Il substrato superiore è definito come la porzione del sottosuolo della pianura pisana formatosi a partire dal Pleistocene medio, con i sedimenti depositi a seguito delle variazioni eustatiche del livello marino e da quelle degli apporti fluviali dovute alle glaciazioni quaternarie (FANCELLI ET AL., 1986, p. 34; DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, p. 58).

L'evoluzione geomorfologica durante la seconda parte del Quaternario è caratterizzata dal ruolo svolto dalle grandi oscillazioni climatiche, che hanno portato al mutamento dei sistemi morfoclimatici e quindi dei processi di modellamento delle forme del rilievo. Infatti, le variazioni del livello del mare connesse al raffreddamento e al riscaldamento del clima hanno prodotto cambiamenti sensibili nel livello di base dei fiumi, portando all'alternanza di fasi erosive (periodi glaciali) e fasi alluvionali (periodi interglaciali). Anche i cambiamenti climatici in se stessi, con il succedersi di fasi più fredde e umide ed altre più calde e asciutte, hanno direttamente influenzato il modellamento geomorfologico²⁷ (PANIZZA, 1992, pp. 169-180; PARDI, 1993, pp. 30 e seguenti).

Il substrato superiore documenta la costruzione vera e propria della pianura attuale dovuta alle variazioni glacioeustatiche del Pleistocene superiore (e in particolare al fenomeno di sovralluvionamento prodotto dalla risalita del livello marino durante l'ultima deglaciazione) e alla deposizione dei sedimenti propriamente marini della Trasgressione Versiliana. A questo proposito, il Bacino di Viareggio, e la pianura di Pisa in particolare, costituiscono un esempio molto significativo della formazione e dello sviluppo delle pianure costiere in relazione alle oscillazioni glacioeustatiche del livello marino e al ruolo svolto dagli apporti solidi dei corsi d'acqua (FEDERICI-MAZZANTI, 1995, p. 185).

La porzione più recente del substrato superiore, nonostante alcune incertezze nella datazione, è abbastanza ben conosciuta in forma diretta nel sottosuolo della pianura stessa, mentre si hanno pochissime notizie per la parte più antica. Il primo livello certo è, infatti, quello dei Conglomerati dell'Arno e Serchio da Bientina, databile al Wurm II. Per i livelli inferiori esistono poche certezze, se non le scarse informazioni ricavabili da alcuni sondaggi (*infra*; FANCELLI ET AL., 1986, p. 35; DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, pp. 61 sgg.; MAZZANTI-RAU, 1994, pp. 80-81). Per questi livelli, che corrispondono alla fase di passaggio tra il substrato intermedio e quello superiore, è comunque possibile estrapo-

27 È opportuno notare che i movimenti tettonici, fattori principali dell'evoluzione geologica dal Miocene superiore al Pleistocene inferiore, hanno continuato ad essere attivi durante il Pleistocene medio e superiore, e anzi lo sono tuttora, ma sono meno percettibili in tempi geologici relativamente brevi, mentre le trasformazioni da essi indotte sono molto più lente di quelle imputabili al glacioeustatismo (PARDI, 1993, p. 31).

lare informazioni delle stratigrafie relative al Terrazzo di Livorno e alle Colline Livornesi e Pisane, dove questo periodo è ben rappresentato. D'altro canto, la potenza delle fasi erosive wurmiane e la variabilità locale delle trasgressioni suggeriscono di muoversi con molta cautela in questa operazione. Infatti, questi sedimenti potrebbero non essersi depositi nella pianura di Pisa oppure non essere più presenti perché erosi nelle fasi glaciali successive o, infine, non sono stati riconosciuti a causa della scarsità dei sondaggi, unita all'assenza di elementi paleontologici e paleontologici utili per una collocazione temporale certa²⁸ (DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, pp. 61-63; FEDERICI-MAZZANTI, 1995, p. 189).

Pleistocene medio

Nella zona di Livorno (Fig. 2), il Pleistocene medio è documentato dal Terrazzo alto "della Fattoria Pianacce", formato da una spianata di abrasione marina incisa nelle rocce del substrato²⁹. I sedimenti di questa trasgressione sono costituiti dai Conglomerati di Villa Umberto I databili verosimilmente all'interglaciale Mindel-Riss. Questi conglomerati sono sormontati dalle continentali Sabbie Rosse di Villa Padula, di natura eolico-colluviale, ascrivibili a una successiva fase più fredda (FEDERICI-MAZZANTI, 1988, pp. 588-589; FEDERICI-MAZZANTI, 1995, pp. 169 e 177).

Nelle Colline Livornesi e Pisane – oltre che su tutte le colline che orlano a S il Valdarno Inferiore, da Empoli al mare, e a N sull'intero pianalto delle Cerbaie – il Pleistocene medio è rappresentato dal Terrazzo di Casa Poggio ai Lecci, raccordabile al precedente dal punto di vista geomorfologico. Su questa superficie si sono depositi i Conglomerati di Casa Poggio ai Lecci, di ambiente prevalentemente fluviale, di piana di esondazione e palustri o marino costiero. L'origine di questa formazione è legata probabilmente, in gran parte del Valdarno inferiore, al sovralluvionamento dell'area dovuto alla risalita del livello marino durante l'interglaciale Mindel-Riss (come confermato dallo studio dei paleosuoli, evolutisi in condizioni di clima tropicale) (DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, pp. 61 e sgg.; FEDERICI-MAZZANTI, 1988, pp. 588-589). Un'altra caratteristica di questo sedimento è la presenza in grande quantità di ciottoli e ghiaie di sicura provenienza dal Monte

28 L'esame geomorfologico nell'area in esame è ostacolato dalle opere dell'uomo sovrappostesi nel corso dei secoli, ma soprattutto negli ultimi 50 anni: la canalizzazione di tutti i corsi d'acqua, la bonifica per colmata o con le idrovore dei molti paduli, le discariche, i grandi impianti portuali ed industriali, le aree militari, oltre naturalmente alle vaste aree urbanizzate attorno ai due capoluoghi e in corrispondenza degli insediamenti turistici della costa (MAZZANTI-PASQUINUCCI-SALGHETTI DRIOLI, 1984, pp. 8-10).

29 L'origine marina del terrazzo, sulla quale era stata avanzata qualche riserva a causa della quota di 100-130 m, è confermata dalla presenza di fori di litofagi in alcuni massi calcareo-marnosi osservata da Mazzanti (FANCELLI ET AL., 1986, p. 34).

Pisano che testimonia l'esistenza di una rete fluviale impostata sul Serchio, a E del Monte Pisano (DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, p. 63; LAZZAROTTO-MAZZANTI-NENCINI, 1990, p. 79; MAZZANTI, 1997, pp. 35-36).

Il contesto paleogeografico di deposizione dei sedimenti del Pleistocene medio è quello di un mare che si addentrava con un golfo nell'attuale pianura di Pisa – anche se di minore estensione rispetto al Pleistocene inferiore – e lambiva a N le Apuane e a S i Monti Livornesi, mentre la zona più interna doveva costituire parte di una vasta pianura percorsa del PaleoSerchio ed estesa a NE in tutta l'area compresa tra il Monte Pisano e il Montalbano³⁰ (FEDERICI-MAZZANTI, 1988, pp. 589 sgg.; LAZZAROTTO-MAZZANTI-NENCINI, 1990, p. 79; MAZZANTI, 1997, pp. 35-36).

Dal punto di vista geodinamico, il Pleistocene medio ha corrisposto ad una fase di intenso sollevamento epirogenetico che ha interessato tutta l'area, durante e dopo la deposizione di questi sedimenti. Il fatto che tutte le formazioni del Pleistocene medio siano distribuite su terrazzi³¹, le cui quote superiori sono localizzabili intorno a 130 metri³², rende infatti indispensabile ipotizzarne una dislocazione tettonica (FEDERICI-MAZZANTI, 1988, p. 589). Inoltre, la presenza nei sedimenti di materiali grossolani testimonia un notevole sollevamento anche delle aree montane di alimentazione, come, in primo luogo, il Monte Pisano e i Monti Livornesi³³ (LAZZAROTTO-MAZZANTI-NENCINI, 1990, p. 79; DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, p. 63).

Pleistocene superiore

I sedimenti della prima parte del Pleistocene superiore (Tirreniano³⁴) non sono do-

30 DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987 (p. 63) hanno ipotizzato che i sedimenti marini individuati nei sondaggi della Bigattiera e della Saint Gobain ("Argille e sabbie in prevalenza di mare sottile e di incerto significato stratigrafico") siano stati depositi in questo contesto paleogeografico, probabilmente anche in seguito a sprofondamenti tettonici ancora attivi nel Bacino Pisano-Versiliese durante il Pleistocene medio.

31 Al modellamento dei terrazzi del Pleistocene medio, oltre all'epirogenesi, hanno contribuito i cicli glacioeustatici delle successive fasi wurmiane.

32 La quota massima alla quale si ritiene possa essere giunta una trasgressione glacioeustatica, nel caso di scioglimento completo delle calotte polari, è di 60 m al di sopra del livello del mare attuale (FEDERICI-MAZZANTI, 1988, p. 589).

33 Il quadro geodinamico caratterizzato dal sollevamento epirogenetico dell'area in esame, e più in generale di tutta la Toscana costiera, è complicato dalla presenza di una serie di faglie attive nel sottosuolo della pianura di Pisa (FEDERICI-MAZZANTI, 1988, pp. 589-591). È da attribuire appunto all'attività di queste faglie durante il Pleistocene medio la definitiva emersione delle Colline Livornesi e Pisane, oltre che la formazione del terrazzo delle Cerbaie.

34 Con il termine "Tirreniano" ci si riferisce comunemente ai sedimenti di origine marina depositi in seguito alle trasgressioni collegate alle risalite del livello del mare avvenute tra le fasi glaciali Riss e Wurm, cioè

cumentati nella pianura di Pisa, mentre sono ben conosciuti nel Terrazzo di Livorno; al contrario sono presenti soltanto nella pianura le formazioni deposte durante i cicli di erosione, sovralluvionamento e trasgressione connessi con le oscillazioni glaciali wurmiane (Fig. 2) (DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, p. 63; DALL'ANTONIA-MAZZANTI, 2001).

Di grande interesse per la ricostruzione delle fasi precedenti la deposizione dei Conglomerati dell'Arno e Serchio da Bientina è lo studio dei cicli sedimentari tirreniani del Terrazzo di Livorno, effettuato da BARSOTTI ET AL., 1974, sulla base degli affioramenti lungo la Gronda dei Lupi (*infra*) e delle corrispondenze con i dati forniti dal Bacino di carenaggio della Torre del Fanale (FANCELLI ET AL., 1986, p. 34). La successione in esame, poggiante su una spianata di abrasione marina che raggiunge la quota massima di 15 m, è composta da due livelli di "Panchina"³⁵, deposti durante le fasi calde di risalita del livello marino corrispondenti all'Interglaciale Riss-Wurm e al Wurm I-Wurm II, alternati a banchi sabbiosi continentali, deposti durante le fasi fredde del Wurm I e del Wurm II. I banchi sabbiosi continentali detti, nel complesso, Sabbie di Ardenza (LAZZAROTTO-MAZZANTI-NENCINI, 1990) o di Livorno (GIANNELLI ET AL., 1982), di prevalente deposizione eolica, dovrebbero rappresentare gli episodi di chiusura dei cicli marini del Tirreniano e dell'Intertirreniano. Il ritrovamento di industrie mustेरiane al tetto di questa formazione consente di collocarla cronologicamente non oltre il Wurm II³⁶.

Dal punto di vista paleogeografico, la trasgressione tirreniana dovette riportare il mare a lambire il fianco orientale dei Monti Livornesi (fino a quota 15 m), mentre non è nota quale doveva essere la situazione nell'attuale pianura di Pisa, ma si può pensare ad un golfo marino e ad una pianura costiera dovuta al sovralluvionamento (LAZZAROTTO-

tra 125 mila e 30 mila anni fa. La deposizione dei sedimenti tirreniani, che si trovano alternati ad altri di natura continentale deposti durante le fasi più fredde (Wurm I, II e III), è verosimilmente da attribuire alle fasi interglaciali di questo intervallo cronologico: Riss-Wurm (Tirreniano in senso stretto o Eutirreniano), Wurm I-Wurm II (Intertirreniano), Wurm II-Wurm III. (MAZZANTI-PASQUINUCCI-SALGHETTI DRIOLI, 1984, p. 10; FANCELLI ET AL., 1986, p. 39).

35 Il termine informale "Panchina" indica comunemente i sedimenti di natura arenaceo-calcarifera deposti durante le fasi trasgressive tirreniane. Il nome è derivato dal fatto che questa roccia è stata utilizzata fin dall'antichità come materiale da costruzione e in particolare per la realizzazione di panchine (FANCELLI ET AL., 1986, p. 38; PARDI, 1993, p. 31).

36 La successione stratigrafica del Terrazzo di Livorno, descritta e datata da BARSOTTI ET AL., 1974, è nel dettaglio la seguente: Conglomerati di Santo Stefano in affioramento lungo la Gronda dei Lupi, corrispondenti al primo livello di Panchina a *Strombus Bubonius* del Bacino di carenaggio della Torre del Fanale, attribuiti al Tirreniano; sabbie continentali, che sono in correlazione con i depositi prima lagunari, poi dulcicoli con associazioni polliniche di clima freddo e umido, attribuiti al Wurm I; calcareniti, che corrispondono al secondo banco di Panchina dell'Intertirreniano; sabbie eolico-colluviali con industria mustेरiana del tardo Wurm II (MAZZANTI-PASQUINUCCI-SALGHETTI DRIOLI, 1984, pp. 13 sgg.; FANCELLI ET AL., 1986, p. 34; FEDERICI-MAZZANTI, 1988, pp. 591-593; FEDERICI-MAZZANTI, 1995, pp. 178-180).

MAZZANTI-NENCINI, 1990, pp. 79-80).

Durante la fase anaglaciale di grande decrescita del livello del mare del Wurm II, l'attività fluviale ha completamente smantellato le formazioni dei cicli tirreniani che verosimilmente erano presenti anche nell'area della pianura di Pisa³⁷. In questo contesto, il Paleo-Arno-Serchio da Bientina³⁸ ha inciso profondamente i sedimenti del Terrazzo di Livorno lungo la superficie di erosione che affiora in superficie con la cosiddetta "Gronda dei Lupi". Questo lineamento geomorfologico – individuato e descritto per la prima volta da TARGIONI TOZZETTI nel XIX secolo, ma oggi non più visibile a causa dell'urbanizzazione e delle discariche – corrisponde alla scarpata tra il Terrazzo di Livorno e i sedimenti alluvionali della pianura di Pisa. Esso è di grande importanza per la cronologia, in quanto tutta la successione stratigrafica della pianura poggia sulla superficie di erosione, che taglia – ed è per questo più recente – i sedimenti del terrazzo di Livorno e che più in alto corrisponde appunto alla Gronda dei Lupi (MAZZANTI-PASQUINUCCI-SALGHETTI DRIOLI, 1984, p. 16; FANCELLI ET AL., 1986, p. 34; DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, p. 64; FEDERICI-MAZZANTI, 1995, pp. 179-180). A questo periodo risale la deposizione dei Conglomerati dell'Arno e Serchio da Bientina³⁹, ben riconoscibili perché composti da ciottoli e ghiaie di sicura origine dal Monte Pisano e presenti nel sottosuolo di tutta la pianura, da Bientina e Calcinai a Stagno e al mare. Per questi conglomerati, la cui posizione è ben conosciuta in tutta la pianura perché raggiunti da circa 2000 pozzi che attingono ad una falda freatica, è stato possibile ricostruire una carta della superficie di deposizione (FANCELLI ET AL., 1986). La carta testimonia la presenza di solchi chiaramente legati ad antichi percorsi fluviali scavati dall'Arno e Serchio da Bientina (Fig. 19). La notevole profondità a cui si trova questa formazione conferma che essa venne deposta durante un periodo umido anaglaciale, in una fase di grande erosione fluviale e di notevole abbassamento del livello marino (almeno 60 m), mentre la pianura doveva essere emersa per un ampio tratto verso occidente (DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, pp. 63-65; FEDERICI-MAZZANTI, 1988, p. 593; MAZZANTI-RAU 1994, pp. 80-81).

Al di sopra dei Conglomerati dell'Arno e Serchio da Bientina, si incontrano i Limi fluvio-palustri del sottosuolo "con piccole lenti di ciottoli" (MAZZANTI-RAU, 1994), la cui deposizione è collegata ad una diminuzione delle precipitazioni e alla risalita eustatica del

37 L'asportazione completa dei sedimenti tirreniani è fenomeno comune nelle aree interessate dall'attività fluviale durante le fasi erosive wurmiane (FEDERICI-MAZZANTI, 1995, p. 181).

38 Con "Arno e Serchio da Bientina", secondo la denominazione coniata da SEGRE, 1956, si fa riferimento al corso d'acqua formato dalle acque dell'Arno e del Serchio che confluiva nel primo dopo aver attraversato la depressione di Bientina, passando ad E del Monte Pisano.

39 I Conglomerati dell'Arno e Serchio da Bientina, già noti da sondaggi più antichi, furono individuati e studiati nel sottosuolo di tutta la pianura di Pisa da TONGIORGI-TREVISAN, 1953, mentre la denominazione, oggi ampiamente accettata, si deve a FANCELLI ET AL., 1986.

livello marino, che causò il sovralluvionamento della pianura durante la fase cataglaciale del Wurm II (FANCELLI ET AL., 1986, p. 35; DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, PP. 64-65; MAZZANTI-RAU, 1994, p. 81).

Le Sabbie eoliche dell'Isola di Coltano e le Sabbie di Vicarello (Fig. 2), come già visto (*infra*), affiorano in superficie nei pressi di Coltano, Castagnolo, Palazzetto al centro della pianura e ai suoi margini meridionali nella zona di Vicarello⁴⁰. La presenza di industrie musteriane consente di datarle con certezza non oltre la fase finale del Wurm II (40 mila-35 mila anni fa), rendendo questa formazione un sicuro *terminus ante quem* per la datazione dei sedimenti posti al di sotto di essa nella pianura. La formazione di depositi eolici di duna e retroduna (Coltano, Castagnolo, Palazzetto) e di sedimenti misti eolico-palustri di retroduna e di piana di esondazione fluviale (Vicarello) ne indica la deposizione in una fase cataglaciale avanzata, con clima secco e livello marino abbastanza alto⁴¹ (DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, pp. 64-65; MAZZANTI-RAU, 1994, p. 81).

Recentemente, in seguito a nuovi studi sulla cronologia dei cicli tirreniani, per i quali si è eliminata la corrispondenza con le fasi interglaciali Riss-Wurm e interwurmiane, è stata rimessa in discussione la serie delle attribuzioni cronologiche delle successioni sedimentarie del Terrazzo di Livorno e della pianura di Pisa proposta da BARSOTTI ET AL., 1974 (FEDERICI-MAZZANTI, 1995, pp. 180-181 e 210 e seguenti). Su questa base MAZZANTI, 1997 (pp. 37-38), nell'impossibilità di tracciare un quadro cronologico certo, fermo restando il *terminus ante quem* del Wurm II per le Sabbie eoliche dell'Isola di Coltano, rinuncia a collocare cronologicamente in maniera assoluta le singole formazioni.

Dopo la sedimentazione delle sabbie eoliche, con l'anaglaciale del Wurm III (Fig. 3), si apriva una nuova, grande fase erosiva dovuta alla massima glaciazione. Il ritiro del livello marino portò all'emersione completa di una vasta area antistante il litorale attuale, confermata dalle tracce di paleoalvei sommersi individuati da SEGRE, 1956 sui fondali fino a -100/-110 metri al largo delle Secche della Meloria. In questa fase, l'attività fluviale dell'Arno e del Serchio ha profondamente inciso la pianura fino ad allora costruita, separando con profondi solchi vallivi gli attuali affioramenti delle Sabbie eoliche dell'Isola di Coltano (MAZZANTI-PASQUINUCCI-SALGHETTI DRIOLI, 1984, p. 28; FEDERICI-

40 Le Sabbie eoliche dell'Isola di Coltano sono state individuate nel sottosuolo, oltre che in corrispondenza degli affioramenti, anche in uno dei 19 sondaggi studiati da GALLETTI FANCELLI, 1978 (St-1), a testimonianza di un paesaggio di dune eoliche erose successivamente nel corso della fase anaglaciale del Wurm III (MAZZANTI-PASQUINUCCI-SALGHETTI DRIOLI, 1984, pp. 20-21).

41 Più o meno nello stesso periodo sul Terrazzo di Livorno si deponevano i livelli superiori delle Sabbie di Ardenza, cui si è già accennato in precedenza, di origine mista eolica e colluviale. Il modesto spessore di questa formazione, rispetto alle coeve Sabbie dell'Isola di Coltano e di Vicarello, è dovuto probabilmente al fatto che il terrazzo su cui sono state deposte doveva corrispondere ad un ripiano collinare (posto a circa 60-70 m di quota) a causa del ritiro del mare (DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, p. 65).

MAZZANTI, 1988, p. 594; LAZZAROTTO-MAZZANTI-NENCINI, 1990, p. 80). Sul piano paleogeografico, sembra verosimile che l'Arno solcasse la pianura secondo due diversi percorsi: uno settentrionale, corrispondente grossomodo all'attuale, che riceveva all'incirca nei pressi dell'attuale città di Pisa il ramo del Serchio da Ripafratta, attivo probabilmente fin dal Wurm I, e uno meridionale che, dopo la confluenza con l'Era, lambiva il piede settentrionale delle Colline Livornesi e il Terrazzo di Livorno in corrispondenza della Gronda dei Lupi⁴² (DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, p. 65).

Trasgressione Versiliana e Olocene (10.000 anni fa-oggi)

Dopo la fase di massima glaciazione del Wurm III, regressione che raggiunse il suo apice intorno a 18 mila anni or sono, il clima ha cominciato a riscaldarsi e di conseguenza il livello marino ha iniziato gradualmente a risalire fino ad avvicinarsi a quello attuale durante l'episodio dell'*optimum* climatico postglaciale raggiunto circa 5 mila anni fa, per poi continuare a crescere, seppure più lentamente e con varie oscillazioni, fino ai giorni nostri. La risalita eustatica del livello del mare nota come Trasgressione Versiliana⁴³ ha condotto alla definizione dell'assetto attuale della pianura, grazie alla formazione di due tipi di sedimenti (Fig. 2): i continentali limi palustri e alluvionali ("Limi fluvio-palustri di superficie"), legati al sovralluvionamento delle valli scavate durante il Wurm III; i sedimenti marini veri e propri della Trasgressione Versiliana⁴⁴, di cui, grazie ad una serie di sondaggi distribuiti tra le torri pisane di Livorno e Coltano (GALLETTI FANCELLI, 1978), si è potuto stabilire il limite massimo verso l'interno della pianura (*infra*). Su tutto il litorale pisano-versiliese il progredire verso l'interno della trasgressione è stato ostacolato, oltre che dagli elementi naturali preesistenti (come in primo luogo gli affioramenti Sabbie eoliche dell'Isola di Coltano), dall'emersione di un cordone di barre litoranee e di un primo lido, dovuta alla presenza di grandi quantità di sedimenti trasportati dall'Arno, dal Serchio e dal Magra e redistribuiti grazie all'azione delle correnti (Tav. 1; Fig. 1). Questi cordoni, disposti secondo un'ampia falcatura tra il Terrazzo di Livorno e il promontorio roccioso di Punta Bianca, hanno isolato alle spalle vaste aree umide interne, lagunari in un primo tempo, poi lacustri

42 Altrove si pensa ad un solo ramo meridionale dell'Arno, raggiunto nei pressi di Stagno, dal Serchio da Ripafratta che avrebbe inciso le sabbie eoliche tra Coltano e Castagnolo (FEDERICI-MAZZANTI, 1988, p. 594; MAZZANTI, 1997, p. 39).

43 La trasgressione marina successiva all'ultima fase glaciale è nota in Italia come Versiliana perché i primi studi furono eseguiti proprio in Versilia (FEDERICI-MAZZANTI, 1988, p. 595).

44 "Sedimenti formati da intercalazioni lenticolari piuttosto minute, prevalentemente sabbiose e sabbioso-argillose, di ambiente di mare costiero, di spiaggia, di duna, di laguna e di padule" (MAZZANTI-PASQUINUCCI-SALGHETTI DRIOLI, 1984, p. 21).

e palustri, quali il lago di Massaciuccoli e la zona di Stagno-Coltano⁴⁵. Il lido primitivo, che è stato datato da MAZZANTI-PASQUINUCCI, 1983, sulla base di indagini archeologico-naturalistiche, risulta sicuramente emerso nell’VIII secolo e, nell’area in esame, doveva trovarsi non molto ad occidente dei rilievi di Coltano e Castagnolo; verso N si saldava al cordone della Versilia, mentre verso S si avvicinava alla Gronda dei Lupi, lasciando forse una bocca per la zona umida di Stagno⁴⁶.

Successivamente, nonostante il mare abbia continuato a salire, seppure con maggiore lentezza e temporanee inversioni di tendenza, la linea di costa è avanzata ulteriormente nel corso dei secoli per la continua formazione dei lidi e dune litoranei dovuti in particolare agli apporti detritici dei fiumi, che sono molto aumentati in seguito alle attività umane a partire dall’epoca romana (DALL’ANTONIA-MAZZANTI, 2001).

45 Recenti studi interdisciplinari archeologico-naturalistici (CECCARELLI LEMUT-MAZZANTI-PASQUINUCCI, 1995) hanno confermato una situazione analoga in tutti i litorali sabbiosi della Toscana, portando all’ipotesi che la formazione del lido fu dovuta ad una diminuzione di velocità del sollevamento del livello marino; l’ipotesi è confermata dall’indagine di ALESSIO ET AL., 1992, che attesta una ridiscesa del livello marino di circa 2 m dopo l’*optimum* climatico postglaciale intorno a 3500 anni fa, covalidata a sua volta dalle associazioni polliniche di clima freddo del lago di Massaciuccoli relative a questo periodo (FEDERICI-MAZZANTI, 1995, p. 186).

46 MAZZANTI-PASQUINUCCI, 1983, pp. 609-613; DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, p. 65; MAZZANTI-PASQUINUCCI-SALGHETTI DRIOLI, 1984, pp. 17-22; FANCELLI ET AL., 1986, pp. 35-37; FEDERICI-MAZZANTI, 1988, pp. 595 sgg.; FEDERICI-MAZZANTI, 1995, pp. 191 sgg.; MAZZANTI, 1997, p. 40.

3.

STORIA NATURALE E STORIA UMANA

DALL'ETÀ ANTICA ALLA FINE DEL SETTECENTO

Dal momento dell'emersione dei lidi che – seppur isolando al loro interno vaste aree umide, portano ad una sostanziale stabilizzazione dell'assetto superficiale della zona – si può affermare che cominci un periodo diverso nella storia della pianura; periodo in cui alle lente (ma non sempre) modificazioni naturali si affiancano le trasformazioni volute o causate in modo indiretto dalla sempre crescente presenza umana sul territorio, la cui azione sugli elementi naturali – pur esplicandosi a fasi alterne, ora in maniera più limitata o circoscritta, ora più determinante – ha contribuito fortemente a formare il paesaggio contemporaneo e a definire l'attuale assetto del territorio (Tav. 1).

3.1 IL PERIODO PRE-ROMANO E ROMANO

La frequentazione umana della pianura era cominciata in epoca molto antica, già prima del Neolitico, quando i lidi non erano ancora emersi e la zona costiera aveva una conformazione profondamente diversa (FEDERICI-MAZZANTI, 1995, pp. 217-218; DALL'ANTONIA-MAZZANTI, 2001). Comunque, testimonianze più concrete si cominciano ad avere per il IX e l'VIII secolo a.C., epoca che corrisponde in Toscana all'età del Ferro: dai ritrovamenti archeologici è attestata la presenza di insediamenti di una qualche consistenza, non lontano dalla linea di riva del tempo e all'estremità sud del Padule di Stagno. Lo sfruttamento delle risorse naturali doveva essere piuttosto sviluppato, sia con la caccia e la pesca (grazie alle foreste, ai fiumi e alla maggior diffusione delle lagune costiere), sia anche con l'agricoltura, che vide una notevole evoluzione con l'uso dell'"aratro a chiodo" che sostituì la zappa (FEDERICI-MAZZANTI, 1995, p. 219). A ciò va aggiunta la navigazione, interna e marittima, il che implica il sorgere anche di centri costieri, in rapporto alle frequentate rotte tirreniche¹.

Per i secoli successivi, soprattutto il VII, VI e in parte il V (poi le testimonianze diminuiscono), i reperti archeologici parlano di un acculturamento in senso etrusco di tutto il territorio (d'altronde ovvio), che partecipa – in un ruolo subalterno e con piccoli insediamenti² – della cultura e delle correnti commerciali di Pisa, che certamente nel VI e nel V secolo è un emporio commerciale di rilievo, “punto nodale di rotte marittime e fluviali” (PASQUINUCCI, 1994, p. 187), al quale affluiscono importazioni dall'Etruria meridionale, dalla Grecia continentale e dalla Grecia insulare e asiatica, come anche dall'area di *Massalia* (Marsiglia). Con il suo territorio Pisa fu anche punto di incontro di vie terrestri, che collegavano l'Etruria nordoccidentale con alcuni settori dell'Etruria Padana, ed è inserita con Volterra in una rete di traffici con il versante padano, attraverso un tracciato che percorreva le valli dell'Arno, del Serchio, della Lima e del Reno³.

In tutto questo periodo, comunque, la presenza umana non poteva aver inciso in modo significativo (se non, forse, per un limitato disboscamento) sulle caratteristiche del

1 Per tutto il periodo antico si vedano MENCHELLI, 1984; PANICUCCI-PASQUINUCCI-MENCHELLI, 1986; PASQUINUCCI, 1994; FEDERICI-MAZZANTI, 1995; DALL'ANTONIA-MAZZANTI, 2001.

2 L'insediamento vicino a San Piero a Grado continua ad avere, come nel periodo precedente – e continuerà per moltissimo tempo – un ruolo significativo come scalo fluviale.

3 Pisa stessa però, nel periodo etrusco, non può – sembra – considerarsi una vera e propria città: lo impedirono le condizioni sfavorevoli del luogo (in corrispondenza dell'ansa dell'Arno alla quale affluivano le acque dell'*Auser*), soggetto a gravissime esondazioni, data la scarsissima pendenza che il fiume aveva ed ha tuttora.

paesaggio. Tutto il territorio continuò a trovarsi in condizioni di pressoché assoluta naturalità, coperto per larghi tratti da una vasta foresta planiziarica e dominato dalla presenza di un'idrografia selvaggia: l'Arno solcava la pianura forse con tre, ma sicuramente con due rami, di cui quello principale, più a nord, che sfociava presso San Piero a Grado, riceveva i due rami del Serchio, provenienti da est e da ovest del monte Pisano, mentre il ramo secondario, nella parte meridionale della pianura, lambiva il piede delle Colline Livornesi, sfociando là dove sorgerà il Porto Pisano (Fig. 1).

La situazione, in tutta l'area, comincia a cambiare, quando Pisa entra precocemente nell'orbita romana, usata prima come base militare contro i Liguri⁴, che fanno anche incursioni contro la città, e divenendo poi nel 179 a.C. colonia latina. Tutta la zona di Coltano è disseminata di piccoli insediamenti agricoli (come testimoniano i reperti) e anche l'area di San Piero a Grado continua a essere abitata e a costituire un importante scalo. Il territorio era sfruttato, oltre che per la sua fertilità, anche per le vicine cave di pietra del monte Pisano e per il legno, usato per le costruzioni navali e destinato (come accadrà ancora di più in seguito) a Roma, per essere impiegato nell'edilizia, per case e ville.

Già in questo periodo gli scali marittimi e fluviali erano tutti attivi e servivano per la redistribuzione delle merci e per l'esportazione dei materiali. In realtà la città usò, fino al medioevo, scali diversi, a seconda della dimensione e del carico delle navi, della maggiore o minore possibilità stagionale di navigare i fiumi e delle trasformazioni della morfologia della costa, che – come è noto – subì mutamenti significativi, soprattutto nell'area del delta e nello spazio a nord di Livorno (PANICUCCI-PASQUINUCCI-MENCHELLI, 1986, pp. 118 e 124). Fino all'età imperiale, per le navi, piuttosto piccole e di scarso pescaggio, era abbastanza agevole arrivare a Pisa risalendo il corso dell'Arno⁵ e perciò sono testimoniate installazioni portuali a Pisa stessa. Col tempo, quando la navigazione fluviale diventò più difficile, a causa dei detriti trasportati, e la foce del fiume si spostò più avanti, andò acquistando grande importanza il *Portus Pisanus*⁶, ben collegato sia a tutta la viabilità costiera che a quella di penetrazione verso l'Etruria interna.

Dopo la battaglia di Azio (31 a.C.), e prima del 27 a.C., fu dedotta a Pisa da Ottaviano (che non aveva ancora assunto il titolo di Augusto) una colonia di veterani (*Colonia Opsequens Iulia Pisana*). L'impatto di questo evento su tutta la zona è di particolare rilievo,

4 Lo storico Tito Livio (XXXIX, 2, 5) afferma che nel 187 a.C. fu impossibile coltivare i campi.

5 A quel tempo il litorale era molto più arretrato rispetto all'attuale, attestato lungo il cordone di Campolungo e Pineta di Fuori; parallelamente correva la strada costiera da Roma a Pisa (*Via Aurelia Vetus*), mentre la *Via Aemilia Scauri* seguiva un percorso più interno (PASQUINUCCI, 1994, p. 199).

6 Nominato per la prima volta nell'*Itinerarium maritimum* dell'epoca di Caracalla, ma certamente attivo da secoli, se ne è a lungo discussa l'ubicazione, ma come si è detto altrove, era quasi sicuramente situato nell'insenatura fra l'attuale Calambrone, Santo Stefano ai Lupi e il promontorio di Livorno.

sia per le trasformazioni urbane di Pisa stessa⁷, sia soprattutto, in tutta la campagna, per l'imponente opera di centuriazione che fu messa in atto, interessando anche la fascia costiera a sud della città, come è testimoniato dalle relative tracce, ancora ben riconoscibili soprattutto tramite le foto aeree. Dagli studi effettuati risulta l'immagine di una monumentale opera di sistemazione agraria, con un piano centralizzato, cioè statale, che prevede anche una prima organica e capillare regimazione idraulica. La centuriazione, la cui struttura in questa zona mostra un allineamento NO-SO, lungo il corso dell'Arno, comporta una suddivisione in lotti allineati, assegnati ai veterani (in ragione del grado militare e del valore dimostrato in guerra).

Tutta la zona è percorsa da *limites* (dei quali restano tracce) "intercisi" e perimetrali. All'interno delle centurie e vicino ai *limites* sono state individuate, soprattutto nell'area di Coltano e Stagno, fattorie di piccola e di media dimensione, databili, nel loro impianto, all'epoca della deduzione coloniale.

Queste aziende, inserite in un'ampia rete commerciale, producevano non solo per il consumo locale, ma anche per l'esportazione (MENCHELLI, 1984, *passim*). Così la pianura, grazie all'insediamento uniforme e ben distribuito, venne sfruttata organicamente e divenne il centro di una fiorente economia, incentrata soprattutto sulla produzione cerealicola (grano di una varietà particolarmente buona e di ottima resa, la *siligo*, e altri cereali), ma le fonti parlano anche dell'uva *pariana*, molto rinomata. Non mancavano, a integrazione di queste risorse, la caccia e la pesca, nonché l'allevamento del bestiame, perché i lotti assegnati ai singoli erano inframmezzati da aree comunitarie con prati, stagni⁸ e boschi. Questi ultimi continuarono ad essere intensamente sfruttati, come lo furono in tutta l'età imperiale, sia per l'esportazione e le costruzioni navali, sia perché il legname era l'unico mezzo per alimentare fornaci per la cottura di laterizi da costruzione e ceramica di uso domestico, come anche per i più elementari usi quotidiani⁹.

Le fattorie rimangono vive e fiorenti nei secoli dell'Impero e sono utilizzate in gran parte ancora nel V secolo d.C.: non sembrano risentire di quella crisi abbastanza generalizzata (ma non mancano eccezioni) che investì l'agricoltura italica e coinvolse anche aree

7 Sembra certo (PANICUCCI-PASQUINUCCI-MENCHELLI, 1986, p. 119) che l'abitato fu ristrutturato ortogonalmente, il che comportò spianamenti e riempimenti del terreno per regolarizzare la superficie laddove c'erano dossi intervallati da corsi d'acqua.

8 Le aree paludose che si estendevano all'interno dovevano tuttavia essere più limitate rispetto ad epoche recenti, come dimostrano proprio le tracce della centuriazione e delle fattorie, presenti in punti della pianura poi divenuti palustri. Ciò poteva essere favorito sia dal clima più felice, sia dall'efficacia dell'organizzazione territoriale romana e delle opere di regimazione idraulica.

9 È probabile che questo impiego su larga scala, d'altronde inevitabile, del legno abbia prodotto, non solo in questa zona, un depauperamento consistente del patrimonio forestale e la trasformazione di molti boschi in macchie.

relativamente vicine a Coltano e Stagno¹⁰. Anche il popolamento nell'*ager Pisanus* non risulta che subisca depauperamenti, né durante i primi secoli dell'età imperiale, né in quelli successivi, più o meno fino alla caduta dell'Impero romano. Questa riuscita e questa vitalità dell'attività economica trova probabilmente la sua ragion d'essere sia nell'alta produttività del suolo, sia nella facilità di commercializzazione dei prodotti agricoli, grazie al sistema fluviale e agli scali costieri e, in particolare, al Porto Pisano che, come già accennato, assume nell'età imperiale un ruolo fondamentale. Anche i collegamenti con la città di Pisa e fra i vari scali dovevano essere agevoli, sia per via d'acqua, data la probabile presenza di canali all'interno del "reticolo centuriato" (MENCHELLI, 1984, p. 122), sia per via di terra, grazie ai *limites* centuriali e alla strada che dal Porto Pisano conduceva a Pisa.

Per l'epoca del tardo Impero le sole fonti – indirette – che ci permettono di ricostruire, o di ipotizzare, la situazione ambientale dell'area in questione sono di tipo archeologico. Per questo assume un particolare rilievo la descrizione autoptica di alcuni aspetti del territorio che ci fornisce Rutilio Namaziano (inizio V sec.) nel *De reditu suo*, raccontando appunto il suo ritorno da Roma nella nativa Gallia. Fa sosta nel Porto Pisano – che definisce celebre per le merci e le ricchezze del mare – dove, ci dice, la difesa per le navi è costituita dalle lunghe alghe che, innalzandosi molli dal fondo, non recano danno agli scafi, ma frangono l'impeto delle onde. Una volta sbarcato si trasferisce a Pisa seguendo la consueta via di terra (gli vengono gentilmente forniti cavalli e carrozza); poi, bloccato sulla terraferma da una tempesta, va a caccia nei boschi della zona e cattura anche un cinghiale, con la rete e i cani offertigli da un *vilicus hospes* (RUTILIO NAMAZIANO, *De reditu suo*, I, vv. 521-630).

10 Per esempio altre zone colonizzate anch'esse verso la fine della Repubblica o all'inizio del Principato, come la Val d'Elsa, il bacino del Bientina, parte del territorio aretino (MENCHELLI, 1984, pp. 264-265).

3.2 IL MEDIOEVO

Per quanto riguarda i primi secoli del medioevo, caratterizzato da successive invasioni, guerre e dominazioni (longobardi e impero carolingio), è molto difficile – e non rientra negli intenti del presente lavoro – districarsi nell’analisi delle fonti, disperse e frammentarie, che ci danno notizie dei vari aspetti relativi a quest’area (tessuto insediativo, organizzazione sociale ed istituzionale, economia, etc.). Possiamo solo, quindi, porre l’accento su alcuni elementi che ci sembrano significativi.

Pisa, sede vescovile già dal IV secolo (la diocesi di Pisa, decurtata da Lucca, assunse nel periodo longobardo una forma allungata lungo il mare), fu centro nel periodo carolingio di una contea¹¹, i cui confini ricalcavano quelli della diocesi. La città restrinse il suo abitato a circa la metà rispetto all’epoca precedente, a causa del verificarsi di condizioni legate sia a fattori umani che naturali¹², ma tuttavia mantenne una certa vitalità, anche grazie alla presenza del vicino Porto Pisano. In realtà non sappiamo niente delle strutture portuali (CARRATORI SCOLARO ET AL., 1994, p. 344) prima della risistemazione che sarà realizzata dal Comune di Pisa nella seconda metà del XII secolo e non è chiaro se dopo il V secolo il porto abbia avuto qualche periodo di abbandono, ma è certo che, avendo direttamente dato il nome ad un intero territorio, esisteva nel IX secolo; e d’altronde i pisani non interruppero mai, per tutto l’alto medioevo, la loro attività marittima¹³ (VACCARI, 2008; VACCARI, 2009; CECCARELLI LEMUT, 2002).

Anche nelle campagne, nonostante il forte depauperamento demografico e il venir meno del buon assetto romano, frutto della centuriazione (che poteva conservarsi solo con una cura e un’attenzione costante), la presenza umana non conobbe soluzioni di continuità. Sappiamo, per esempio, da un documento del 780 (MENCHELLI, 1984, pp. 267-268) che a Coltano¹⁴ esisteva già da tempo una chiesa, dedicata a san Quirico, e che a Stagno era

11 In realtà solo dal 930, perché in precedenza il ducato di Lucca si estendeva anche su Pisa.

12 Si fa riferimento alle profonde quanto complesse e controverse modificazioni idrografiche, soprattutto in rapporto all’*Auser*, che avrà sempre in tutto l’alto medioevo “un ruolo primario nella configurazione urbana di Pisa, quando si verificarono divagazioni di corso e conseguente formazione di zone paludose” (CARRATORI SCOLARO ET AL., 1994, p. 215)

13 Ricche sono le testimonianze a questo riguardo: per esempio in una lettera del 603 del papa Gregorio I Magno si dice che i pisani sono pronti a far uscire in mare le loro navi; esistono nell’VIII secolo stretti rapporti con la Corsica; Adelchi, figlio di Desiderio, si imbarcò per Costantinopoli *in Portu Pisano*; nel *Portum Pisas* giunsero nell’801 ambasciatori di un califfo, diretti alla corte di Carlo Magno (CARRATORI SCOLARO ET AL., 1994, p. 344).

14 È questa la prima attestazione conosciuta del toponimo “Cultano”, poi mutato in Coltano: non è chiara

situata la chiesa di S. Leonardo. Nonostante che il paesaggio fosse incolto e paludoso, con boschi, pascoli e acquitrini, è probabile che esistessero nelle vicinanze villaggi e/o casolari sparsi, dato che uno dei principali nuclei di aggregazione della società medievale era costituito dalle strutture che venivano definite “cura d’anime delle campagne” (chiese battesimali e chiese da esse dipendenti)¹⁵ (CARRATORI SCOLARO ET AL., 1994, pp. 210-211), le quali sorgevano in luoghi facilmente raggiungibili ossia vicine a vie di comunicazione terrestri e fluviali. In ogni modo, il tipo di insediamento prevalente era certamente di tipo sparso, con capanne di legno, frasche e paglia, residenza di pescatori e “uccellatori” (MENCHELLI, 1984, p. 268); le strutture insediative più stabili dovevano essere limitate alle aree non troppo lontane dalle chiese.

Per gli aspetti della conduzione agricola e della proprietà (FEDERICI-MAZZANTI, 1995, p. 221), in conseguenza della dominazione longobarda nei secoli VI e VII, sappiamo che, accanto a pascoli comuni e appezzamenti boschivi (le famose *silvae*) destinati a riserve di caccia, si andò organizzando una nuova grande proprietà, sia laica che ecclesiastica, nel sistema curtense, il quale, iniziato in età longobarda, ebbe il suo apogeo nell’età carolingia, soprattutto nel IX secolo, per poi frantumarsi nel X (CARRATORI SCOLARO ET AL., 1994, pp. 206-207)¹⁶.

Per quel che concerne le caratteristiche ambientali, va messo in risalto che in relazione a questa zona non abbiamo documenti che confermino il rimboschimento spontaneo, che è attestato per l’alto medioevo in altre regioni italiane. “Questi boschi, per i quali è nota più che altro la predilezione signorile per la caccia, dovettero presentare dimensioni ben minori delle originarie foreste [...]. L’assetto idrogeologico delle pianure [...] non può essere riportato a quello precedente la grande sistemazione agraria romana. Infatti, almeno in un primo tempo, parte dei corsi d’acqua dovette rimanere arginata e il manto forestale deve essere rimasto parzialmente mutilato, come sembra indicare la progressione, anche se parziale, dell’interrimento delle lagune costiere” (FEDERICI-MAZZANTI, 1995, p. 221). È certo comunque che la superficie boscata in qualche modo si accrebbe, anche in concomitanza con la diminuzione delle aree coltivate e con una presenza umana piuttosto rarefatta.

l’etimologia della parola, che potrebbe derivare da un termine etrusco o prelatino, oppure dal latino *cultus*, inteso o come luogo di culto o come luogo coltivato (MENCHELLI, 1984, pp. 267-268).

15 Queste chiese avevano avuto un grande impulso nell’età longobarda a causa dell’intensa opera missionaria, volta alla conversione dei Longobardi e della popolazione delle campagne che non aveva ancora conosciuto il Cristianesimo. Costituendo una rete estesa a tutto il territorio, contribuirono alla formazione di circoscrizioni ecclesiastiche.

16 Nel sistema curtense la singola azienda (*curtis*) era suddivisa in una parte *dominica* e una parte *massaricia*, fra loro collegate; la prima era coltivata dal proprietario tramite sia i servi, sia i *massarii*, uomini liberi o quasi, i quali, oltre a coltivare il lotto della parte *massaricia* a loro assegnato, erano obbligati a prestare non poche giornate lavorative nella terra del *dominus* (CARRATORI SCOLARO ET AL., 1994, pp. 206-207).

A partire dall'XI secolo, via via che le condizioni economiche migliorano in ambito cittadino con lo sviluppo delle "arti" e dei "mestieri", nei centri maggiori, fra cui Pisa, vanno nascendo i Comuni e nella Toscana costiera si assiste, soprattutto nei secoli XII e XIII, ad un forte sviluppo sia economico che demografico: aumentano le aree coltivate, vengono introdotte tecniche agrarie più progredite, crescono gli antichi piccoli centri e ne nascono di nuovi. Ciò è dovuto, per la zona in esame, alla rapidissima ascesa di Pisa come "repubblica marinara", grazie anche alla presenza del Porto Pisano, la cui fama, di lunga tradizione, fu risvegliata e accresciuta dalle Crociate¹⁷. La città, arricchendosi con traffici commerciali, estesi a tutto il Mediterraneo, e con imprese militari, riuscì ad avere la meglio su Lucca (che nel periodo longobardo e franco aveva mantenuto una forte egemonia) e, già all'inizio dell'XI secolo, tutta la Toscana costiera, dalla Versilia fino a Castiglione della Pescaia, gravitava nell'orbita pisana, come anche la Sardegna, la Corsica e le isole dell'arcipelago. Fu necessario quindi istituire un sistema di vigilanza sul mare e sul litorale, per lo meno nelle parti più vicine alla città. Questo presidio ebbe come suo punto centrale il Porto Pisano, che venne difeso con torri dislocate all'imboccatura, alle secche della Meloria e all'isola di Gorgona (Fig. 1). Su tutta la costa furono costruiti o riadattati villaggi fortificati e fu eretta una serie di torri¹⁸ (FEDERICI-MAZZANTI, 1995, pp. 222-223; VACCARI, 2008).

La campagna pisana risentì positivamente della fiorente economia del capoluogo: grande attenzione e cura fu rivolta ai problemi del territorio e nel XII secolo vennero realizzati, per migliorare le condizioni di abitabilità, numerosi interventi, anche piuttosto impegnativi, sull'assetto idraulico della pianura, sempre minacciata dalle esondazioni dell'Arno e dalla presenza di acquitrini malsani che si estendevano fino alle porte della città¹⁹ (DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, pp. 72-73; FEDERICI-MAZZANTI, 1995, p. 223; GARZELLA, 2003; CECCARELLI LEMUT, 2002).

Questi interventi, condotti con una certa organicità e intelligenza, riguardano, da

17 Della vasta bibliografia sui primi secoli del Comune di Pisa – la cui precoce formazione (prima attestazione dei consoli nel 1084) è strettamente connessa alla complessità delle attività armatoriali, sia sotto il profilo economico che militare – si citano gli ormai classici lavori di: G. VOLPE, *Studi sulle istituzioni comunali di Pisa. Città e contado. Consoli e podestà. Secoli XII-XIII*, [1902], Firenze, Sansoni, 1970³; E. CRISTIANI, *Nobiltà e popolo nel Comune di Pisa. Dalle origini del podestariato alla Signoria dei Donoratico*, Napoli, Istituto italiano per gli studi storici, 1962; G. ROSSETTI (a cura di), *Pisa nei secoli XI e XII: formazione e caratteri di una classe di governo*, Pisa, Pacini, 1979, nonché la raccolta di saggi di C. VIOLANTE (a cura di), *Economia, Società, Istituzioni a Pisa nel Medioevo. Saggi e ricerche*, Bari, Dedalo, 1980.

18 La posizione di queste, giunte fino a noi o visibili in antiche carte, è fonte importante per la ricostruzione della linea di costa del XII secolo (MAZZANTI-PASQUINUCCI, 1983).

19 Le aree meridionali della pianura a monte di Pisa, più soggette ad allagamenti naturali o artificiali, erano infatti quelle meno abitate, mentre la cospicua presenza di chiese medievali nell'area delle Sabbie argillose di Le Rene indica che queste erano le zone più popolate, perché più protette (DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, pp. 72-73).

un lato, la costruzione di un sistema di arginature (le prime medievali) con rinforzo di muraglioni, alberi e strade, risalente ai secoli XII e XIII, con lo scopo di limitare i pericoli derivanti dalla grande quantità d'acqua che attanagliava la città e che spesso la sommergeva; dall'altro, lo scavo di un complesso di nuovi canali e fossi (o in alcuni casi il riadattamento di quelli romani), anch'essi arginati, che formavano in tutta la campagna una rete drenante²⁰ – già organizzata nelle sue linee essenziali come quella moderna – la quale serviva a garantire un più agevole scorrimento delle acque. Furono anche rettificati alcuni tratti del corso dell'Arno, che era assai più articolato e meno regolare di oggi e, in un momento successivo, cioè nel 1338, furono anche tagliati i due meandri della Vettola e di San Rossore (FEDERICI-MAZZANTI, 1995, p. 223; DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, p. 71; DALL'ANTONIA-MAZZANTI, 2001).

Nei confronti delle vaste aree di paduli, stagni, acquitrini più o meno temporanei furono adottati criteri diversificati. Quelli situati nelle più immediate vicinanze della città²¹ e quelli che “disturbavano” i terreni migliori furono effettivamente prosciugati (per colmata), nel quadro del riordino generale del sistema idrico, ma molti altri, soprattutto nella parte meridionale, come il Padule Maggiore e il padule di Stagno, furono, con saggezza, lasciati volutamente integri, senza che si debba pensare ad un'operazione fallita. Infatti, osservano Federici e Mazzanti, non si deve intendere “la rete di argini e fossi come un tentativo fallito di prosciugamento”, ma piuttosto come la “ricerca di garantire la circolazione e quindi la buona qualità delle acque, [...] assecondando la vocazione dei terreni più bassi” (FEDERICI-MAZZANTI, 1995, p. 224). Con saggezza, si è detto: infatti la presenza di queste aree umide, più o meno vaste, aveva un peso non indifferente per l'economia locale, grazie alla caccia e alla pesca che vi si praticava e alla grande quantità di paglia che poteva esserne ricavata. Inoltre i prati confinanti con le zone umide offrivano pascolo abbondante ai bovini che vi erano allevati, utili anche per alimentare la fiorente industria del cuoio (GARZELLA, 2003).

Nonostante la presenza di questi vasti spazi paludosi, tutta la zona – di proprietà in parte laica, in parte religiosa – appare durante tutto il medioevo “profondamente umanizzata” (AMICI ET AL., 1986, p. 204); tuttavia, in relazione con le condizioni ambientali e con il tipo di possesso, gli insediamenti più stabili e con migliori strutture si trovavano nella striscia lungo l'Arno che va da Bocca d'Arno fino a Oratoio, nella quale il centro di maggior rilievo era San Piero a Grado; la parte restante, invece, fino a Stagno a sud e fino al mare

20 La testimonianza della presenza di quest'ampia rete di fossi è fornita dagli Statuti pisani del 1286, dove viene anche indicato chi dovesse provvedervi finanziariamente e come dovessero essere mantenuti in efficienza.

21 Dalle fonti medievali si ricava che Pisa aveva paludi subito fuori delle mura del lato settentrionale, ancora sfiorate dal corso dell'*Auser*, e che lo stesso quartiere a sud dell'Arno (Chinzica) era stato una palude (DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, p. 72).

ad ovest, sembra fosse abitata solo da pescatori, che vivevano, come nei secoli precedenti, in capanne di struttura assai precaria (per esempio a Tombolo)²². La proprietà laica, caratterizzata dalla coltivazione della vite, dei cereali e dei prodotti orticoli, si trova nei terreni lungo l'Arno (Vettola, San Giusto, Oratoio, Putignano) e in quelli più a sud verso la palude (Le Rene); piuttosto frazionata, ha come proprietari rappresentanti della classe media, che costituisce la parte più cosciente sul piano civico e più attiva (significativa è la presenza di alcune delle famiglie pisane promotrici della struttura comunale alla fine dell'XI secolo). La proprietà religiosa, per lo più di grande estensione, si concentra presso Stagno, San Piero a Grado e Tombolo; è in prevalenza costituita da terreni incolti e selve; i redditi sono dovuti al pascolo, alla pesca e allo sfruttamento delle risorse dei boschi. I possessori principali, oltre che alcuni monasteri e ospedali della città e della campagna, sono gli enti ecclesiastici pisani: Arcivescovado, Capitolo e Opera della Cattedrale²³ (AMICI ET AL., 1986, pp. 202 sgg.; GARZELLA, 2003).

La sconfitta della flotta pisana, avvenuta il 6 agosto 1284 nelle acque della Meloria a opera dei Genovesi, arreca un colpo gravissimo, non solo al ruolo politico di Pisa, ma soprattutto alla sua economia, fino ad allora così fiorente, dando inizio ad una generale decadenza. In un primo momento, la città conserva una sua vitalità, pur perdendo i possedimenti insulari e il predominio dei traffici marittimi fra Oriente e Occidente; ma ben presto nemici vecchi e nuovi (lucchesi e fiorentini), anche se non porteranno attacchi diretti alla città, saccheggiano e devastano tutta la campagna con numerose ed insistenti incursioni.

Nel corso del Trecento le ripetute guerre con Genova, Firenze e Lucca continuano a portare gravissime distruzioni nel contado, con danni incalcolabili per l'agricoltura; Pisa non è più in grado di gestire in maniera efficiente il territorio e tutta la parte costiera. La prima conseguenza di questa situazione di instabilità politica e militare è la crisi del delicato sistema di regimazione idraulica conquistato negli ultimi due secoli: vengono abbandonate le opere di sistemazione e conservazione dei fossi e dei canali, che tendono progressivamente ad intasarsi, e tutte le paludi riconquistano ampi spazi. Altro fattore di depauperamento e di ulteriore crisi è costituito dalle ricorrenti epidemie e, in particolare, dalla "peste nera" di metà secolo, che produce un ulteriore calo demografico e mina quasi definitivamente le condizioni economiche della città (FEDERICI-MAZZANTI, 1995, pp. 225-226).

Ma è con il Quattrocento che il declino di Pisa diventa irreversibile: si data al 1406

22 D'altronde, anche in tempi per così dire recenti, prima della definitiva bonifica, la popolazione di Coltano e di Stagno viveva ancora, in parte, in capanne ricoperte di falasco (MENCHELLI, 1984, p. 268).

23 Comunque la situazione della proprietà è piuttosto complessa e varia, caratterizzata anche da molti scambi; il che indica l'importanza economica della zona, anche in relazione alla vicina città (AMICI ET AL., 1986, pp. 204-205).

la sconfitta finale della città e la sua entrata nell'ambito politico di Firenze²⁴. L'ultimo crollo ancora una volta influisce in modo macroscopico sull'assetto generale delle campagne e del contado, con la distruzione parziale o totale di molti centri abitati e il conseguente abbandono di molte terre²⁵ e con la diminuzione della popolazione – già provata da un lungo assedio – a causa delle ricorrenti epidemie di peste, non controllata da alcuna organizzazione o protezione sanitaria. A ciò va aggiunta la ripresa della pirateria musulmana, non più tenuta a freno e contrastata dalle efficaci azioni della potenza navale pisana (FEDERICI-MAZZANTI, 1995, pp. 225-226). Probabilmente però l'elemento determinante nella rovina dell'antica repubblica marinara è dato dal fatto che il Porto Pisano, non più gestito da un organismo politico efficiente e direttamente interessato, diventa inagibile, per lo sbarramento causato dall'emersione di nuovi lidi e per i guasti²⁶ sempre più gravi alla bocca del porto, subiti nel corso di circa 120 anni di incursioni nemiche, sia per terra che per mare (GARZELLA, 2003; VACCARI, 2008; VACCARI, 2009).

È impossibile in questa sede delineare un quadro organico delle complicatissime e mutevoli vicende della Toscana costiera nel corso del XV secolo e nella prima metà del XVI. Siamo in presenza di un'estrema instabilità politica per le mire espansionistiche di fiorentini e lucchesi, per il gioco delle influenze internazionali, per le aspirazioni di vari aristocratici ad affermare potentati personali (FEDERICI-MAZZANTI, 1995, pp. 226-227).

24 Molte delle famiglie impegnate in attività economiche preferirono trasferirsi in centri più produttivi e pertanto numerose aziende cessarono di esistere (CARRATORI SCOLARO ET AL., 1994, p. 350).

25 Il governo fiorentino riorganizzò anche dal punto di vista amministrativo tutto il contado con il ben preciso intento di diminuire il peso e l'influenza politica della città su quello che era stato il suo territorio (CHITOLINI, 1978).

26 Già ai tempi della battaglia della Meloria i Genovesi avevano tentato di danneggiare il porto, affondando alla sua imboccatura navi cariche di mattoni, con il preciso intento di causarne l'interrimento (DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, p. 68).

3.3 L'ETÀ MODERNA

Con l'inserimento di Pisa nel territorio della Repubblica Fiorentina, comincia a profilarsi (e ben presto ad emergere) un fenomeno nuovo, quello della formazione – dapprima con nuclei limitati, poi sempre più estesi e compatti – di ampie proprietà fondiarie di potenti e ricchi esponenti del patriziato fiorentino²⁷ nel contado pisano. Il processo si delinea soprattutto dalla metà del Quattrocento e si dilata vistosamente nel corso dei decenni²⁸ fino al Seicento, con la formazione di ampi complessi, per lo più risultato di una costante accumulazione. Le famiglie fiorentine (le stesse impegnate a Firenze in attività mercantili e industriali) considerano l'investimento fondiario – che avviene generalmente attraverso un processo di ricomposizione unitaria di proprietà prima territorialmente frantumate – un ottimo sistema per differenziare, e di conseguenza proteggere, i propri capitali, immobilizzandoli in possedimenti stabili, anche se meno redditizi, in una fase in cui gli investimenti di tipo commerciale e imprenditoriale appaiono sempre meno proficui (FASANO GUARINI, 1976, *passim*; MINECCIA, 1983, pp. 287-294; DELLA PINA-MAZZANTI-PULT QUAGLIA, 1986, pp. 267 e seguenti).

Questo dilatarsi delle proprietà fiorentine nella campagna pisana, che fu incrementato anche dalla concessione di privilegi di vario genere e di esenzioni fiscali, si realizzò a scapito della piccola proprietà contadina, dei beni comunitari o confiscati a cittadini pisani e fiorentini ribelli e spesso ai danni della grande proprietà ecclesiastica, come il Capitolo e i Canonici del Duomo e soprattutto la Mensa Arcivescovile Pisana, a cui molti di questi beni continuavano ad appartenere (DELLA PINA-MAZZANTI-PULT QUAGLIA, 1986, p. 267).

Pur non trascurando l'acquisto di fondi nelle aree più popolate e più produttive, questa espansione fiorentina – alla quale parteciparono massicciamente gli stessi Medici – si orientò di preferenza verso zone marginali e ampi spazi sostanzialmente disabitati e in condizione di degrado, come le estese paludi, oppure verso terreni comunque soggetti a facili inondazioni, nei quali dominavano boschi o vaste praterie. L'obiettivo era duplice e per certi aspetti rispondente ad esigenze contrastanti. Da un lato, l'interesse era determinato dal basso costo di acquisto di queste terre, che potevano in un secondo momento, grazie ad opere di prosciugamento e di canalizzazione, essere valorizzate e rese fruttifere con la

27 Salviali, Rucellai, Soderini, Capponi, Ristori, Strozzi, Niccolini, Albizi, ma soprattutto i Medici. Confronta MALANIMA, 1980, pp. 80-81.

28 Già alla metà del Cinquecento la proprietà medicea nella campagna pisana aveva raggiunto una superficie di 34 mila ettari. Cfr. MINECCIA, 1983, p. 288.

messa a coltura²⁹, in particolare per la produzione del frumento, i cui prezzi furono molto elevati per tutto il Cinquecento. Dall'altro lato, queste regioni incolte permettevano una proficua utilizzazione delle risorse naturali senza impegnative ed onerose trasformazioni: l'allevamento brado del bestiame nelle fiorenti praterie, la pesca e lo sfruttamento delle altre risorse dei paduli, la produzione e il commercio del legname, fornito in abbondanza dai boschi (MINECCIA, 1983, pp. 295-297; DELLA PINA-MAZZANTI-PULT QUAGLIA, 1986, pp. 267-268).

I Medici, per le ricchezze individuali e familiari, per il prestigio e la posizione di potere che occupavano, avevano più di tutti gli altri ampie disponibilità economiche per investimenti fondiari di tal genere³⁰ e perciò i loro possedimenti in questa zona si estesero su tutto il litorale, giungendo a costituire in certo modo un unico grande latifondo. Questi possedimenti furono organizzati secondo due modelli distinti: le tenute e le fattorie.

Le tenute erano formate dalle vaste superfici, che, per le caratteristiche ambientali e pedologiche, potevano essere sfruttate economicamente, in quanto dominate da boschi e da paludi, senza l'impiego di grandi capitali: in queste zone non si riteneva conveniente procedere con interventi di bonifica accompagnata dalla messa a coltura e dall'appoderamento. La peculiarità di queste aree, infatti, va vista proprio nella non-introduzione del sistema mezzadrile, modello tipico dell'organizzazione agraria della Toscana interna. Dipendenti dallo Scrittoio delle Reali Possessioni (Amministrazione di Pisa), erano quindi strutturate attorno ad un'unica unità produttiva, gestita da un "ministro", cioè un fattore, con l'ausilio di un certo numero di dipendenti fissi, a cui si poteva aggiungere manodopera salariata nel caso di particolari attività stagionali, come per esempio il taglio del bosco³¹. Le attività prevalenti si concentravano nella produzione del legname, nel pascolo e nell'allevamento del bestiame, nella caccia e nella pesca (MINECCIA, 1983, pp. 295-296).

È questa la forma organizzativa tipica della tenuta di Coltano (Fig. 14), il cui processo di formazione, avvenuto progressivamente dalla fine del Quattrocento ai primi decenni

29 Sappiamo che la duchessa Eleonora di Toledo, moglie di Cosimo I, comprò molti beni nel comune di Barbareicina (o Barbaregina) e Campalto (più tardi inclusi nella Fattoria di Casabianca), la maggior parte paludosi, per ridurli a coltura come poi realmente fece (MINECCIA, 1983, p. 288, nota 10). Abbiamo notizia anche dell'esistenza di un piano medico per valorizzare l'area della Fattoria di Casabianca (FASANO GUARINI, 1976, pp. 37-39 e seguenti).

30 Tali investimenti non riguardarono solo la regione di Pisa, ma furono diretti anche verso altre zone, in parte con caratteristiche ambientali simili, come per esempio la Valdichiana.

31 In realtà è proprio in conseguenza della formazione nel Cinquecento di vaste proprietà che si diffonde anche nella pianura pisana – in ritardo rispetto ad altre zone della Toscana – il rapporto mezzadrile, collegato ad una struttura podereale ed è importante notare che si afferma prima nei possedimenti di famiglie fiorentine e solo successivamente di famiglie pisane, anche se poi proprio questo tipo di organizzazione agraria contribuisce a delineare quello che sarà per secoli il tipico paesaggio della campagna pisana, con poderi, case coloniche e ville (MALANIMA, 1980, pp. 80-81).

del Seicento, può considerarsi, per certi aspetti, indicativo dei modi di crescita di molte proprietà fiorentine. Il punto di partenza è riferibile al 1480, quando Lorenzo il Magnifico affermava di possedere “alcuni pezzi di terra a Coltano, non meglio definiti” (DELLA PINA-MAZZANTI-PULT QUAGLIA, 1986, p. 270), ma già alla data della sua morte (1492) risultava che vi erano stati aggregati il Padule Maggiore, il pascolo e i “Poggioli” di Castagnolo³², oltre a diversi appezzamenti in altre comunità. Dopo un periodo di pausa, legato all’instabilità politica che caratterizzò la Toscana nella prima metà del Cinquecento, le acquisizioni ripresero nella seconda parte del secolo. Alla data del 1568, nell’area delle comunità di San Giovanni al Gatano, Putignano e Oratoio risultavano di proprietà medicea circa 1300 ettari, oltre a diversi altri possessi nei dintorni. Pochi anni dopo i Medici ottennero l’allivellazione in perpetuo del Padule di Stagno dalla Mensa Arcivescovile di Pisa. Nel 1586 infine avviene l’acquisizione determinante, che dà il nome alla tenuta: all’Ordine dei Cavalieri di Santo Stefano vengono chieste – e ottenute – in permuta con alcuni terreni già portati a coltura e in parte appoderati, le terre di Coltano, Calestro e Calestrino³³. Si realizza così, in questa parte della pianura, l’unificazione territoriale dei vari possessi medicei che fino ad allora risultavano separati. Alla fine (1622), dopo che si erano aggiunte alla tenuta anche le aree, già di proprietà medicea, situate ad est del fosso del Caligi nella comunità di Oratoio (prati di Montacchiello e di Campodolmo), il grande latifondo aveva una superficie di 2695 ettari. In realtà, rimaneva esclusa l’“Isola”, che era rimasta proprietà dei Salviati, e lo rimarrà fino al 1815 (DELLA PINA-MAZZANTI-PULT QUAGLIA, 1986, pp. 270 e seguenti).

L’altra forma di organizzazione dei possessi medicei fu quella delle fattorie. Occupavano in genere le terre migliori o si trovavano dove gli interventi di bonifica potevano essere realizzati con maggiore facilità e senza grande impegno di capitali. In queste aziende, infatti, anch’esse dipendenti dallo Scrittoio delle Possessioni, si cercò di portare avanti lavori di risanamento idrico e, per esempio, furono effettivamente prosciugate per colmata alcune aree per consentire la messa a coltura. Nelle fattorie fu introdotto il modello podereale tipico, con la concessione a mezzadria e la costruzione delle case coloniche. I terreni venivano affidati a contadini residenti nei villaggi circostanti ai quali spettava il pesante lavoro del primo dissodamento e della messa a coltura, ma l’amministrazione era centra-

32 Con la crisi del potere mediceo Castagnolo e il Padule divennero proprietà di Jacopo Salviati, genero di Lorenzo, ma furono poi ricomprati nel 1548 dalla moglie di Cosimo I.

33 Le notizie relative allo scambio (DELLA PINA-MAZZANTI-PULT QUAGLIA, 1986, pp. 270-271) sono abbastanza indicative di come venissero gestiti questi acquisti. Nella richiesta di permuta si diceva che il principe era interessato a questa zona di macchie e paduli per la caccia, in ragione della ricca selvaggina, e offriva in cambio terreni migliori, di rendita ben superiore a quelli di Coltano. Ma le motivazioni reali erano due: in primo luogo i Medici unificavano la proprietà, dato che tutti i terreni intorno erano già in loro possesso; inoltre, cedendoli all’Ordine di Santo Stefano, si liberavano di possedimenti confiscati a due ribelli, evitando così possibili ritorsioni da parte delle famiglie.

lizzata e curata da un fattore. La produzione principale delle fattorie era quella cerealicola, molto fruttuosa, tanto che nella zona si raccoglieva certi anni il 30% del frumento prodotto in tutte le fattorie granducali (MINECCIA, 1983, pp. 296-297; CERVELLATI-MAFFEI CARDELLINI, 1988, pp. 55-56).

In questo tipo di organizzazione, all'interno dell'area considerata, rientrava anche la fascia di "terre alte", che, insieme alla zona di Barbaricina e di Campalto sull'altra riva, a nord dell'Arno, fu inclusa nella fattoria di Casabianca, formatasi circa alla metà del Cinquecento, in seguito agli acquisti da privati ed enti ecclesiastici, effettuati da Cosimo I ed Eleonora di Toledo: di questa fattoria non è tuttavia agevole ricostruire la dislocazione completa (MINECCIA, 1983, p. 291; CERVELLATI-MAFFEI CARDELLINI, 1988, p. 75).

Al di fuori delle proprietà granducali rimaneva la tenuta di Tombolo³⁴, appannaggio da secoli della Mensa Arcivescovile pisana e in gran parte gestita con i caratteri tipici della manomorta, per cui mancò nel tempo qualsiasi tipo di intervento volto ad uno sfruttamento più intensivo del suolo, salvo la creazione di pochi poderi lungo la Strada Livornese. Una parte del territorio era amministrata con il sistema degli affitti e dei livelli, ma neppure i concessionari si impegnarono in operazioni di riassetto idraulico o di messa a coltura (ROVEDA, 1984, *passim*). È probabile che tutta l'area rimanesse in uno stato di quasi assoluta naturalità, ancora più selvaggio di quello della vicina tenuta di Coltano: vi dominavano boschi fitti e difficilmente praticabili³⁵, intervallati dai bacini palustri delle lame (CECCARELLI LEMUT, 2002).

Facendo un passo indietro e ritornando alla generale situazione ambientale, si è già detto che le campagne pisane versavano, all'inizio del Cinquecento, in condizioni di profondo degrado, dovuto in gran parte alle devastazioni militari succedutesi sul territorio per lunghi periodi (sono del 1509 l'ulteriore assedio e la sconfitta di Pisa, che si era ribellata al dominio fiorentino durante le complesse vicende belliche che interessarono la penisola all'inizio del Cinquecento), devastazioni che avevano portato alla completa rovina le opere di regimazione idraulica. È questa la situazione che ritrasse Leonardo³⁶ in una famosa carta, di straordinaria

34 La tenuta di Tombolo, compresa nella comunità di San Giovanni al Gatano, si estendeva, nella seconda metà del Cinquecento, su quasi 4000 ettari (ROVEDA, 1984, p. 395).

35 Il bosco era rimasto nelle condizioni primitive di molti secoli prima, a proposito delle quali il Repetti (REPETTI IV, 1841, p. 382) ricorda che "il bosco di Stagno era cotanto folto ed esteso che il Comune di Pisa fece un'apposita rubrica nei suoi statuti [...] affinché i podestà e i capitani del popolo facessero tagliare quella macchia presso la chiesa di S. Piero a Grado sino all'ospedale di S. Leonardo di Stagno [...], come pure fosse estirpata la macchia bassa nel lecceto spettante a detto spedale, affinché non vi si nascondessero i malfattori".

36 Per tutto il territorio pisano possediamo una serie di carte e appunti paesistici realizzati da Leonardo, quando, per incarico della Repubblica Fiorentina, nell'estate del 1503, fece una ricognizione nella zona, arrivando fino a Pisa, assediata dai Fiorentini, per studiare la possibilità di una deviazione del corso del fiume, al fine di fiaccare più facilmente la resistenza pisana (CALECA-MAZZANTI, 1980, pp. 19-20).

precisione, realizzata nel 1503 nel pieno dei combattimenti: un quadro di generale decadenza (d'altronde testimoniato da tutte le fonti contemporanee), che mostra un verosimile peggioramento rispetto alle condizioni di equilibrio raggiunte durante il periodo medievale (CALECA-MAZZANTI, 1980; DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, p. 73; GARZELLA, 2003).

Oltre alla riconquista di vasti spazi nella pianura a nord dell'Arno e nelle immediate vicinanze della città di Pisa, vaste e ancora più ampie paludi si estendevano a sud dell'Arno: il Padule Maggiore a settentrione dell'altura di Coltano, esteso fino ai confini meridionali della città, e l'enorme Stagno, che occupava tutta la parte meridionale della pianura, arrivando fino alla base delle Colline Livornesi³⁷. Non è da escludere, tuttavia, che questa situazione di disordine idraulico, di desolazione e di abbandono sia stata ulteriormente aggravata dal peggiorare delle condizioni climatiche generali: si parla a questo proposito di "piccola età glaciale", un periodo caratterizzato da temperature medie annue notevolmente inferiori, e da piogge più abbondanti, rispetto alle più felici congiunture climatiche del periodo attuale e di quello basso-medievale (DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, p. 73).

A questa situazione di profondo dissesto idrologico si era cercato di portare rimedio, già a partire dal 1475, con l'istituzione, per volontà di Lorenzo il Magnifico, dell'Opera della Reparazione del Contado e della città di Pisa, magistratura che aveva il compito di controllare il corso dell'Arno e del Serchio e di scavare nuovi fossi, per regolarizzare il deflusso delle acque, ma le operazioni militari della prima metà del XVI secolo³⁸ sembra che abbiano praticamente interrotto le attività di questo ed altri uffici, istituiti per scopi simili. È soltanto nella seconda metà del Cinquecento, con il progressivo consolidamento del principato mediceo e l'ottenimento del titolo granducale (che vide anche il notevole aumento delle proprietà medicee nel territorio pisano), che fu avviata da Cosimo I una nuova serie di lavori volti al risanamento idraulico e al potenziamento delle reti fluviale e viaria (DELLA PINA-MAZZANTI-PULT QUAGLIA, 1986, p. 261). La gestione di queste operazioni fu affidata all'Ufficio dei Fiumi e Fossi, al quale, nel 1547³⁹, erano passate le competenze dell'Opera della Reparazione e che fu

37 Le aree palustri della pianura meridionale pisana raggiunsero in questo periodo la loro massima estensione, che manterranno per tutta l'età moderna come è possibile constatare nelle molte carte realizzate per questo territorio (MAZZANTI, 1984; DELLA PINA-MAZZANTI-PULT QUAGLIA, 1986).

38 Sono gli anni tumultuosi della guerra di Pisa e del passaggio dalla Repubblica al Principato. Per tutta la problematica vedi FASANO GUARINI, 1980a, pp. 31 e seguenti.

39 In questo anno Cosimo prese una serie di misure complessive in favore di Pisa, tese a migliorare le condizioni economiche e agricole della città e del contado. Contestualmente fu riformato l'assetto dell'Opera con l'istituzione di un Magistrato o Ufficio dei Fossi, diretto dal "Provveditore del mare" e da un "Commissario" (al quale succedettero i due "Consoli del mare" ripristinati), i quali coordinavano un certo numero di funzionari, tutti pisani. Sebbene tutte le decisioni politiche fossero prese a Firenze, era comunque piuttosto eccezionale nelle istituzioni medicee la presenza anche di rappresentanti della classe dirigente pisana (FASANO GUARINI, 1980a, pp. 31-32).

dotato di una struttura burocratica più efficiente.

Tuttavia – nonostante che l'ufficio sia stato immediatamente funzionante e che ci si proponesse di condurre un insieme di interventi organici in questo campo, miranti a risolvere radicalmente i secolari problemi – la serie di ambiziose opere avviate non dette i risultati sperati, a causa degli investimenti limitati⁴⁰. Barsanti e Rombai per questo periodo parlano, infatti, di “bonifiche *estemporanee*”, cioè legate alla contingente necessità di risolvere problemi urgenti o di mettere a coltura nuove terre, ma senza che i singoli interventi venissero inseriti all'interno di un progetto di vasto respiro e con un coordinamento organico (BARSANTI-ROMBAI, 1986, pp. 34 sgg.). D'altronde, nel complesso, l'azione in questo campo durante il periodo mediceo si orientò prevalentemente al miglioramento delle condizioni di deflusso dei fiumi – che, per le loro caratteristiche naturali, tendevano ad interrarsi e a tracimare – e a contenere le inondazioni, piuttosto che ad un'opera di generale riassetto del territorio (BARSANTI-ROMBAI, 1986, p. 37). Infatti, la serie di interventi condotti da Cosimo I e dai suoi successori, Francesco e soprattutto Ferdinando, tra la seconda metà del Cinquecento e l'inizio del Seicento, riguardano essenzialmente la costruzione di alcuni canali che dovevano migliorare il drenaggio delle acque nelle zone impaludate e risolvere il problema degli straripamenti dell'Arno. Con questi intenti furono scavati il Fosso Reale, sul quale venne imperniato il sistema dei deflussi della pianura meridionale pisana e che venne fatto affluire direttamente nello Stagno, e il Canale dei Navicelli, che aveva in aggiunta lo scopo, non trascurabile, di collegare Pisa con Livorno tramite una via d'acqua navigabile; inoltre furono realizzati i due “trabocchi” di Putignano e Fornacette (Arnaccio), con l'intento di salvaguardare Pisa dalle inondazioni, deviando le acque di piena dell'Arno rispettivamente nel Padule Maggiore e nel padule di Stagno; infine, il cosiddetto Taglio Ferdinando del 1606, con il quale la foce dell'Arno venne spostata verso nord, per rendere più agevole il deflusso del fiume al mare⁴¹ (CHERUBINI-DEL RIO-MAZZANTI, 1985, pp. 182-183; BARSANTI-ROMBAI, 1986, pp. 44 sgg.; FEDERICI-MAZZANTI, 1995, pp. 229-231).

Con i primi decenni del Seicento può sostanzialmente dirsi conclusa la serie di interventi volti al miglioramento delle condizioni idrografiche della pianura pisana, che aveva caratterizzato fino ad allora l'operato mediceo. D'altronde, le difficoltà economiche in cui cominciava a versare il Dominio mediceo – difficoltà che si aggravarono a partire dal quarto decennio del secolo – e la crisi demografica dovuta alla peste di manzoniana memoria (1630-

40 Il limite in realtà è determinato, non solo dalla scarsità degli investimenti, ma anche dalle tecniche elementari messe in atto, a cui va aggiunto il fatto che ci si servì di mano d'opera coatta (“comandate”), cioè di contadini obbligati a fornire giornate di lavoro gratuite o quasi (FASANO GUARINI, 1980b, pp. 43 e seguenti).

41 Secondo la FASANO GUARINI, 1980b (p. 46), questi ed altri provvedimenti portarono a risultati sicuramente positivi e durevoli nel tempo, conquistando all'agricoltura zone impaludate e dando una configurazione nuova al corso dell'Arno; ma nei casi in cui si dovevano risolvere problemi tecnici più impegnativi, non si portò alcun miglioramento all'instabilità dell'assetto idrografico.

1632) ostacolarono l'attuazione di successivi interventi, per lo meno di un qualche rilievo. Nel frattempo, la situazione idraulica aveva subito un netto peggioramento, portando ad una espansione ulteriore delle aree paludose. L'unico provvedimento degno di nota preso in questo periodo fu quello di una nuova escavazione del Fosso Reale, realizzata intorno alla metà del secolo⁴² (CHERUBINI-DEL RIO-MAZZANTI, 1985, pp. 184-185; DELLA PINA-MAZZANTI-PULT QUAGLIA, 1986, p. 263). Il quadro di generale declino economico, politico e sociale si protrarrà fino al 1737, anno del passaggio della Toscana alla dinastia lorenese.

A questa realtà di decadenza e di sostanziale abbandono si accompagna, come causa e come esito, un deciso rallentamento, se non l'arresto, della politica di espansione fondiaria nel contado pisano da parte del patriziato fiorentino, non esclusa la famiglia granducale. La tenuta di Coltano, per la quale il processo di crescita era stato pienamente realizzato⁴³ e dove le attività prevalenti continuavano a essere quelle tradizionali (allevamento e sfruttamento delle risorse dei paduli), fu affidata in gestione, durante questa seconda fase del possesso mediceo (salvo brevi periodi), ad affittuari, i quali, interessati quasi esclusivamente a sfruttare il territorio in maniera estensiva per l'allevamento, non misero in atto alcun intervento, teso in qualche modo a sviluppare l'agricoltura, almeno nelle terre che la consentivano⁴⁴ (DELLA PINA-MAZZANTI-PULT QUAGLIA, 1986, pp. 275-276).

A delineare meglio questo quadro, nel suo complesso negativo, va ricordato che, come è stato detto in precedenza, il Porto Pisano si era ormai completamente insabbiato a causa del progressivo e inarrestabile avanzare del litorale, che aveva portato al definitivo riempimento della laguna – che lo ospitava durante il glorioso periodo medievale – ormai sostituita dai bacini palustri del Galanchio a nord e della Paduletta a sud, visibili nelle carte seicentesche (PASQUINUCCI-MAZZANTI, 1985, pp. 181-185; FEDERICI-MAZZANTI, 1995, p. 228; VACCARI, 2009). D'altronde, la vicina Livorno, nata come città per volontà dei Medici, che ne promossero anche lo sviluppo, nella seconda metà del Cinquecento era in breve tempo divenuta un porto sicuro, ben organizzato e molto fiorente, centro di quasi tutti i traffici marittimi

42 Parallelamente, a conferma della situazione di abbandono in cui versavano le campagne pisane, si ha notizia del completo fallimento del "trabocco di Fornacette", come conferma il fatto che il letto e gli argini dell'Arnaccio vennero affittati a privati perché vi pascolassero il bestiame (CHERUBINI-DEL RIO-MAZZANTI, 1985, p. 183).

43 Si può considerare definitiva la situazione attestata dall'Estimo pisano del 1622, al momento del quale le proprietà mediche nell'area, anche se non tutte incluse nella tenuta di Coltano, ma comunque confinanti, ammontavano a 2695 ettari, distribuiti nelle comunità di Oratoio, Putignano e San Giovanni al Gatano (DELLA PINA-MAZZANTI-PULT QUAGLIA, 1986, pp. 271-272).

44 A conferma del sostanziale abbandono in cui versava la tenuta, si può ricordare la relazione di un amministratore granducale relativa ai primi anni del Seicento. Appare emblematico il fatto che, tra i vari interventi, venisse proposto anche di destinare il palazzo da poco costruito ad abitazione dei contadini (DELLA PINA-MAZZANTI-PULT QUAGLIA, 1986, p. 275).

del Granducato e con un ruolo di primo piano nel Mediterraneo occidentale⁴⁵.

In realtà, comunque, per far fronte alla grave situazione di disordine idrogeologico delle campagne, a partire dagli ultimi decenni del Seicento vennero formulati e presentati, nell'ambito delle attività di studio e di pianificazione, svolte rispettivamente dall'Ateneo Pisano e dall'Ufficio dei Fossi, svariati progetti che intendevano risolvere in maniera complessiva i problemi idraulici della pianura pisana meridionale⁴⁶. È vero che in sostanza nessuno di essi arrivò ad essere realizzato, se si eccettua l'avvio di alcune colmate nella zona più meridionale, compresa fra il Fosso Reale e le colline, e lo scavo, nel 1716, su progetto dell'abate Grandi, di un emissario artificiale (Calambrone Nuovo) del padule di Stagno, la cui bocca risultò spostata di mezzo miglio a nord rispetto alla vecchia; comunque è di per sé significativo lo sforzo di ricerca scientifica portata avanti nel campo idrologico, che condusse quanto meno alla realizzazione di progetti di vasto respiro, implicanti un'azione più organica per il miglioramento delle condizioni ambientali ed igieniche di questo territorio (CHERUBINI-DEL RIO-MAZZANTI, 1985, p. 184).

Tuttavia è soprattutto nel corso del Settecento che l'opera di prosciugamento della pianura pisana meridionale compie notevoli passi avanti, grazie in primo luogo al generale progresso scientifico, sia negli studi di idraulica che nella rappresentazione cartografica; ma certamente vi contribuì anche in larga misura l'intelligenza operativa del governo dei Lorena, che dette un notevole impulso⁴⁷ alla realizzazione di una serie di opere, con un grosso impegno finanziario da parte dello Stato stesso, anche se poi non sempre la bonifica idraulica lorenese ebbe successo (GUARDUCCI-PICCARDI-ROMBAI, 2009). Preceduti e accompagnati

45 In origine villaggio di pescatori, Livorno era stata trasformata dai pisani in piccola fortezza a presidio del mare, soprattutto come difesa contro i pirati saraceni. Occupata dai genovesi, quando Pisa era entrata nel dominio fiorentino, fu rivenduta a Firenze per centomila fiorini e diventò un'alternativa complementare al Porto Pisano, con cui formava una sola unità amministrativa. Per tutto il XV secolo e la prima metà di quello successivo continuò ad essere poco più che uno scalo protetto e piccolissimo centro abitato con circa 500 abitanti, ma dopo il 1530 ebbe un eccezionale sviluppo demografico e commerciale, favorito dalle iniziative di Cosimo I e poi di Ferdinando I, che ne fecero prima luogo di scalo e di deposito e poi, grazie alle opere pubbliche e alle attrezzature portuali e di difesa, un emporio commerciale di importanza internazionale per il sistema di deposito "franco" delle merci (rimasto in vigore fino al 1868).

46 Al riguardo si possono citare: i progetti del tecnico olandese Hindt (1647) e quello del Borelli (probabilmente 1656-1657), che proponevano di colmare e mettere a coltura lo Stagno; il grandioso progetto dell'ingegnere Della Nave (1672), con il quale si auspicava la realizzazione di un canale che tagliava da SE a NO la pianura meridionale pisana, raccogliendo tutte le acque dei torrenti e contribuendo al prosciugamento dell'area palustre centrale; i progetti, fatti redigere da Cosimo III nel 1680, dopo un'ennesima inondazione a Pisa, e sottoposti a revisione da parte del celebre idraulico olandese Meyer (CHERUBINI-DEL RIO-MAZZANTI, 1985, p. 184; DELLA PINA-MAZZANTI-PULT QUAGLIA, 1986, pp. 263-264).

47 Già negli anni Quaranta-Cinquanta del Settecento furono condotti alcuni piccoli interventi, tra i quali vale la pena di ricordare la deviazione verso O del tratto terminale del Canale dei Navicelli, che rese possibile la colmata di parte della Paduletta a N di Livorno (FEDERICI-MAZZANTI, 1995, p. 235; MAZZANTI, 1984, *passim*).

anche in questo caso da una vasta mole di studi e di progetti, che coinvolsero la maggior parte dei più illustri scienziati del Granducato⁴⁸, vennero effettivamente messi in atto, soprattutto durante il regno di Pietro Leopoldo⁴⁹, numerosi interventi di bonifica, tutti ben coordinati all'interno di un programma generale, che miravano al risanamento e alla messa a coltura della parte più meridionale della pianura, al piede delle colline. Fra questi l'operazione più indicativa del cambiamento metodologico lorenese è costituita dall'avvio della globale risistemazione del corso del Fosso Reale⁵⁰ e dei suoi affluenti, che condusse, nel giro di qualche decennio, alla messa in colmata e al prosciugamento di tutta la pianura a sud di tale fosso, quella compresa in gran parte nel territorio della fattoria granducale di Collesalveti (CHERUBINI-DEL RIO-MAZZANTI, 1985, p. 185). Più o meno agli stessi anni risale il taglio del meandro dell'Arno a Barbaricina.

Anche se sui grandi paduli della zona centrale non si accennò a intervenire (rimanevano inalterati come sarebbero rimasti fino agli anni Venti del Novecento), nel complesso l'opera di bonifica condotta nel periodo leopoldino segna un notevole salto qualitativo rispetto ai precedenti interventi, sia dal punto di vista tecnico, con l'utilizzo su vasta scala del sistema delle colmate, sia da quello dei risultati concreti. In ogni modo l'aspetto forse più interessante è rappresentato dal fatto che gli interventi di questo periodo, condotti "in grande stile e con dovizia di mezzi tecnici e finanziari", non solo sono programmati nell'ambito di una operazione globale, ma con tale operazione si ha l'intento di "recuperare non più soltanto alla coltivazione, ma anche all'insediamento umano, intere aree che, risanate dalle acque e dalla malaria, divengono oggetto di più ampie politiche infrastrutturali. E ciò, per poter assicurare tutte le condizioni indispensabili alla libera imprenditorialità privata"⁵¹ (BARSANTI-ROMBAI, 1986, p. 35). È un'ottica che si presenta come lungimirante e moderna, perché il piano di bonifica concepito per tutta la Toscana da Pietro Leopoldo mira a combattere "le cause profonde dello spopolamento e della desolazione del territorio" e quindi i provvedimenti più propriamente tecnici sono accompagnati da provvedimenti legislativi "tali da liberare la struttura economica da qualsiasi residuo feudale"

48 Basti citare i progetti di Tommaso Perelli e Antonio Falleri nella prima metà del secolo, ma soprattutto di Leonardo Ximenes (1768), Antonio Bombardieri (1771), Michele Piazzini (1772), Camillo Ruschi (1772), Donato Samminiatielli (1772) e Pietro Ferroni (DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987, p. 73).

49 Ad indicare l'attenzione al territorio di questo illuminato sovrano, si può ricordare che, visitando Pisa l'anno dopo che era salito al trono (1765), annotò di aver trovato la città "in uno stato languido e povero, coll'aria malsana e paduli cresciuti intorno e una gran miseria e scoraggiamento".

50 Il lavoro è condotto sulla base del progetto del Samminiatielli (1772), corredato dalle relazioni tecniche del Piazzini e del Niccolai e in seguito rivisto dal Ferroni (GUARDUCCI-PICCARDI-ROMBAI, 2009).

51 Sulle bonifiche del periodo leopoldino in particolare, e lorenese nel suo complesso, esiste una bibliografia estremamente ampia per la quale si rimanda al citato testo di BARSANTI-ROMBAI, 1986. Sulla pianura di Pisa, in particolare, si possono vedere: CHERUBINI-DEL RIO-MAZZANTI, 1985; DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987; FEDERICI-MAZZANTI, 1995.

(BARSANTI-ROMBAI, 1986, p. 25). Anche per quanto riguarda la tenuta di Coltano (Fig. 14), con l'estinzione dei Medici e l'arrivo dei Lorena, sembrano aprirsi prospettive nuove: ritornata sotto la gestione diretta dello Scrittoio delle Reali Possessioni, fu dotata di un'organizzazione più razionale ed efficiente. Sebbene l'attività produttiva rimanesse incentrata sull'allevamento e sullo sfruttamento delle risorse dei paduli, vennero rinnovate le modalità di gestione e, per quanto riguarda l'allevamento – in prevalenza dei cavalli, ma anche dei bovini – l'azienda venne collegata con quella della vicina San Rossore. Sulla base di un sistema di integrazione, i cavalli venivano tenuti a Coltano durante la maggior parte dell'anno, mentre in estate passavano a San Rossore, ad eccezione dei puledri che venivano mandati nella tenuta del Teso, vicino a Gavinana, sulla Montagna Pistoiese. I bovini, invece – tra i quali anche i bufali – erano allevati nell'una o nell'altra tenuta, a seconda della disponibilità dei foraggi (DELLA PINA-MAZZANTI-PULT QUAGLIA, 1986, pp. 276-277)⁵². Anche nelle fattorie, durante il Settecento, fino al momento delle definitive allivellazioni nel corso degli anni Ottanta del secolo, furono avviati significativi interventi, volti a incrementare la produzione agricola e ad incentivare, a livello generale, un'economia più fruttifera. Strumento fondamentale di questa operazione, oltre alle bonifiche di cui abbiamo parlato, fu l'appoderamento di nuove terre. Per esempio, i terreni della fattoria di Casabianca erano stati affittati verso la metà del Settecento a un tal Filippo Manzi, che costituì, nella fascia immediatamente a sud del corso dell'Arno – che rientra nei limiti territoriali di questo lavoro – molti nuovi poderi (chiaramente identificabili nelle mappe catastali) e avviò, seppure con pochi risultati, le prime colmate nella zona di Arno Vecchio. Con la definitiva allivellazione nel 1781, queste terre in parte passarono alla Mensa Arcivescovile, che continuava a possedere l'intera attigua tenuta di Tombolo, in parte, acquistate dalla famiglia Appolloni, andarono a formare la fattoria di Arno Vecchio (MINECCIA, 1983, pp. 300 sgg.; CERVELLATI-MAFFEI CARDELLINI, 1988, pp. 75-78). Nel periodo napoleonico – durante il quale le tenute ex-granducali vennero gestite dall'amministrazione imperiale, entrando a far parte della *Liste Civile* – non furono effettuati interventi di grande rilievo (se si eccettua l'estensione delle colmate già avviate nella zona a sud del Fosso Reale), nonostante il grande interesse teorico che i francesi dimostrarono per i problemi del territorio, come testimoniano le molte cartografie realizzate in questo periodo⁵³ (CHERUBINI-DEL RIO-MAZZANTI, 1985, pp. 185-186). Con la restaurazione di Ferdinando

52 Una fonte di eccezionale ricchezza sulle condizioni della tenuta di Coltano in età leopoldina è il famoso cabreo redatto nel 1785 in occasione della visita in Toscana del re di Napoli e studiato, oltre che parzialmente pubblicato, da GINORI LISCI, 1978.

53 Molte carte sono conservate negli archivi toscani, ma soltanto una consultazione approfondita, per ora solo in parte tentata (ROMBAI-QUAINI-ROSSI, 1995), del patrimonio documentario delle istituzioni archivistiche parigine potrebbe offrire un panorama dell'ampiezza della produzione cartografica del periodo francese. Oltre alle monumentali *Archives Nationales* – dove un primo abbozzo di ricerca è stato condotto, insieme a Giulio Tarchi, anche da chi scrive – molto materiale è conservato anche presso la *Bibliothèque Nationale* e presso il *Service Historique de l'Armée de Terre*.

III sul trono di Toscana arriviamo all'epoca della nostra prima fonte diretta per la ricerca sui cambiamenti nell'uso del suolo, cioè il grande Catasto Generale della Toscana, la cui formazione venne avviata appunto nel 1817, data a partire dalla quale sarà possibile seguire la storia del territorio sulla base della storia delle trasformazioni dell'uso del suolo che abbiamo delineato (*infra*).

4. IL PAESAGGIO NELLA PRIMA METÀ DELL'OTTOCENTO

La prima base di dati – il Catasto Generale della Toscana – riproduce l'assetto ambientale e agrario della pianura meridionale pisana, quale doveva essere nel secondo-terzo decennio dell'Ottocento¹. Questa situazione può essere considerata rappresentativa di condizioni seminaturali del territorio, cioè prima delle grandi trasformazioni che ne hanno radicalmente mutato l'aspetto, portando alla pressoché totale scomparsa delle aree umide e ad una contrazione della superficie boschiva. Infatti, i cambiamenti dovuti a cause naturali e agli interventi umani succedutisi nel corso degli ultimi due millenni sono di gran lunga inferiori a quelli avvenuti a partire dalla seconda metà del XIX secolo (FEDERICI-MAZZANTI, 1988, pp. 600-602).

1 Secondo le disposizioni ufficiali, al momento della rilevazione (effettuata nel corso degli anni Venti dell'Ottocento), la descrizione dello stato dei terreni doveva essere riferita al 1817 (24 novembre è la data della legge istitutiva del Catasto). Sono interessanti alcune voci presenti nei documenti finali relativi all'area in questione, come "coltivazione nuova", "coltivato dopo il 1817" (BIAGIOLI, 1975, p. 84; CONTI, 1966, p. 220).

4.1 L'USO DEL SUOLO SECONDO IL CATASTO GENERALE DELLA TOSCANA

Stando ai dati catastali (Tavv. 2 e 3) risulta con evidenza che nella prima metà del XIX secolo quasi due terzi del territorio considerato² sono occupati dalle zone umide (30%) e dai boschi (29%), mentre piuttosto limitata è la superficie coltivata (circa 19% in totale), concentrata nelle poche aree favorevoli all'agricoltura³.

Sotto questo aspetto la zona di Tombolo e Coltano si distingue nettamente da altre aree della pianura pisana (Cascina, Pontedera, Ponsacco, Vicopisano), dove i seminativi in genere sono molto estesi, coprendo in media il 70-80% della superficie totale e arrivando a circa il 90% a Cascina⁴ (BIAGIOLI, 1975, pp. 223-225 e appendici). Questa diversità è in gran parte dovuta alle caratteristiche ambientali del territorio di Tombolo e Coltano (con la presenza di vaste zone palustri), oltre che legata al regime fondiario, in base al quale gran parte dell'area era inclusa in due vaste tenute a gestione privata (Scrittoio delle Reali Possessioni e Mensa Arcivescovile Pisana), in cui non c'era stato interesse o possibilità di fare investimenti in vista di una estensione delle zone agricole (BIAGIOLI, 1975, p. 210).

Alla modesta estensione delle zone agricole che, si è detto, costituisce un elemento tipico di quest'area, si associa ovviamente una loro distribuzione non omogenea. Infatti, i seminativi si concentravano nei pochi spazi favorevoli all'agricoltura, situati in terreni rialzati, non soggetti ad allagamenti: le "terre alte"⁵ (*supra*) lungo il corso dell'Arno, dagli abitati della Vettola e di San Piero a Grado fino alla foce del fiume (sez. M e parte settentrionale della sez. N), quelle presso le Rene (sez. I) a nordest e quelle disposte nella lunga e stretta fascia parallela alla Strada Regia Livornese, che correva su di un antico cordone

2 La superficie considerata è interamente compresa nella comunità di Pisa, all'interno delle sezioni *N di S. Piero a Grado* e *K di Coltano*, e in parte nelle sezioni *M di San Giovanni al Gattano*, *I di Putignano* e *Sant'Ermete*, *H di Riglione* e *Oratoio*.

3 La superficie totale era pari a 9809 ha, mentre la superficie censita al catasto – quindi senza strade, corsi d'acqua e argini perché di proprietà pubblica – era di 9487 ha. I valori di superficie indicati e quelli utilizzati nelle pagine successive sono i valori calcolati automaticamente dal programma GIS, sulla base dei dati digitalizzati. Nonostante la discrepanza rispetto ai totali dedotti dai registri catastali (275.095.870 braccia quadre pari a 9370 ettari), si è scelto di seguire la fonte informatica per omogeneità con le altre basi di dati.

4 I dati sull'uso del suolo relativi alle varie comunità del Granducato riportati dal Biagioli nel suo lavoro sono tratti dall'*Indicatore Topografico* dello ZUCCAGNI ORLANDINI (*supra*), anch'esso a sua volta basato sulle fonti catastali.

5 Queste terre sabbioso-argillose erano decisamente più favorevoli all'agricoltura, in quanto i terreni erano più fertili e meglio drenati rispetto ai limi argillosi e torbosi delle zone più bassa e alle sabbie dei cordoni litoranei (*supra*).

dunale (Campolungo e Pineta di Fuori), al limite orientale della sezione N⁶.

La prevalenza dei seminativi nudi (12,66% della superficie totale) sugli arborati (6,02%) – che differenzia ulteriormente il territorio considerato dalla parte più interna della pianura di Pisa – è da mettere in relazione con le difficili condizioni ambientali e climatiche (determinate dalla vicinanza di vaste aree umide) e con il tipo della proprietà, accentrata in grandi fattorie a sfruttamento estensivo (MINECCIA, 1983, pp. 302 sgg.), oltre che con le caratteristiche della maggior parte dei terreni⁷.

Tra i seminativi arborati dominava largamente la vite, coltivata da sola e su “pioppi” (aceri campestri e olmi), mentre praticamente assente era l’olivo⁸, del tutto incompatibile con l’umidità e con la natura argillosa della pianura (BIAGIOLI, 1975, p. 225, MINECCIA, 1983, pp. 332-333). Le particelle a seminativo arborato (611 ha, pari al 6,24% della superficie totale) si concentrano nei pressi degli abitati della Vettola e di San Piero a Grado e nella fertile zona delle Rene (poderi delle Rene, del Caligi, del Crocino), oltre che intorno ad alcune case poderali disposte lungo il corso dell’Arno (Fattoria di Arno Vecchio e poderi della Fornace, dei Cipollini, della Rotta e della Torretta, Fig. 13), e più sparsamente lungo la Strada Livornese (poderi di San Guido, di Sant’Antonio e del Casone)⁹. Tutti questi poderi – ad eccezione della Fattoria di Arno Vecchio di proprietà della famiglia Appolloni – erano compresi nella tenuta arcivescovile di Tombolo. È ragionevole pensare, anche se i documenti catastali – come è noto – non offrono informazioni sui modi di conduzione agricola (*infra*), che questi poderi, posti nei terreni migliori e di più facile accesso, fossero condotti a mezzadria. I seminativi arborati corrispondono in genere ad appezzamenti abbastanza piccoli (2,63 ha in media) – anche se non rispetto alla media regionale – che danno vita ad un paesaggio agrario piuttosto parcellizzato, ma probabilmente abbastanza fiorente. Merita di essere notata la conformazione degli appezzamenti nella zona della Vettola: campi lunghi e stretti, strisce che si dipartono dalla strada principale, assecondando il percorso di un

6 I nomi dei cordoni dunali sono quelli individuati da Mazzanti e altri nella *Carta degli elementi naturalistici e storici della Pianura di Pisa e dei rilievi contermini*, sulla base della *Pianta-guida della Reale Tenuta di Tombolo per uso dei cacciatori (supra)*.

7 A tal proposito E. REPETTI nel suo *Dizionario* (REPETTI IV, 1841, p. 382) notava: “Assai poco confacente sembra codesta pianura alle viti e agli alberi da frutto, perché le prime per quanto rigogliose danno un vino debole e snervato, e gli altri delle frutta insipide e acquose [...] ma ciò che costituisce la maggior risorsa agricola di questa contrada sono i pascoli e i boschi”.

8 Nel territorio in esame è presente una sola particella classificata come “lavorativo olivato”. Ciò è in linea con le altre comunità della pianura pisana, dove i “seminativi vitati-olivati” rappresentavano in media soltanto il 4,47% della superficie (BIAGIOLI, p. 225).

9 Tutti questi poderi – ad eccezione della Fattoria di Arno Vecchio di proprietà della famiglia Appolloni – erano compresi nella tenuta arcivescovile di Tombolo. È ragionevole pensare, anche se i documenti catastali – come è noto – non offrono informazioni sui modi di conduzione agricola (*infra*), che questi poderi, posti nei terreni migliori e di più facile accesso, fossero condotti a mezzadria.

antico meandro dell'Arno¹⁰.

A questo tipo di paesaggio vanno ascritte anche le colture orticole, che occupano nel loro complesso una superficie quasi insignificante (8,19 ha, pari allo 0,08% del totale), veri e propri fazzoletti di terra, in prossimità degli abitati e dei poderi.

Maggiore, come abbiamo detto, era l'estensione dei seminativi nudi (1242 ha, pari al 12,66% della superficie totale), in genere più distanti dalle case e dagli abitati e distribuiti per lo più nelle zone meno fertili o meno asciutte, nelle vicinanze delle aree paludose, non favorevoli alle colture promiscue. Nella tenuta di Coltano (sezione K) occupavano interamente l'altura di Castagnolo, mentre a Coltano si alternavano alle pasture¹¹.

Una delle voci prevalenti dell'economia della zona, accanto allo sfruttamento delle risorse offerte dai boschi e dai paduli, era costituita, soprattutto nella tenuta granducale di Coltano, dall'allevamento, per lo più brado, di cavalli e di bovini in prevalenza, ma anche di ovini. Questa attività, sulla quale si incentrava fino dal 1500 la produzione della tenuta, fu notevolmente potenziata nel corso del Settecento dai Lorena, che vi introdussero novità, collegando a livello di gestione produttiva la tenuta di Coltano con quella di San Rossore e dotandola di una organizzazione più razionale ed efficiente¹².

Tale tipo di produzione era – come si è già osservato – largamente condizionata dalle caratteristiche ambientali di questa parte della pianura, che favoriva la presenza di grandi pasture e di praterie artificiali (REPETTI IV, 1841, p. 381), le quali occupavano complessivamente circa il 15% di tutta la zona, ma una porzione in percentuale ben più consistente a Coltano. I prati (5,83%), utilizzati soprattutto per la produzione di foraggi (fieno gentile) e in secondo luogo per il pascolo brado, erano situati sui terreni alluvionali al margine dei paduli, in particolare nella zona a nord del Padule Maggiore (prati del “Mansino”) e in quella orientale, al di qua (prati di Callestro) e al di là (prati di Montacchiello e di Campodolmo) del Fosso del Caligi. Le pasture, cioè i terreni “sodivi”, dove l'erba spontanea serviva per il pascolo brado, occupavano nel complesso una superficie più vasta (9,02%) e coprivano, oltre

10 Questa forma peculiare delle particelle – la cui proprietà era estremamente frazionata al momento della catastazione – potrebbe essere dovuta alla necessità di adattarsi ai caratteri ambientali (campi a “lenza”, diffusi nell'area della pianura meridionale pisana già dal medioevo, cfr. AMICI ET AL., 1986, pp. 202-203) oppure alla divisione o alla allivellazione di una proprietà più grande, esistente in precedenza; mancano tuttavia conferme al riguardo.

11 I documenti catastali definitivi non forniscono notizie sul tipo di colture praticate, ma dal *Rapporto di Stima* (ASFI, *Catasto Generale della Toscana, Atti preparatori, Rapporti di Stima*, 856, n° 174, Comunità di Pisa), relativo comunque all'intera comunità di Pisa, si può dedurre che si trattava in prevalenza di grano e secondariamente di altri cereali, come il mais, l'avena e la segale (cfr. anche REPETTI IV, 1841, pp. 381-382; BIAGIOLI, 1975, p. 224, MINECCIA, 1983, pp. 308 e seguenti).

12 Sul ruolo dell'allevamento nella tenuta di Coltano si veda, tra gli altri, DELLA PINA-MAZZANTI-PULT QUAGLIA, 1986, pp. 270-280.

alle aree al margine tra le colture e le aree boschive nella tenuta di Tombolo, ampie porzioni dei terreni sopraelevati che si snodavano tra le zone paludose, costituendo la parte “emersa” della tenuta, in alternanza con i seminativi nudi¹³.

Elemento caratteristico di tutta la fascia costiera della pianura pisana era – e lo è tuttora – la presenza di una vasta area boscata, che occupava quasi un terzo (29%) della superficie considerata; questi boschi, concentrati quasi esclusivamente nella tenuta di Tombolo, coprendo 2725 ha, rappresentavano circa metà della superficie della sezione N e occupavano quasi tutto il territorio compreso tra la fascia coltivata lungo l'Arno a nord, la Strada Maestra Livornese ad est, il Calambrone a sud e il mare a ovest. La presenza di questa selva – al pari del restante litorale pisano (Migliarino e San Rossore) – era legata, come al solito, all'esistenza di una grande tenuta, di proprietà ecclesiastica (Mensa Arcivescovile di Pisa), con i caratteri tipici della manomorta.

Il territorio boscato era caratterizzato dall'alternanza delle fasce rialzate dei tomboli e di quelle depresse delle lame, che in alcuni casi interrompevano la continuità della foresta, creando vere e proprie aree palustri. Il bosco di Tombolo – per quanto si può desumere dalle fonti catastali – nella zona centrale della tenuta era prevalentemente “d'alto fusto”¹⁴ e doveva formare un intrico molto fitto e assai raramente praticato, se non dai cacciatori¹⁵, mentre nella fascia costiera, accanto ad una vasta porzione “a ceduo”, esistevano aree “a macchia” mediterranea, bassa e alta; le grandi pinete, che improntano l'aspetto attuale della foresta, ancora non esistevano, perché furono impiantate – come si è visto – soltanto alla meta dell'Ottocento.

A Coltano, dove la maggior parte della superficie era occupata dalle aree palustri e dai pascoli, la situazione era molto diversa, con boschi di non grande dimensione (119 ha in totale), distribuiti tuttavia in modo molto particolare: oltre alla piccola bandita di caccia, composta da lecci e querce (l'attuale Bosco degli Allori), le altre aree boscate erano

13 Anche se nei documenti catastali la superficie della “collinetta” di Coltano è chiaramente ripartita fra “pasture” – che dovrebbero indicare i terreni “sodi” – e “seminativi nudi”, risulta (DELLA PINA-MAZZANTI-PULT QUAGLIA, 1986, p. 276, sulla base del cabreo del 1785) che la pastura veniva alternata ai seminativi in rotazione.

14 Sfortunatamente la denominazione generica “bosco d'alto fusto” con cui sono designate le enormi particelle (400-500 ettari) della parte centrale della tenuta non ci aiuta nell'identificare l'associazione vegetale prevalente. È tuttavia ragionevole pensare che fossero presenti i due tipi di bosco di cui si è già fatto cenno, cioè un bosco di sclerofille mediterranee, dominato dal leccio, e uno di latifoglie mesofile, dominato dalla farnia e da specie igrofile come l'ontano e il frassino. Le descrizioni dei viaggiatori (ad es. Georg Martini il Sassone) e dei naturalisti settecenteschi (Giovanni Targioni Tozzetti, Giovanni Menabuoni) esaltano il carattere pittoresco e il fascino particolare di questo bosco.

15 In realtà, come ricorda il Repetti (REPETTI IV, 1841, p. 382), la difficile penetrabilità del bosco e del sottobosco lo rendevano anche, di frequente, rifugio per i “malfattori”.

costituite dalle “ragnaje”¹⁶, cioè strisce di bosco disposte al limite dei terreni asciutti: erano utilizzate anche per la caccia, ma soprattutto avevano la funzione di frangivento e servivano ad impedire che gli animali bradi si inoltrassero nelle aree palustri (RAGO, 1937, pp. 79-81; CERVELLATI-MAFFEI CARDELLINI, 1988, p. 82; CAVALLI-LAMBERTINI, 1990, p. 205)¹⁷.

L'altro elemento che, con un totale di circa 3000 ha, improntava il paesaggio era costituito dalle aree umide, che occupavano anch'esse un terzo della superficie totale (30,48%). A Coltano coprivano la maggior parte della tenuta (1870 ha, pari al 63% della superficie della sezione K), formando tre ampie aree palustri, separate dalle parti emerse delle alture di Castagnolo e di Coltano, le quali restavano così “dall'acqua poste in isola”: a nord, verso Pisa, il Padule Maggiore, che era “veramente padule, mantenuto da poche polle e pieno di piante palustri”; a sud il Padule di Stagno, di forma triangolare, “piuttosto lago che padule”¹⁸, che si prolungava verso nord in una lunga appendice tra il Fosso de' Navicelli e l'altura di Castagnolo, a formare la terza area, il Padule della Ballerina. Nei terreni paludosi si praticavano le attività tradizionali della caccia e della pesca¹⁹, oltre alla raccolta delle erbe palustri (in particolare il falasco), utilizzate come materiale per la copertura delle capanne e dei cascinali della tenuta, nonché per l'alimentazione degli animali (CERVELLATI-MAFFEI CARDELLINI, 1988, pp. 80-82).

A Tombolo invece, le zone umide (poco più di 1100 ha, pari a circa il 20% della sezione N) occupavano gli spazi depressi fra i cordoni dunali, formando stagni “molto lunghi di estensione, ma poco larghi, che sembrano piuttosto grandi fosse, e sono stesi paralleli tra loro, ed il Lido del Mare”²⁰. Sono riconoscibili come ambienti umidi le “lame” principali della tenuta, cioè il Lamone e la Lama Larga, oltre che un'altra lama posta immediatamente alle spalle della spiaggia, testimoniando il continuo meccanismo di accrescimento del litorale. In realtà, le voci dettagliate dei documenti catastali distinguono le zone palustri vere e proprie (i “chiari”, classificati come “padule”) da zone a pastura o incolte, caratterizzate da acque o da vegetazione palustre (“terra padulosa e giunchi”, “pastura palustre”), alle quali

16 Propriamente la “ragnaia” è il boschetto dove si tendono le “ragne”, che sono reti per l'uccellazione (DEVOTO-OLI, 1971, p.1868).

17 Il granduca Pietro Leopoldo, in occasione di una visita a Coltano nel luglio del 1779, scriveva: “Si vide che la lunga siepe stata fatta per impedire il passo alle cavalle dalle pasture al padule, che è venuta bene e ha fatto ottimo effetto” (PIETRO LEOPOLDO D'ASBURGO-LORENA, *Relazioni sul governo della Toscana*, citazione tratta da CERVELLATI-MAFFEI CARDELLINI, 1988, p. 104).

18 T. PERELLI, *Ragionamento sopra la Campagna di Pisa* (1740), citazione tratta da CERVELLATI-MAFFEI CARDELLINI, 1988, p. 99.

19 La caccia e la pesca erano da sempre praticate nel padule di Stagno anche dagli abitanti della zona, oltre che dai granduchi e dai loro ospiti.

20 G. TARGIONI TOZZETTI, *Relazioni di alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana*, citazione tratta da CERVELLATI-MAFFEI CARDELLINI, 1988, p. 100.

corrispondono appunto le lame suddette. Le lame si allargavano verso sud, nei pressi del Calambrone, a formare bacini palustri più vasti, come il Galanchio, che forse era un vero e proprio “chiaro”. Anche in direzione nord, gran parte della tenuta di Arno Vecchio, nei pressi di Bocca d’Arno (nel luogo cioè dell’antica foce deviata verso nordovest nel 1606, con il Taglio Ferdinando), era ancora impaludata (padule “di Arno Vecchio”), nonostante che l’area fosse stata messa in colmata nel corso del Settecento (CERVELLATI-MAFFEI CARDELLINI, 1988, pp. 75-76; DALL’ANTONIA-MAZZANTI, 2001)

Gli incolti sterili (270 ha, pari al 2,76% della superficie) sono costituiti dalle spiagge – le “piagge di mare” o, con termine locale, “cotoni” – e dalle dune più prossime alla costa, da poco emerse, dove non si era ancora sviluppata la vegetazione arborea (i “renai” e le “terre arenose”), nude o con vegetazione rada di sterpi e cespugli.

Sulla base della georeferenziazione delle mappe catastali, risultano significative diversità nella posizione della linea di costa ottocentesca, rispetto alla situazione attuale: mentre a Marina di Pisa, nei pressi di Bocca d’Arno, è evidente che si è verificata una parziale erosione (contrastata già dalla fine dell’Ottocento con la messa in opera di barriere artificiali), più a sud – fra Tirrenia e Calambrone – il litorale è avanzato anche di 300 metri²¹.

21 Il dato trova sostanziale conferma nei molti studi condotti sull’argomento: tra gli altri PRANZINI, 1983; DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987.

4.2 L'INSEDIAMENTO E LA VIABILITÀ

In un'area caratterizzata da un ambiente ostile, per la presenza di ampie zone palustri (e quindi soggette a malaria), nonché di boschi impenetrabili, la popolazione era naturalmente molto scarsa²². I pochi insediamenti si limitavano alle porzioni asciutte e più favorevoli all'agricoltura.

Gli unici veri e propri centri abitati erano quello della Vettola, allungato lungo la Strada Regia Livornese, e quello di San Piero a Grado, composto da poche case, raccolto intorno alla chiesa (Fig. 12). Per il resto si trattava di case sparse, al centro di grandi poderi situati nella fascia coltivata tra San Piero a Grado e Bocca d'Arno e lungo la Strada Regia Livornese. Più fitta è la maglia poderale nella zona delle Rene, dove le migliori condizioni del territorio e le proprietà più piccole consentivano un tipo di agricoltura più intensiva.

Nella zona di Coltano, invece, erano presenti il solo edificio del Palazzo Mediceo (Fig. 14) che costituiva il centro direzionale e produttivo della tenuta granducale, e poche case sparse per l'abitazione dei contadini ("Castagnolo", "Podere dell'Isola", "Lavoria"). Ai due lati del palazzo – costruito dai Medici nella seconda metà del Cinquecento e ristrutturato da Pietro Leopoldo – adibito ad alloggio per il granduca e a magazzino per i prodotti agricoli, si trovavano due ampi edifici, che servivano da stalle per gli animali e, ai piani superiori, da alloggio per i funzionari della tenuta (CERVELLATI-MAFFEI CARDELLINI, 1988, p. 82).

Tutto il litorale, ancora negli anni Venti-Trenta dell'Ottocento, risultava completamente disabitato; gli unici avamposti della presenza umana erano i due fortini di Bocca d'Arno e di Mezza Piaggia, che facevano parte del vasto sistema di torri costiere distribuite lungo tutto il litorale toscano (MAZZANTI-PASQUINUCCI, 1983, p. 623; AZZARI, 1993, pp. 145-146; DALL'ANTONIA-MAZZANTI, 2001), erette nel corso dei secoli a difesa da incursioni corsare e dall'avvicinarsi di navi portatrici di contagio di peste. Le due strutture che guardavano il litorale di Tombolo furono costruite nel periodo lorenese: la "fortezza di Bocca d'Arno" (con il vicino edificio della "Dogana"), eretta verosimilmente nel 1750 (MAZZANTI-PASQUINUCCI, 1983, p. 625), nelle mappe catastali (sezione N, foglio 11) risulta chiusa da un recinto esagonale ed era dotata, oltre che di una "batteria", anche di un "arsenale" e di una "polveriera" (Fig. 5). La costruzione venne progressivamente demolita, per far posto al capannone industriale della Motorfides. Il "Fortino di Mezza Piaggia",

22 È ricordato più volte (per es: REPETTI IV, 1841, p. 381; MINECCIA, 1983, p. 304) che la popolazione residente non era in alcuni casi sufficiente per coltivare completamente la superficie dei poderi, per lo più di notevole estensione.

costruito negli anni Ottanta del Settecento (MAZZANTI-PASQUINUCCI, 1983, p. 625), è ancora esistente all'interno della zona residenziale di Tirrenia (sezione N, foglio 9), ma attualmente si trova a circa 500 metri dalla battigia, a causa dell'avanzamento della linea di costa. Questa struttura, più modesta della precedente, era con probabilità una semplice postazione di avvistamento.

Meritano senz'altro di essere ricordate anche le tre "cave di terra da mattoni" e le due "fornaci da mattoni", situate lungo l'Arno, che sfruttavano la natura argillosa dei terreni in prossimità del fiume; infatti, come ricorda Emanuele Repetti nel suo *Dizionario*, l'attività di fabbricazione dei mattoni e delle "terraglie" era abbastanza diffusa in tutta la pianura pisana²³.

Anche la viabilità, in relazione alla scarsa densità dell'insediamento, era limitata ai percorsi necessari a collegare i pochi abitati. Tuttavia il territorio era attraversato dalla Strada Regia Livornese, la quale, collegando Pisa alla città labronica, attraversava l'abitato della Vettola, giungeva a San Piero a Grado, seguiva da nord a sud il Tombolo detto Campolungo, fino ai "Ponti di Stagno"²⁴, dove, attraversato il fascio di canali che drenano la pianura pisana meridionale, entrava poi nel territorio di Collesalveti. Le altre strade maggiori erano due: la "Via di Marina che va a Pisa" – ancora esistente con funzione secondaria rispetto alla moderna statale (Viale D'Annunzio) – la quale si staccava a San Piero a Grado dalla Strada Livornese e, collegando le varie case sparse, raggiungeva la fattoria di Arno Vecchio e il fortino di Bocca d'Arno, e la strada che, varcato il canale dei Navicelli, oltrepassava Castagnolo per raggiungere i "Palazzi", cuore della tenuta di Coltano ("Strada Maestra che da Castagnolo va a Coltano"). Da qui altre vie minori servivano da raccordo con le diverse parti della proprietà: una, in direzione est, varcava il fosso del Caligi per raggiungere i "prati di Montacchiello", un'altra, in direzione sud, passando per il podere della Lavoria, attraversava la Fossa Chiara al "Ponte del Biscottino" e si immetteva nella strada di Arnaccio, ormai nel territorio di Collesalveti.

23 " [...] il terreno della pianura, e il bellettone lasciato per via dall'Arno e dai numerosi fossi e canali della pianura pisana somministrano materia opportuna per ridurla in mattoni, tegoli e vasi di terraglie che danno lavoro a centinaia di famiglie" (REPETTI IV, 1841, p. 381).

24 Dalle mappe catastali della Comunità di Pisa risultano chiaramente visibili, partendo da nord, il ponte sulla Fossa Chiara, il "ponte della Fossa Nuova" e il "ponte dei Tre Archi" sul Fosso Reale.

4.3 LA STRUTTURA DELLA PROPRIETÀ

Un'analisi approfondita della struttura dei rapporti di proprietà esula dagli scopi principali di questo lavoro, considerando anche che i documenti catastali definitivi non forniscono molte indicazioni al riguardo: vi sono indicati i proprietari delle particelle, ma non il modo di conduzione delle stesse. Tale aporia della fonte è particolarmente grave, dato che non si ha alcuna informazione sulla presenza o meno di rapporti di tipo mezzadriale, così diffusi in Toscana²⁵. Un altro limite è costituito dal fatto che i dati catastali sono raggruppati per comunità, mentre le proprietà di maggior estensione possono spesso essere pertinenti a più di una comunità; e va aggiunto anche che la superficie presa qui in esame riguarda solo alcune sezioni o porzioni di un'unica comunità. In questa sede pertanto ci si limiterà a fornire notizie relative alla ripartizione del territorio fra i diversi proprietari, sulla base dei dati oggettivi derivanti dallo spoglio dei documenti catastali.

Consultando le mappe risulta evidente una differenza molto netta tra le zone più fertili e abitate, dove dominavano le colture promiscue, caratterizzate da una maglia particellare piuttosto fitta, e le ampie zone palustri e boschive, con appezzamenti in genere molto grandi (alcune particelle a bosco nella tenuta di Tombolo, come anche a Palude nella tenuta di Coltano raggiungono addirittura i 500 ha).

L'analisi delle due serie di registri (*Campione e Tavola Indicativa*) consente di valutare in che misura le particelle si aggregino a formare un'unica proprietà (d'ora in avanti si userà il termine "azienda") e di ricostruire la struttura fondiaria del territorio considerato²⁶. Come si è già avuto modo di rilevare, la quasi totalità dell'area era inclusa in due tenute assai vaste che, da sole, rappresentavano circa l'85% della superficie censita; il restante 15% era diviso fra altre 94 aziende di medie, ma soprattutto di piccole e piccolissime dimensioni (più di metà delle aziende infatti avevano superfici inferiori all'ettaro). Queste ultime, come è facilmente immaginabile, si distribuivano nelle zone più favorevoli all'agricoltura e lascerebbero supporre la presenza di una piccola proprietà coltivatrice o, nel caso di aziende di media dimensione, di proprietà a conduzione mezzadriale, come ad esempio quelle intestate agli eredi Garzella e alla famiglia Mastiani Brunacci nella zona delle Rene.

La tenuta di Tombolo (5100 ha, pari al 54% della superficie censita) era ancora nella

25 Maggiori informazioni al riguardo potrebbero essere tratte dalla consultazione dei documenti preparatori del catasto (*Repliche ai quesiti agrari*). Al riguardo si veda anche BIAGIOLI, 1975, pp. 74-79 e 117-118.

26 L'individuazione delle singole aziende presenta alcune difficoltà, dovute alla presenza di famiglie le cui proprietà sono intestate a persone diverse. Nel presente lavoro, per semplicità, si è fatto riferimento a tutti i proprietari come titolari di aziende distinte.

prima metà dell'Ottocento – come era stata fin dall'alto medioevo – proprietà della Mensa Arcivescovile di Pisa. La gestione ecclesiastica, non interessata a sviluppare rendite, non si preoccupò di favorire tutti quegli interventi volti alla riorganizzazione aziendale e all'incremento della produttività (bonifiche, piantagioni di pinete, messa a coltura e appoderamento), che già dal Settecento avevano trasformato profondamente altre tenute, come San Rossore e Migliarino. Infatti, a parte la chiesa di San Piero a Grado con alcuni annessi, comprendeva soprattutto grandi boschi e ampie paludi. Le poche aree coltivate e appoderate si trovavano – come già accennato in precedenza – lungo l'Arno e la Strada Regia Livornese (DALL'ANTONIA-MAZZANTI, 2001).

La tenuta granducale di Coltano e Castagnolo (3140 ha, pari al 33% della superficie censita) comprendeva tutta la sezione K, con i paduli e le "isole", oltre ai prati di Montacchiello e Campodolmo nella sezione H, situati ad est del Fosso del Caligi. Formatasi progressivamente a partire dal tardo Quattrocento, la tenuta ebbe sempre come prevalenti l'allevamento del bestiame e le attività connesse allo sfruttamento delle risorse dei "paduli", cioè la caccia, la pesca, la raccolta delle erbe palustri; a causa del forte condizionamento dovuto al particolare assetto del territorio, non partecipò al processo di messa a coltura, di popolamento e appoderamento, che caratterizzò invece nel periodo lorenese le altre "possessioni" granducali nel Pisano (ad es. San Rossore). Nelle mappe, infatti, oltre agli edifici direzionali della tenuta, sono presenti soltanto poche case sparse, a dimostrazione della sostanziale assenza di una struttura poderale (DELLA PINA-MAZZANTI-PULT QUAGLIA, 1986, pp. 270-282; MINECCIA, 1983, *passim*)

Una terza azienda, molto più piccola delle precedenti, ma di una certa consistenza (420 ha) rispetto a tutte le altre, era costituita dalla tenuta di Arno Vecchio, di proprietà della famiglia Appolloni. Essa formava un triangolo inserito fra l'Arno, la costa e la tenuta di Tombolo, e comprendeva, oltre ai coltivi circostanti la fattoria, il "Podere della Fornace" e molte aree palustri. Questi terreni, fino alla fine del Settecento, quando furono allivellati ed acquistati successivamente dagli Appolloni, facevano parte della fattoria granducale di Casabianca, che comprendeva la fascia di territorio fra Pisa e il mare sulle due rive dell'Arno (CERVELLATI-MAFFEI CARDELLINI, 1988, pp. 75-77).

5. LE GRANDI TRASFORMAZIONI DEL NOVECENTO

Come si è già avuto modo di ricordare, nell'analisi delle trasformazioni dell'uso del suolo nella pianura meridionale pisana nel corso del XX secolo si è fatto riferimento a quattro diverse basi di dati, relative a tre periodi:

- gli anni Cinquanta del Novecento (volo GAI, 1954);
- gli anni Settanta (*Carta dell'uso del suolo della Toscana*, 1975-1978);
- la situazione attuale (ortofoto AIMA, 1996; CORINE Land Cover, 2006).

5.1 L'ASSETTO TERRITORIALE NEL SECONDO DOPOGUERRA

Le riprese aeree del volo GAI, effettuato nel 1954, mostrano la situazione della pianura meridionale pisana nell'immediato dopoguerra, vale a dire dopo le prime grandi trasformazioni che avevano cominciato a mutare radicalmente il paesaggio dell'area: le bonifiche, attuate nel corso degli anni Venti e Trenta del Novecento, e l'incipiente urbanizzazione del litorale. Ad un primo confronto dei dati risultanti dal volo GAI – e soprattutto della carta dell'uso del suolo relativa a questo periodo – con la situazione precedente (Tavv. 5 e 6), balza immediatamente agli occhi la pressoché totale scomparsa delle zone umide¹, sostituite quasi ovunque dai seminativi nudi.

Infatti, nel 1954 questi ambienti che – come abbiamo detto – all'inizio dell'Ottocento improntavano il paesaggio, costituendo circa un terzo della superficie totale (quasi 3000 ha), erano ridotti a soli 70 ettari, pari ad un modesto 0,7%. Si tratta di piccole aree residuali, marginali rispetto ai territori interessati dalla bonifica, come ad esempio presso la foce del Calambrone o ai limiti meridionali della selva di Tombolo, lungo il Nuovo Canale dei Navicelli. All'epoca delle riprese, infatti, si erano da poco conclusi – o erano in fase di ultimazione per alcuni comprensori – i grandi lavori di prosciugamento e di bonifica, che dall'inizio degli anni Venti avevano interessato la pianura meridionale pisana.

L'operazione, condotta – come si è già rilevato – a Coltano e alla Vettola dall'Opera Nazionale Combattenti (alla quale la tenuta era passata nel 1920, dopo essere stata di proprietà della casa Savoia dal 1860²) si basò sulla risistemazione dei canali esistenti (Caligi e Fossa Chiara) e sulla costruzione *ex novo* – oltre che di una minuta rete di fossi di scolo minori – di una serie di collettori che convogliavano le acque ai tre impianti idrovori (Ragnaione, Paduletto e San Guido), dai quali poi venivano fatte defluire verso il mare. In realtà, fino agli anni delle bonifiche, l'assetto generale del territorio era rimasto immutato, se si eccettua un modesto impulso dato all'agricoltura con la fondazione di alcuni poderi e la costruzione delle relative case, negli anni a cavallo tra Ottocento e Novecento. Le attività principali rimanevano l'allevamento dei bovini e dei cavalli e lo sfruttamento delle risorse dei paduli con la caccia e la pesca³ (GIORGI-SAVELLI-SCARDOZZI, 1986, pp. 285 sgg.;

1 L'assetto del paesaggio ricostruibile sulla base dei dati catastali, a parte piccoli interventi, era rimasto nelle sue linee generali immutato fino al primo dopoguerra, quando appunto era stata avviata l'opera di bonifica.

2 La tenuta di Coltano, al momento dell'Unità d'Italia, entrò a far parte dell'istituto della Dotazione della Corona o Lista Civile, cioè "la concessione al sovrano di un corrispettivo per il servizio pubblico reso" (GIORGI-SAVELLI-SCARDOZZI, 1986, pp. 285 e seguenti).

3 L'estensione dei paduli è visibile chiaramente nelle edizioni storiche delle tavolette IGM (ISTITUTO GEO-

CERVELLATI-MAFFEI CARDELLINI, 1988, pp. 82-83; CERRAI, 1995).

Nella tenuta di Tombolo, a cui si estese l'opera di sistemazione idraulica nella seconda metà degli anni Venti, gli interventi riguardarono l'adeguamento delle lame persistenti, che vennero ritracciate secondo percorsi rettilinei e fatte confluire ai due impianti idrovori di Arno Vecchio e della Cornacchiaia, che immettevano le acque rispettivamente nell'Arno e nel Calambrone⁴. Parte degli ambienti umidi delle lame, tuttavia, è probabile che sopravvivessero, seppure in misura ridotta, all'interno del bosco (che aveva subito interventi di bonifica solo molto parziali), non visibili nelle foto aeree, perché nascosti dal fitto fogliame degli alberi. In quest'area comunque le prime trasformazioni erano avvenute già nel corso dell'Ottocento, quando, dapprima ad opera della Mensa Arcivescovile di Pisa, poi dell'Amministrazione della Corona Sabauda, a cui anche la tenuta di Tombolo era passata⁵, si erano fatti alcuni interventi rivolti al miglioramento dell'assetto idraulico, che però si erano limitati solo a poche colmate nella parte settentrionale e ad una prima regolarizzazione dei percorsi delle lame. Queste operazioni, connesse con l'impianto delle pinete da frutto (come era stato fatto nelle tenute di San Rossore e Migliarino nel corso del Settecento) e con la messa a coltura e la creazione di alcuni poderi, non avevano modificato il rapporto fra terre e acque, cioè gli equilibri naturali, basati appunto sulla compresenza di zone umide e boschi. Per consentire l'accesso e la migliore utilizzazione del bosco fu anche riorganizzata la rete viaria, con la creazione delle serie di viali rettilinei, che attraversano la tenuta in direzione del mare (CERVELLATI-MAFFEI CARDELLINI, 1988, pp. 77-78; GIORGI-SAVELLI-SCARDOZZI, 1986, pp. 285 sgg.; CIUTI, 2005).

Il "nuovo" paesaggio, visibile nelle fotografie aeree e nella cartografia IGM, è quello tipico delle bonifiche meccaniche novecentesche, scandito da una serie di canali rettilinei e perpendicolari tra loro e dalla geometria dei fossi minori e delle strade di nuova costruzione, nonché dominato da vaste distese di campi a seminativo nudo, prive pertanto di alberature e di colture promiscue. Nelle foto aeree appare anche chiaramente un rilevante numero di case poderali, costruite dall'ONC per i coloni, per lo più reduci di guerra, ai quali erano state concesse in mezzadria le terre bonificate. "Un paesaggio di non molta attrattiva, scriveva Aldo Sestini (nel suo *Paesaggio*, p. 139), se non per l'orgoglio del lavoro compiuto, della redenzione dalla malaria, dalle acque putride e immote", nel quale non sono quasi più

GRAFICO MILITARE, *Carta topografica del Regno d'Italia*, scala 1:25000, tavolette 104 II SE Pisa, aggiornamento 1897, rilievi 1878; 111 I NE Guastice, aggiornamento 1907, rilievi 1881).

4 Sull'operazione di bonifica nella pianura meridionale pisana esiste una ricca bibliografia, alla quale si rimanda per maggiori dettagli: CORI-LOMBARDI, 1994; TADDEI, 1957; CHERUBINI-DEL RIO-MAZZANTI, 1985; in particolare su Coltano si vedano: RAGO, 1937 e ONC, 1958.

5 Questa tenuta era entrata nella Dotazione della Corona soltanto nel 1868, ma vi rimase fino alla caduta della Monarchia insieme con la vicina San Rossore e con Castelporziano, sul litorale romano, a differenza di Coltano che era passata nel 1920 all'ONC (GIORGI-SAVELLI-SCARDOZZI, 1986, pp. 285-290).

distinguibili sulla base delle foto aeree gli elementi dell'ambiente ottocentesco: a Coltano, nella piatta e vasta distesa dei campi, si riesce a malapena ad intuire l'antica estensione delle aree umide e la distinzione che esisteva tra le zone emerse (le "isole") e quelle allagate (Figg. 10 e 15); a Tombolo l'area bonificata e messa a coltura forma lungo il Nuovo Lamone una striscia di campi nudi a coltura estensiva, tagliata tra la zona costiera e quella più interna (Fig. 11). Solo nella parte più meridionale, nei pressi dell'Azienda Agricola di Tirrenia, sembra che fosse stato impiantato, dopo la bonifica, un tipo di agricoltura più intensiva, come si deduce dalla presenza di un'area con colture legnose specializzate⁶.

Con le trasformazioni agrarie connesse alle bonifiche e con l'impulso dato nel periodo fascista alla produzione cerealicola, i seminativi nudi – come abbiamo già accennato – si erano estesi enormemente, tanto da coprire nel 1954 più di metà della superficie (5300 ha) e da costituire uno dei tratti dominanti del paesaggio, almeno nella parte interna⁷. Non furono soltanto le aree palustri a fare le spese degli interventi compiuti nella prima metà del Novecento per far posto a questa monocultura cerealicola, ma anche i seminativi arborati, che scesero a un modestissimo 0,7% (70 ha), e i prati naturali ed artificiali, che scomparvero del tutto, e parte delle pasture (220 ha, pari allo 2,2%), che costituivano nell'Ottocento l'uso prevalente nelle zone emerse della tenuta di Coltano⁸. La scomparsa pressoché totale dei seminativi arborati, i quali, sebbene coprissero solo il 6% della superficie, caratterizzavano il paesaggio dei piccoli campi delle "terre alte" lungo l'Arno e nell'area delle Rene, è probabilmente invece da connettere con la trasformazione dei modi di produzione, che portò all'introduzione dei mezzi meccanici, che ovviamente necessitavano di più ampi spazi liberi dalle colture arboree.

All'avvento della specializzazione agraria va ascritta la comparsa delle specie legnose in monocultura, assenti nel paesaggio ottocentesco, dove le viti e gli olivi erano sempre affiancati alle colture erbacee. Queste superfici, per lo più a vigneto, rappresentavano tuttavia soltanto una piccola percentuale (1,2%, 121 ha) ed erano localizzate in prossimità di due aziende agricole impiantate nel periodo delle bonifiche: l'Azienda Agricola di Tirrenia, nell'entroterra di Calambrone, e l'Azienda di Castagnolo.

Le colture orticole, non individuate come voce specifica nella fotointerpretazione, erano molto probabilmente presenti anche in questa zona, come nel resto della pianura

6 L'operazione di prosciugamento non doveva aver dato i frutti sperati in campo agricolo, se, ancora nel 1957, Taddei notava che "dal lato agricolo non si sono ancora avuti risultati notevoli [...]". Una parte della zona delle lame è stata trasformata a coltura agraria estensiva. Anche verso Livorno [...] si ha una zona condotta in economia diretta e coltivata con un grado di produttività poco superiore alla precedente" (TADDEI, 1957, pp. 59-60).

7 La produzione cerealicola negli anni successivi alla bonifica fu molto elevata: nel 1937 Maria Rago affermava che la zona aveva "assunto [...] grande importanza nel campo della produzione e dell'economia nazionale" (RAGO, 1937, p. 84).

8 Cfr. anche RAGO, 1937, p. 81.

pisana, dove rappresentarono durante la prima metà del Novecento una produzione significativa nel campo dell'economia agricola.

A questa data, nonostante i forti mutamenti che hanno interessato le aree umide, i boschi (l'altro uso del suolo che caratterizzava il paesaggio nella prima metà dell'Ottocento) si sono conservati largamente e anzi hanno subito un seppur lieve incremento – passando a quasi 3300 ettari, pari al 33% della superficie – nonostante la scomparsa, nella zona alle spalle di Tirrenia, di una larga fascia boscata, tagliata per far posto alle colture. Questa espansione è forse da ricollegare, da un lato, con l'accrescimento della superficie complessiva, dovuta all'avanzamento del litorale e alla conquista da parte della vegetazione arborea delle dune costiere di recente emersione (che nel catasto erano indicati come “renai”), dall'altro, con la rinaturalizzazione di alcune aree agricole marginali (nella zona immediatamente a sud dell'Arno, nei pressi dei poderi della Torretta e dei Cipollini) e di alcuni terreni “a pastura”, in particolare lungo la strada livornese⁹.

Per quanto riguarda Tombolo va messo in risalto che il bosco, pur avendo mantenuto la stessa estensione, è però profondamente mutato nella tipologia delle specie presenti: la situazione naturale, basata sull'associazione di sclerofille mediterranee e latifoglie mesofile, ha lasciato il posto alle vaste pinete – sia di pini marittimi che domestici – di impianto artificiale, cui si è già accennato (CIUTI, 2005). La caratteristica impenetrabilità di questa selva si doveva tuttavia essere conservata, se durante la Seconda guerra mondiale e nell'immediato dopoguerra la zona era divenuta famigerata come rifugio di disertori e base di attività illegali e criminose di contrabbandieri e fuorilegge, favorite dai nascondigli naturali del bosco e delle zone paludose. Anche a Coltano, nonostante il taglio di alcune zone boscate, sono ben evidenti nelle fotografie aeree le caratteristiche “ragnaje”, le strisce di bosco disposte ai margini delle aree rialzate (Fig. 15), che furono conservate durante le operazioni di bonifica e che costituiscono tuttora l'elemento superstite più significativo dell'antico assetto del territorio¹⁰.

Le pasture¹¹, che nei documenti catastali descrivono i terreni sodivi lasciati incolti per il pascolo brado del bestiame, erano molto diminuite, per l'essere state sostituite in gran parte (come abbiamo detto) dalle colture o riconquistate dalla vegetazione boschiva. Le poche aree presenti nel 1954 sono distribuite in parti molto marginali: una zona a cespuglieto

9 È comunque opportuno ricordare che nella legenda elaborata alla voce “pasture” sono stati raccolti tutti i tipi di “pasture”, cioè, oltre a quelle semplici, anche quelle arborate o cespugliate.

10 Maria Rago sottolinea l'attenzione che venne posta durante la bonifica alla conservazione delle zone boschive (RAGO, 1937, p. 81).

11 È utile ancora una volta sottolineare come non sia facile delineare in maniera certa i limiti di questa classe, per l'incertezza delle definizioni presenti nei documenti catastali e per la difficoltà di rintracciarla nelle moderne definizioni.

mediterraneo nei pressi di Calambrone e alcune fasce all'interno o ai limiti meridionali del bosco di Tombolo che probabilmente rappresentano zone incolte, da poco bonificate o disboscate.

Una lieve flessione può essere riscontrata fra gli incolti sterili (100 ha, pari all'1%), ma non si nota un sostanziale mutamento nella distribuzione territoriale: anche nel 1954 questa classe è costituita essenzialmente dalle spiagge litoranee, che tuttavia risultano "spostate" verso ovest di alcune centinaia di metri per l'avanzamento della linea di costa (ma non nella zona di Marina di Pisa).

Si è già detto che le classi relative alla viabilità e agli argini, in quanto entità lineari, non sono rappresentate in tutte le carte derivate da basi di dati diverse dalle mappe catastali, perché inferiori alla superficie minima interpretata. Considerazioni analoghe possono essere fatte per buona parte dei corpi idrici, anche se sono stati comunque rilevati i corsi d'acqua maggiori. Il mutamento più significativo a questo riguardo è la costruzione del Nuovo Canale dei Navicelli, rettilineo e parallelo alla linea ferroviaria Pisa - Livorno. Il nuovo canale venne costruito tra il 1920 e il 1938, su progetto dell'ing. Biglieri, oltre che per raccogliere le acque delle zone di bonifica, soprattutto per collegare Pisa e Livorno con una via d'acqua in grado di consentire la navigazione commerciale. Tuttavia, le straordinarie possibilità offerte da questa via d'acqua, unica in tutta l'Italia, non furono affatto sfruttate e non lo sono state neppure in seguito (CORI-LOMBARDI, 1994, pp. 470 e 489-490).

Il notevole aumento delle aree costruite o comunque urbanizzate – che passano dallo 0,21%, pari a 21 ha, a più di 500 ha, corrispondenti al 5% della superficie complessiva – rappresenta forse, accanto alle bonifiche, il mutamento più significativo nell'assetto del paesaggio, tra l'Ottocento e il secondo dopoguerra. Oltre all'espansione dei piccoli centri della Vettola e di San Piero a Grado (ma si tratta ancora di poca cosa), quello che balza agli occhi è l'urbanizzazione della fascia costiera: anche per il litorale pisano si era avviato, già nel 1954, quel processo di antropizzazione che ha caratterizzato quasi tutte le coste della penisola. Quella che è cambiata è l'ideologia sottesa al rapporto dell'uomo con l'ambiente costiero: il litorale, prima selvaggio, disabitato ed in parte temuto, in cui gli unici segni della presenza umana erano i fortini di avvistamento e gli edifici doganali, diventa luogo di fruizione turistica e vede in un rapido crescendo lo sviluppo delle marine, con la progressiva anche selvaggia occupazione di tutti gli spazi disponibili.

L'abitato di Marina di Pisa (Figg. 16 e 20), immediatamente a sud della foce dell'Arno, appare già ben strutturato nell'immediato dopoguerra, dato che il suo impianto aveva già preso le mosse alla fine dell'Ottocento, sulla base di un progetto che prevedeva una serie di assi stradali paralleli al mare, intersecati da vie trasversali che convergevano in una e successivamente in due piazze semicircolari. L'area edificata, il cui primo nucleo era sorto nei pressi del fortino di Bocca d'Arno, dove era stato precocemente costruito nel 1869 uno "stabilimento" balneare, si estendeva nel 1954 in corrispondenza della fascia di "terre are-

nose” delle dune costiere, presenti al tempo del Catasto (NUTI, 2008; CERVELLATI-MAFFEI CARDELLINI, 1988, p. 78; CAVALLI-LAMBERTINI, 1990, p. 199; CORI-LOMBARDI, 1994, p. 485; CIUTI, 2005; CASINI-RENZONI, 2008; BERNARDI, 2010).

Ancora modesta risultava, invece, rispetto alla crescita che avrà negli anni seguenti, l’urbanizzazione delle aree di Tirrenia e Calambrone. Dell’abitato di Tirrenia (Fig. 17) – il cui sviluppo, immediatamente dopo la bonifica e la messa a coltura della fascia retrostante la pineta litoranea, era stato promosso negli anni Trenta da Ciano e da Buffarini-Guidi con la creazione di un apposito ente – erano presenti solo pochi nuclei che interrompevano la continuità dell’area boscata, in particolare nella zona della piazza principale e intorno all’antico fortino di Mezza Piaggia e allo stabilimento cinematografico Ponti, in posizione più interna, lungo il Vione di Mezza Piaggia. A Calambrone, le aree fabbricate corrispondono agli enormi edifici delle colonie marine (Fig. 18), verso la fondazione delle quali si era orientata, nel periodo del Fascismo, l’urbanizzazione di questa zona (CIUTI, 2005; CASINI-RENZONI, 2008; NUTI, 2008; CAVALLI-LAMBERTINI, 1990, p. 199).

Anche nella parte sudorientale della tenuta di Tombolo risultava costruita, nel 1954, un’ampia fascia lungo la statale Aurelia, in aree precedentemente occupate da terreni in parte coltivati, in parte a pastura, in parte a bosco. Quest’area infatti era stata scelta nell’immediato dopoguerra come sede di una base militare americana (Camp Darby), che comprendeva anche una vasta porzione del bosco di Tombolo, all’interno del quale si intravedono nelle foto aeree le piccole case di abitazione dei militari¹².

Nel quadro del processo di antropizzazione che questo ambiente ha subito, non va dimenticato l’aeroporto che, nella sua parte meridionale, occupa gli spazi dove una volta si estendevano prati, pasture e le propaggini settentrionali del Padule Maggiore. Il primo “campo d’aviazione”, attrezzato già nel lontano 1911, diventa militare durante la Prima guerra mondiale e tale rimarrà fino all’inizio degli anni Cinquanta, quando viene aperto al traffico civile (CORI-LOMBARDI, 1994, p. 490; GIORGI-SAVELLI-SCARDOZZI, 1986, pp. 306-308).

12 La base militare americana di Camp Darby (dal nome di un generale caduto durante la prima Guerra Mondiale) nacque nel 1951, a seguito di un accordo segreto fra il governo italiano e il Pentagono. La concessione di una vasta porzione della pineta di Tombolo all’esercito americano era stata inizialmente prevista per un periodo di 40 anni, divenuti poi 45 e, dopo il 1996, ulteriormente protratti per un tempo indeterminato. La base, che divenne ben presto la principale struttura logistica dell’US Army nel Mediterraneo, ospitava – e verosimilmente ospita ancora – circa 8 mila militari e una grande quantità di armamenti stoccati in bunker superprotetti e nascosti dalla folta vegetazione. Camp Darby, oltre a svolgere un ruolo fondamentale nelle operazioni belliche americane in Medio Oriente e in Libia, specie negli anni Ottanta e Novanta, è stata anche la principale base strategica dove pare siano stati addestrati, negli anni della “strategia della tensione”, i “legionari” di Gladio/Stay Behind. Si comprende facilmente come, soprattutto dopo la creazione del Parco, la presenza invadente di questa base risulti del tutto incompatibile con le esigenze di tutela di un territorio ad alto valore ambientale e con la vicinanza di un comprensorio fortemente urbanizzato (Pisa, Livorno, insediamenti balneari della costa).

5.2 IL PAESAGGIO ALLA FINE DEGLI ANNI SETTANTA

La *Carta dell'uso del suolo della Toscana*¹³ (*supra*) rappresenta la situazione del paesaggio alla fine degli anni Settanta, cioè dopo le trasformazioni economiche e sociali connesse con il boom economico degli anni Cinquanta e Sessanta (Tavv. 7 e 8). Confrontando la carta relativa a questo periodo con quella che riproduce la situazione nel 1954 risulta evidente il forte sviluppo delle aree urbanizzate, in particolare lungo il litorale, e la ricomparsa di alcune aree umide, mentre, per il resto, l'assetto generale dell'area non sembrerebbe mutato nelle sue linee di fondo. L'uso del condizionale è d'obbligo per la necessità di tenere in considerazione le vaste superfici non fotointerpretate (23% del totale), la cui presenza condiziona fortemente il valore dei dati percentuali sulla distribuzioni degli usi del suolo. Questa lacuna nei dati, dovuta alla presenza di aree militari (Camp Darby, Centro di Ricerca Interforze¹⁴, Centro Radar NATO di Coltano) e cosiddette strategiche (aeroporto), corrisponde ad ampi spazi vuoti sulla carta realizzata¹⁵. Senza dimenticare questo limite presente nella fonte, possiamo analizzare la ripartizione della superficie fra i vari usi del suolo e la loro distribuzione sul territorio.

Il monotono paesaggio dei seminativi nudi continua a rappresentare circa metà della superficie totale (poco più di 4900 ha, pari al 49%), caratterizzando vasti settori della pianura, con una distribuzione sostanzialmente invariata rispetto all'immediato dopoguerra: zona bonificata di Coltano, terreni lungo l'Arno, zona di Arnovecchio e fascia alle spalle della pineta litoranea lungo il Lamone. Le colture erbacee si sono in parte estese a scapito dei seminativi arborati, che sono definitivamente scomparsi¹⁶, e delle colture legnose specializzate che, già molto limitate, si sono ulteriormente ridotte (28 ha pari allo 0,3% della superficie). D'altro canto, i seminativi nudi, in alcune zone, sono andati incontro a limitati fenomeni di rinaturalizzazione, lasciando il posto a piccoli boschi e aree umide.

La scomparsa dei seminativi arborati è da riferire, da una parte, all'ulteriore diffu-

13 Si è già fatto presente a suo luogo che la carta, pur pubblicata nel 1986, è basata sulla fotointerpretazione delle riprese di due ricognizioni aeree effettuate rispettivamente nel 1975 e nel 1978 (*supra*; VIOLA GIOR-DANO-LEGROTTAGLIE-NERVINI, 1986, p. 11).

14 Ex-CRESAM (Centro Ricerche Esperienze Strategiche Aeronautica Militare): negli anni Sessanta ospitava un piccolo reattore nucleare utilizzato per sviluppare l'atomica nazionale.

15 Questa prassi, ormai anacronistica, che priva il cittadino del diritto alla conoscenza del territorio, è tanto più grave se si tratta di aree caratterizzate da un'elevata qualità ambientale, ma che tuttavia necessitano di una tutela costante.

16 Comunque non occupavano superfici tali da essere rilevate nella fotointerpretazione.

sione della meccanizzazione, dall'altra, al generale fenomeno di esodo dalle campagne con la crisi del sistema mezzadrile, che caratterizza la Toscana a partire dagli anni Cinquanta, parallelamente allo sviluppo industriale e alla crescita del settore terziario (CAMPUS-ROSSI, 1997, pp. 117-122 e 140-146). I pochi appezzamenti a vigneto e a frutteto sono localizzati prevalentemente nella fascia più fertile e meglio coltivata lungo il corso dell'Arno. Trascurabili sono anche le colture orticole, che occupano una piccolissima percentuale del territorio (appena 0,11% pari a poco più di 2 ha); tuttavia, la classe non si identifica ormai – come nei documenti catastali – con i piccoli orti colonici nei pressi delle case poderali, destinati al consumo familiare, ma si tratta nella maggior parte dei casi di moderne colture sotto serra e di vivai, la cui produzione è destinata al mercato¹⁷.

Il dato relativo alla superficie forestale non è molto significativo dal punto di vista quantitativo, in quanto una buona parte dell'area boscata di Tombolo ricade all'interno della zona non fotointerpretata. Gli insediamenti militari presenti in quest'area hanno sicuramente modificato radicalmente l'aspetto naturale del bosco e i suoi tipici equilibri, con l'eliminazione pressoché completa dell'elemento umido – come per esempio a Camp Darby, dove la bonifica è tenuta in perfetta efficienza – ma la copertura arborea è stata in larga parte mantenuta, anche se privata del fitto sottobosco (per quanto si può veder costeggiando dall'esterno la tetra recinzione che circonda il campo). Nel complesso, la superficie classificabile come boschiva dovrebbe aver subito una flessione, seppure di lieve entità, a causa soprattutto della selvaggia espansione degli abitati della costa all'interno della pineta litoranea. Questa grave perdita è tuttavia compensata dalla riconquista da parte del bosco di alcune aree precedentemente coltivate, dove un'agricoltura poco produttiva ha lasciato il posto a piccoli rimboschimenti con pini (in vari punti lungo la statale Aurelia) o alla piantagione di pioppete (nei pressi di Castagnolo, a Coltano e nella zona della Torretta). Restano intatti i tipici boschetti che a Coltano segnano il confine della zona rilevata.

In ulteriore calo sono i prati e le pasture, che occupano, nel complesso, una superficie ormai assolutamente irrilevante (meno dell'1% del totale), definitivamente assorbiti dalle aree coltivate o rinaturalizzati a bosco¹⁸.

17 È opportuno ricordare le difficoltà connesse al confronto di questa classe tra le varie serie temporali: nelle basi di dati moderne, infatti, i piccoli orti non sono rilevati, perché inferiori alla superficie minima interpretata, mentre le colture orticole in pieno campo (non coperte da serre) sono per la maggior parte classificate con i seminativi nudi. La coltivazione degli ortaggi, che rappresentava una voce importante dell'economia agricola della pianura pisana durante tutta la prima metà del Novecento, è andata incontro nei decenni successivi ad un progressivo calo nella produzione, soprattutto in seguito alla generale diminuzione degli impiegati nel settore (CAMPUS-ROSSI, 1997, pp. 140-143)

18 È comunque opportuno ancora una volta considerare il difficile riconoscimento di queste classi nelle leggende moderne: le colture foraggere sono spesso incluse tra i seminativi nudi, mentre nella definizione di "incolti produttivi" rientrano tutti i terreni non coltivati, pur non essendo sterili per natura.

Gli incolti sterili, tra i quali sono incluse essenzialmente le sole spiagge litoranee, hanno subito una netta flessione (0,42% pari a 40 ha), dovuta in particolare all'antropizzazione dell'ambiente delle dune costiere, in seguito alla costruzione, lungo tutta la costa, degli stabilimenti balneari e alla realizzazione di alcuni campeggi. In assenza di significativi mutamenti nella posizione della linea di costa – si ha solo un lieve arretramento, contrastato peraltro con la costruzione di barriere longitudinali e di “pennelli” a sud di Marina di Pisa, e una modesta tendenza all'avanzamento tra Tirrenia e il Calambrone¹⁹ – questa classe risulta così ridotta alla sola stretta fascia della spiaggia prospiciente la battigia, mentre le cose vanno un po' meglio soltanto nel tratto fra gli abitati di Marina di Pisa e di Tirrenia e presso il Calambrone, dove l'impatto umano è stato leggermente più contenuto.

Come è stato già accennato, uno dei dati più significativi di questa fase temporale è la “ricomparsa” di alcune zone umide, giunte a coprire 213 ettari pari al 2,13% della superficie²⁰: ben poca cosa rispetto alla grande estensione che le paludi avevano in questa zona fino all'inizio del XX secolo, ma tuttavia un fatto importante, indice di una tendenza alla rinaturalizzazione. Questi ambienti palustri, tutti di piccola estensione, sono dislocati in aree marginali, come lungo il tratto più meridionale del nuovo canale dei Navicelli, nella punta estrema presso la foce del Calambrone o nella zona lungo il Lamone e nei pressi dell'abitato di Tombolo, lungo il vecchio fosso dei Navicelli. Questa ricomparsa mostra come la vocazione naturale del territorio riemerge prepotentemente nelle aree dove la bonifica meccanica non è tenuta in perfetta efficienza, andando a rioccupare zone che negli anni Cinquanta erano dominate da incolti (pasture) o da colture scarsamente produttive.

Tra i corpi idrici non si registrano sostanziali modifiche se non la costruzione a partire dagli anni Sessanta del grande Scolmatore dell'Arno – di cui si è già parlato a suo luogo – il cui percorso segue quello dell'antico, e glorioso, fosso Reale, oggi pertanto scomparso (CAVAZZA, 1994, pp. 440 e seguenti).

In ogni modo il dato che balza maggiormente agli occhi è la sconvolgente espansione delle aree urbanizzate, in particolare lungo la costa, che raggiungono il 6,5% della superficie (circa 650 ha), a cui va aggiunto un altro 5% circa riferibile all'insediamento militare di Camp Darby e all'aeroporto, compresi – come detto – tra le aree non fotointerpretate.

Oltre all'espansione dei centri della Vettola e di San Piero a Grado, che ormai si sono uniti a formare un abitato lineare lungo la Strada Livornese Vecchia (l'Aurelia, in

19 Il dato, che potrebbe essere in parte riferibile anche ad errori di georeferenziazione, è comunque confermato in PRANZINI, 1983.

20 Va ricordato che nella classificazione adottata nella *Carta dell'uso del suolo della Toscana* le aree umide sono comprese genericamente nella classe 7 relativa agli “incolti produttivi”, che però comprendono anche “certe fasce di terreni marginali a fiumi o canali, e zone [...] con un aspetto predominante di degrado o mancanza di qualsiasi uso agro-silvo-pastorale” (VIOLA GIORDANO-LEGROTTAGLIE-NERVINI, 1986, p. 34).

questo tratto era, infatti, stata deviata più a est), vero e proprio tentacolo, proteso nella campagna, della periferia sudoccidentale dell'agglomerato pisano, le maggiori trasformazioni si sono avute lungo il litorale che, già nel 1978, è stato completamente urbanizzato, portando alla cancellazione dell'ambiente delle dune costiere e mettendo in serio pericolo la sopravvivenza degli ambienti naturali boschivi.

L'area edificata di Marina di Pisa, se si eccettua una modesta espansione parallela all'Arno lungo la strada per il capoluogo, non registra mutamenti sostanziali perché lo sviluppo del turismo è stato ostacolato dall'erosione del litorale e dalla cattiva qualità delle acque marine, a causa della vicinanza della foce dell'Arno (NUTI, 2008).

Quello che decisamente colpisce è la forte crescita di Tirrenia e di Calambrone, dove i pochi nuclei presenti nel 1954, cresciuti a dismisura, si sono saldati sia tra loro che con l'abitato di Marina, formando un'unica città lineare, estesa senza soluzione di continuità su tutto il litorale, da Bocca d'Arno alle installazioni portuali di Livorno. La crescita di questi centri, legata al boom edilizio degli anni Cinquanta e Sessanta e allo sviluppo del turismo balneare, che è stato stimolato in questa zona anche dalla presenza dei militari americani, si presenta con caratteri parzialmente diversi da quelli che si possono riscontrare nell'antropizzazione della vicina riviera versiliese, oltre che della stessa Marina di Pisa. La pineta litoranea è stata investita da una forma di urbanizzazione diffusa, popolandosi di una miriade di edifici residenziali (per lo più seconde case), alberghi, campeggi e altre strutture ricettive e di divertimento sparse sotto le fronde degli alberi²¹ (NUTI, 2008). Pertanto, l'ambiente naturale del bosco, che fra l'altro ha visto la realizzazione anche di strutture imponenti, come un grande campo da golf e il Centro Olimpico del CONI, pur non essendo scomparso, risulta seriamente compromesso proprio dalla forte pressione antropica di cui è fatto oggetto.

L'area interna è stata invece coinvolta nella messa in opera, nei primi anni Settanta, del tratto pisano-livornese dell'autostrada tirrenica A12, che taglia, attraversandolo da nord a sud, tutto il territorio considerato e solca longitudinalmente l'altura di Castagnolo, che costituiva una delle poche terre emerse dalle acque dei paduli; anche qui, l'antropizzazione ha significativamente snaturato il paesaggio, tanto più che all'autostrada vera e propria si aggiungono tutte le infrastrutture necessarie come caselli, svincoli, stazioni di servizio (CORI-LOMBARDI, 1994, pp. 488-489; CAVALLI-LAMBERTINI, 1990, p. 232).

21 Il turismo balneare lungo nel litorale pisano ha avuto il suo maggiore sviluppo nel corso degli anni Sessanta, quando la crescita fu molto elevata. Si tratta tuttavia, non solo di turismo di lungo periodo, ma anche di turismo "pendolare", rappresentato per lo più dagli abitanti di Pisa e di Livorno (CORI-LOMBARDI, 1994, p. 485; PINNA S., 1997b).

5.3 LA SITUAZIONE ATTUALE

Rappresentative della situazione attuale dell'uso del suolo (2012) si possono senz'altro considerare le ortofotografie realizzate nel 1996 (riprese 1993) dall'Azienda per gli Interventi nel Mercato Agricolo²² e l'aggiornamento della carta della copertura del suolo europeo Corine Land Cover (2006)²³. Infatti, anche se sono già passati alcuni anni, l'assetto generale del paesaggio non è verosimilmente cambiato di molto, anche per la politica conservativa a cui si è ispirata la gestione dell'area da parte dell'Ente Parco Regionale di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli.

Un primo sguardo d'insieme ai dati statistici (Tavv. 9, 10, 11 e 12) e alle carte dell'uso del suolo mostra che la tendenza di fondo degli anni Ottanta e dei primi anni Novanta è stata quella ad una generale stabilità dei dati relativi alla ripartizione del territorio tra i vari usi, salvo le poche variazioni che sono da imputare anche alle differenze presenti nelle varie classificazioni e alla presenza, nella fonte relativa al 1978, di vaste superfici non fotointerpretate. Sostanziale stabilità, abbiamo detto, che trova le sue principali motivazioni nella creazione, alla fine degli anni Settanta, del Parco Regionale di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli e nell'entrata in vigore delle norme urbanistiche di tutela e di sviluppo compatibile da esso promosse.

I seminativi nudi continuano a mantenere il primato, rappresentando sempre circa la metà della superficie (circa 5100 ha, che corrispondono al 51% del totale) e dominando il paesaggio della parte interna, dove un tempo si estendevano le zone palustri²⁴. Nel quadro generale di una scarsa produttività agricola nella maggior parte delle aree di bonifica (soprattutto nell'ex-Padule di Stagno), si registra, sulla base delle foto AIMA, l'abbandono delle colture in alcune zone che sono classificate oggi come incolti (associati alla classe "pasture"

22 Si ricorda che le ortofoto AIMA sono state integrate con alcuni fotogrammi della ricognizione aerea effettuata nel 1993 dall'Autorità di Bacino dell'Arno (*supra*).

23 Sia l'una che l'altra fonte sono di primaria importanza per la conoscenza del territorio. Tuttavia è necessario premettere che, sebbene si riferiscano all'incirca allo stesso periodo, i dati che ne derivano presentano alcune differenze. In un caso, come in parte si è già accennato, siamo in presenza di una carta dell'uso del suolo relativa a tutto il continente europeo, realizzata per interpretazione assistita dal calcolatore di immagini satellitari multispettrali, con scala nominale di 1:100.000; nonostante la piccola scala, che comporta la mancanza di alcuni particolari (ad. es le spiagge litoranee), la qualità e l'accuratezza della rilevazione ne consentono la restituzione anche a scale più grandi. Nell'altro caso si tratta di una copertura ortofotografica a grande scala, da cui è stato possibile acquisire informazioni molto dettagliate.

24 Nel corso del tempo, ma soprattutto durante gli ultimi 15 anni, alla dominante produzione cerealicola (frumento, mais), si sono sostituite colture industriali, in particolare la barbabietola da zucchero e le piante oleaginose, come il girasole (CAMPUS-ROSSI, 1997, pp. 117-118 e 140-142).

in questo lavoro), distribuite in particolare nella fascia tra l'Aurelia e l'autostrada, nel tratto compreso tra l'abitato di Tombolo e i ponti di Stagno (nella carta Corine Land Cover, sono inserite appunto nella classe viabilità), o come zone umide. La tendenza verso la rinaturalizzazione che caratterizza queste aree è forse in parte da collegare, oltre che con le politiche ambientali promosse dall'Ente Parco, con l'attuazione, nell'ambito della politica agricola comunitaria, della pratica del *set aside*, cioè della "messa a riposo" – con il sostegno dei fondi europei – dei terreni agricoli poco produttivi (CAMPUS-ROSSI, 1997, pp. 145-147). Tuttavia il Parco ha promosso la rivalorizzazione di alcuni spazi agricoli, favorendo lo sviluppo di forme di agricoltura compatibile con il ripristino di pratiche tradizionali a basso impatto, che mirano, oltre che al restauro paesaggistico, alla qualità dei prodotti ottenibili. In questo contesto si pone il forte impulso dato all'agricoltura biologica, che ha raggiunto all'interno del territorio protetto risultati molto significativi²⁵ (CAMPUS-ROSSI, 1997, pp. 154-159; CAVALLI-CENNI, 1997).

Mentre sono completamente assenti le classi relative sia alle colture legnose specializzate che a quelle orticole e ai prati, si registra la presenza di un'area a seminativo arborato nella zona di bonifica lungo il Nuovo Lamone, in corrispondenza di un terreno che non era stato interpretato nella carta della Regione Toscana del 1978²⁶.

È confermato anche il dato relativo al patrimonio boschivo, per il quale risultano pressoché immutati rispetto al 1954 i valori di superficie (si è già detto che una buona parte della pineta di Tombolo, nella carta del 1978, era compresa nelle aree non fotointerpeta- te): l'area boscata, riferibile in gran parte alla selva costiera di Tombolo e ai caratteristici boschetti di Coltano, continua quindi ad occupare con 3250 ettari circa un terzo del territorio totale. Tuttavia, il mantenimento del dato quantitativo non si accompagna sempre alla conservazione della qualità ambientale del bosco stesso: vaste porzioni infatti – come già accennato in precedenza – sono state profondamente alterate e sono soggette ad una forte pressione antropica, come accade intorno agli abitati costieri e all'interno delle zone militari di Camp Darby e del Centro di Ricerca Interforze, cosicché superfici consistenti si trovano attualmente in uno stato di profondo degrado. È significativo a questo proposito il declassamento a "cespuglieto" di alcune zone boscate in prossimità della costa, da imputare probabilmente anche all'effetto distruttivo degli aerosol marini originati dai tensioattivi contenuti nei detersivi. Il bosco ha potuto mantenere i suoi caratteri naturali soltanto in

25 Tale attività, rivolta prevalentemente alla produzione di cereali (grano duro, frumento, orzo, avena, farro, mais), girasole, leguminose, pomodoro, è gestita da un'unica azienda, la cooperativa *Le Rene* nella tenuta di Coltano, che, con i suoi 710 ettari, rappresenta quasi la metà della superficie destinata a coltivazioni biologiche nell'intera regione (CAMPUS-ROSSI, 1997, pp. 157-158).

26 L'area, in cui risulta chiaramente la presenza del seminativo arborato sulla base delle foto dell'Autorità di Bacino (che integrano le immagini dell'AIMA), è classificata come "brughiera o cespuglieto" nella carta Corine Land Cover.

aree limitate, in particolare nella parte più meridionale, sulle due sponde del Canale dei Navicelli, che costituiscono riserve naturali all'interno del Parco, sottoposte a uno speciale regime di tutela (bosco della Cornacchiaia e bosco dell'Ulivo).

Decisamente positiva è anche l'ulteriore crescita delle zone umide, che sono arrivate a occupare di nuovo circa 300 ha (3% della superficie totale), espandendosi prevalentemente in terreni destinati in precedenza ai seminativi nudi. Si tratta di un fenomeno comune a molte aree di bonifica scarsamente produttive, dove la tendenza naturale del territorio a ridiventare palude emerge tutte le volte che il sistema di prosciugamento meccanico non è tenuto in perfetta efficienza a causa del progressivo abbandono di molte terre precedentemente coltivate e non più sufficientemente produttive: "bastano poche giornate di pioggia per osservare il paesaggio agrario trasformarsi in ampie plaghe acquitrinose; con il riaffiorare delle acque in superficie si avvia in breve tempo il processo di ricolonizzazione da parte della vegetazione igrofila" (CAVALLI, 1993, p. 65). È questo il caso, ad esempio, di una zona nei pressi di Castagnolo, racchiusa da un'ansa del vecchio Fosso dei Navicelli, e di un'altra alle spalle di Tirrenia lungo il Nuovo Lamone, che si vanno ad aggiungere alle aree umide già esistenti nel 1978 (nella zona sud del bosco di Tombolo e presso la foce di Calambrone, incluse in riserve naturali).

Tra gli incolti sterili²⁷ non sono riscontrabili mutamenti di rilievo: le spiagge (Fig. 4) restano fortemente antropizzate, ma non si nota un ulteriore aumento della superficie costruita in prossimità del mare; è evidente che si sono fatti sentire gli effetti delle norme volte alla conservazione e al ripristino dell'ambiente litoraneo, introdotte con la creazione del Parco (RUPI, 1995, pp. 160 sgg.; CAVALLI-CENNI, 1997). In realtà infatti, uno degli aspetti più consolanti dell'ultimo periodo è senz'altro da identificare nel sostanziale arresto dell'espansione delle aree edificate e urbanizzate in genere: lo sviluppo degli abitati costieri, che costituivano forse il fattore più preoccupante nel contesto dell'area considerata, ha subito una battuta d'arresto dalla fine degli anni Settanta, segno che, anche in questo caso, l'istituzione del parco ha prodotto effetti positivi, con l'introduzione di una normativa urbanistica orientata alla tutela, che ha imbrigliato, a partire dagli anni Ottanta, quella tendenza all'urbanizzazione incontrollata e selvaggia che aveva caratterizzato il litorale negli anni del boom economico²⁸. Le aree urbane di Marina di Pisa, Tirrenia e Calambrone

27 La classe è assente nella carta Corine Land Cover, dove la sottile striscia dell'arenile non è stata rilevata, perché inferiore alla superficie minima interpretata.

28 Con l'istituzione del Parco, nel 1979, fu definitivamente accantonata la previsione di piano (il cosiddetto "piano Ponti"), elaborata nei primi anni Settanta, che prevedeva la costruzione di un milione di metri cubi di nuovi fabbricati all'interno della pineta di Tirrenia. In seguito, l'approvazione definitiva del Piano Territoriale di Coordinamento del Parco, nel 1992, portò allo stralcio definitivo del progetto di realizzazione di un'area cantieristica tra il Canale dei Navicelli e la ferrovia nella zona umida dell'Ulivo e del porto turistico sull'Arno presso Marina di Pisa (CERVELLATI-MAFFEI CARDELLINI, 1988, p. 79; CAVALLI-LAMBERTINI, 1990, p. 200; RUPI, 1995,

sono infatti state inserite nella zonizzazione del parco (*supra*): ne fanno parte a tutti gli effetti come “appendici urbanizzate” (*Pisa. Struttura e piano*, II, p. 132), incluse tra le “zone esterne”, da salvaguardare contro ulteriori cementificazioni, nelle quali cioè le possibilità di nuove costruzioni sono molto ridotte e ci si orienta piuttosto al riassetto urbanistico e al recupero di alcune strutture considerate attualmente patrimonio edilizio di pregio, come i villini liberty degli anni Trenta, o che hanno ormai acquisito un valore storico, come le colonie (Fig. 18) che sono state in gran parte recuperate²⁹ (RUPI, 1995; PINNA S., 1997).

La superficie interessata dalla viabilità ha subito tuttavia una consistente espansione, dovuta all’ulteriore potenziamento del fascio di arterie che attraversano l’antica tenuta di Coltano³⁰. Ciò è conseguenza del completamento della superstrada Firenze-Pisa, che è stata prolungata e allacciata all’autostrada A 12 nei pressi della Vettola, dove è stato pure realizzato il casello di Pisa Centro, e del collegamento fra il tratto Pisa-Livorno e quello Collesalveti-Rosignano dell’A 12 con una bretella, la quale, realizzata tutta su viadotto, viene a costituire una barriera visiva di forte impatto ambientale, proprio al limite meridionale dell’ex-Padule di Stagno (CAVALLI-LAMBERTINI, 1990, p. 232).

passim). Tuttavia gli anni 2000-2010 sono stati interessati da una ripresa dell’attività urbanistica con la realizzazione di alcuni comparti residenziali a Tirrenia e a Calambrone e soprattutto con l’avvio dei lavori per la realizzazione del porto turistico di Marina di Pisa nell’area ex-Motorfides (*Là dove c’era l’erba*, 2010).

29 Al riguardo si vedano le Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Gestione delle Tenute di Tombolo e Coltano in RUPI, 1995.

30 La classe è presente come voce autonoma soltanto nella carta derivata dal Corine Land Cover, mentre in quella costruita dalle foto AIMA è inserita tra le aree fabbricate.

CONCLUSIONE

La ricostruzione dell'evoluzione dell'uso del suolo nella pianura meridionale pisana tra l'Ottocento e il Novecento ha mostrato la radicale trasformazione dell'area, forse anche più evidente di quella della vicina pianura settentrionale (San Rossore e Migliarino), dove i cambiamenti sono stati assai più modesti.

Tre sono i dati fondamentali che emergono. In primo luogo, la scomparsa pressoché totale delle aree umide, che rappresentavano la nota dominante dell'antico assetto territoriale, sostituite da una piatta distesa di campi nudi, risultato delle bonifiche meccaniche; a ciò si accompagna il venir meno del paesaggio dei piccoli campi a colture promiscue. In secondo luogo, i modesti insediamenti rurali hanno lasciato il posto a un'urbanizzazione massiccia, in particolare di tutto il litorale, dove la forte pressione antropica ha portato a un attacco indiscriminato alle risorse naturali. In positivo si deve d'altro canto sottolineare – come terzo elemento – la sostanziale conservazione della superficie boscata, seppur profondamente modificata nei suoi aspetti qualitativi interni: le pinete, impiantate già alla fine dell'Ottocento, hanno sostituito le associazioni arboree naturali e quasi ovunque è stato rimosso l'elemento umido, peculiare del bosco originario.

Merita, inoltre, certamente risalto il fattore costruttivo, che caratterizza soprattutto quest'ultimo decennio: l'istituzione del Parco sta cambiando le prospettive di questa zona a elevata qualità ambientale, mirando a un tipo di sviluppo più compatibile, con il promuovere e realizzare forme di tutela, che si esplicano nella salvaguardia degli *habitat* naturali, come anche nell'incentivo dato al ripristino di sistemi agricoli tradizionali e alla messa in atto di un'agricoltura biologica. Certamente il Parco stesso deve fare i conti con il forte impatto umano su tutta la pianura, che, in quest'area specifica, tende ad alterare i complessi rapporti fra i vari elementi, con la soffocante urbanizzazione, che si concretizza negli ampi insediamenti turistici e nella presenza di invadenti zone militari, le quali restano sottratte completamente ad ogni politica di gestione e tutela, nonché alla fruizione da parte dei cittadini di un bene di grande rilievo: tutto questo continua senz'altro a costituire una spina nel fianco, che mette a rischio i delicati equilibri ambientali dell'intera area.

Per altro verso, queste terre sembrano soffrire la mancanza dell'acqua, che doveva contribuire a delineare un paesaggio di straordinario fascino, esplicandosi nelle ampie distese dei paduli, interrotti da piccole strisce emerse e nella visione spettacolare del bosco, intramezzato dai bacini allungati delle lame. Tuttavia, la vocazione "umida" dell'ambien-

te, negli ultimi anni, mira a riaffermarsi e a reclamare prepotentemente i suoi spazi, come dimostra la propensione di alcune terre a rinaturalizzarsi. A questa tendenza naturale si affianca la discussa proposta dell'Ente Parco di riallagare artificialmente certe aree: si tratta di una prospettiva allettante, ma da vagliare con estrema cautela. Infatti, se da un lato è vero che la vocazione spontanea è quella palustre, è altrettanto vero che il risultato della "guerra delle acque" costituisce per questi luoghi un tratto determinante del paesaggio e un elemento di primo piano della memoria storica e dell'identità culturale.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- ALESSIO ET AL., 1992
M. ALESSIO ET AL., *Risultati preliminari relativi alla datazione degli speleotemi sommersi nelle fasce costiere del tirreno centrale*, "Giornale di Geologia", sez. III, 54 (1992), pp. 165-193.
- AMICI ET AL., 1986
S. AMICI ET AL., *Il Medioevo*, in R. MAZZANTI ET AL. (a cura di), *Terre e paduli. Reperti, documenti, immagini per la storia di Coltano*, Pontedera, Bandecchi e Vivaldi, 1986, pp. 195-428.
- ANCONA-CANIGIANI, 1989
ANCONA-F. CANIGIANI, *La Toscana "protetta"*, Firenze, Università di Firenze ("Atti dell'Istituto di Geografia", quaderno 14), 1989.
- AZZARI, 1993
M. AZZARI, *Tra mare e monte. Paesaggi della costa toscana a nord dell'Arno*, in C. GREPPI (a cura di), *Quadri ambientali della Toscana*, III, *Paesaggi della costa*, Firenze-Venezia, Giunta regionale toscana-Marsilio, 1993, pp. 131-149.
- AZZARI ET AL., 2004
M. AZZARI, C. BERTI, R. PAOLINI, T. PILEGGI, G. TARCHI, *Le aree umide ed ex umide della toscana. GIS e cartografia del passato*, in atti della 8ª Conferenza ASITA "Geomatica. Standardizzazione, interoperabilità e nuove tecnologie" (Roma, 14-17 dicembre 2004), Galliate Lombardo, tip. Artestampa, 2004, pp. 183-188.
- AZZARI ET AL., 2005
M. AZZARI, C. BERTI, R. PAOLINI, T. PILEGGI E G. TARCHI, *Per un atlante delle aree umide in Toscana: le trasformazioni nell'uso del suolo in età moderna e contemporanea*, in Atti del IV Workshop "Beni ambientali e culturali e GIS", "GIS, dalla cartografia del passato al telerilevamento" (Firenze, 18 novembre 2003), Firenze, Firenze University Press, 2005 (CD-Rom).
- BALLETTI, 2000
C. BALLETTI, *Analytical and quantitative methods for the analysis of the geometrical content of historical cartography*, in «International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing», XXXIII, Part B5, Amsterdam, 2000.
- BARSANTI, 1987
D. BARSANTI (a cura di), *Documenti geocartografici nelle biblioteche e negli archivi privati e pubblici della Toscana*, I, *Le piante dell'Ufficio Fiumi e Fossi di Pisa*, Firenze, Olschki, 1987.
- BARSANTI, 2009
D. BARSANTI, *Alessandro Manetti. Un grande scienziato al servizio dei Lorena*, Pisa, ETS, 2009.
- BARSANTI-ROMBAI, 1986
D. BARSANTI-L. ROMBAI, *La "guerra delle acque" in Toscana. Storia delle bonifiche dai Medici alla riforma agraria*, Firenze, Medicea, 1986.
- BARSOTTI ET AL., 1974
G. BARSOTTI ET AL., *Studio del Quaternario livornese con particolare riferimento alla stratigrafia ed alle faune delle formazioni del bacino di carenaggio della Torre del Fanale*, "Memorie della Società Geologica Italiana", 13 (1974).

- BERNARDI, 2010
G. BERNARDI, *Le strade e le piazze di Marina di Pisa*, San Giuliano Terme, Felici, 2010.
- BERTI, 2002
C. BERTI, *La pianura meridionale pisana dall'Ottocento ad oggi. Un GIS per l'analisi delle trasformazioni del paesaggio*, in D. MENEGHELLO, C. BERENGO (a cura di), *Segnali e Segni per Terra. Carte al Quadrato, Premio GIS-Toscana*, Firenze, Regione Toscana, [2003], pp. 22-28.
- BERTI, 2008
C. BERTI, *Tra l'Arno e il Calambrone. L'evoluzione del paesaggio nella pianura meridionale pisana tra Otto e Novecento*, in Atti del Primo Seminario di Studi "Dalla Mappa al GIS", (Roma, 5-6 marzo 2007), Genova, Brigati, 2008, pp. 349-378.
- BERTI-PILEGGI-TARCHI, 2003
C. BERTI, T. PILEGGI, G. TARCHI *Selve e paduli. Analisi geostorica delle trasformazioni del paesaggio nelle pianure costiere della Toscana*, in Atti del III Workshop "Beni ambientali e culturali e GIS", "GIS e Internet" (Firenze, 19 giugno 2002), a cura di M. Azzari, Firenze, Firenze University Press, 2003, CD-Rom.
- BEVILACQUA-ROSSI DORIA, 1984
P. BEVILACQUA-M. ROSSI DORIA (a cura di), *Le bonifiche in Italia dal '700 a oggi*, Roma-Bari, Laterza, 1984.
- BIAGIOLI, 1975
G. BIAGIOLI, *L'agricoltura e la popolazione in Toscana all'inizio dell'Ottocento. Un'indagine sul Catasto particellare*, "Pubblicazioni dell'Istituto di Storia. Facoltà di Lettere e Filosofia, 8", Pisa, Pacini, 1975.
- BIAGIOLI, 1981
G. BIAGIOLI, *Il Catasto in Toscana tra '700 e '800. Direttive centrali e documenti locali, la Città di Pisa* in C. CAROZZI-L. GAMBI, *Città e proprietà immobiliare in Italia negli ultimi due secoli*, Milano, Franco Angeli, 1981.
- BINI-CASAROSA-RIBOLINI, 2008
M. BINI-N. CASAROSA-A. RIBOLINI, *L'evoluzione diacronica della linea di riva del litorale pisano (1938-2004) sulla base del confronto di immagini aeree georeferenziate*, "Atti della Società toscana di Scienze naturali", Memorie, Serie A, 113 (2008), pp. 1-12.
- BOSSIO ET AL., 1981
A. BOSSIO ET AL., *Gli strati alti del Messiniano, il passaggio Miocene-Pliocene e la sezione plio-pleistocenica di Nugola nelle colline a NE dei Monti Livornesi in IX Convegno della Società Paleontologica Italiana 3-8 ottobre 1981*.
- BRACALONI-DRINGOLI, 2008
F. BRACALONI-M. DRINGOLI (a cura di), *La costa pisana: architettura e paesaggio*, Pisa, Pacini, 2008.
- CALECA-MAZZANTI, 1980
A. CALECA-R. MAZZANTI, *Immagini del territorio pisano: le carte di Leonardo*, in *Livorno e Pisa: due città e un territorio nella politica dei Medici*, Pisa, Nistri Lischi-Pacini, 1980, pp. 19-20.
- CAMPUS-ROSSI, 1997
F. CAMPUS-A. ROSSI, *Le attività agricole della Piana*, in A. CECCHELLA-M. PINNA (a cura di), *Pisa e la sua piana, I, L'ambiente e l'economia*, Pisa, Centro studi economico finanziari, 1997, pp. 117-160.
- CARRATORI SCOLARO ET AL., 1994
L. CARRATORI SCOLARO ET AL., *Il periodo medievale*, in R. MAZZANTI (a cura di), *La pianura di Pisa e i rilievi contermini. La natura e la storia*, "Memorie della Società Geografica Italiana", L, Roma, Società Geografica Italiana, 1994, pp. 205-358.
- CASINI-RENZONI, 2008
C. CASINI-S. RENZONI, *Novecento al mare. Idee, progetti e architetture per il Litorale*, Pisa, ETS, 2008.
- CAVALLI, 1993
S. CAVALLI, *Macchia e paduli, tomboli e rupi. Il paesaggio vegetale della costa e delle isole*, in *Quadri ambientali*

- della Toscana, III, *Paesaggi della costa*, Firenze-Venezia, Giunta Regionale Toscana-Marsilio, 1993, pp. 49-71.
- CAVALLI-LAMBERTINI, 1990
S. CAVALLI-M. LAMBERTINI, *Il parco naturale Migliarino, San Rossore, Massaciuccoli*, Pisa, Pacini, 1990.
 - CAVAZZA, 1994
S. CAVAZZA, *L'idrologia attuale. La natura e i molteplici interventi umani* in R. MAZZANTI (a cura di), *La pianura di Pisa e i rilievi contermini. La natura e la storia*, "Memorie della Società Geografica Italiana", L, Roma, Società Geografica Italiana, 1994, pp. 431-463.
 - CAVAZZA, 1997
S. CAVAZZA, *Il sistema delle acque nella Piana di Pisa* in A. CECCHELLA-M. PINNA, *Pisa e la sua piana, I, L'ambiente e l'economia*, Pisa, Centro studi economico finanziari, 1997, pp. 67-92.
 - CECCARELLI LEMUT, 2001
M.L. CECCARELLI LEMUT, *Assetto del territorio, insediamento ed economia nel Medioevo*, in S. PAGLIA-LUNGA (a cura di), *Tombolo. Territorio della basilica di San Piero a Grado*, Pisa, Felici, 2001, pp. 101-122.
 - CECCARELLI LEMUT, 2002
M.L. CECCARELLI LEMUT, *Tra Pisa e Porto Pisano. Assetto del territorio, insediamento ed economia nel Medioevo*, "Bollettino storico pisano", LXXI (2002), pp. 7-40.
 - CECCARELLI LEMUT-MAZZANTI-MORELLI, 1994
M.L. CECCARELLI LEMUT-R. MAZZANTI-P. MORELLI, *Il contributo delle fonti storiche alla conoscenza della geomorfologia* in R. MAZZANTI, (a cura di), *La pianura di Pisa e i rilievi contermini. La natura e la storia*, "Memorie della Società Geografica Italiana", L, Roma, Società Geografica Italiana, 1994, pp. 401-429.
 - CECCHELLA-PINNA I, 1997
A. CECCHELLA-M. PINNA (a cura di), *Pisa e la sua piana, I, L'ambiente e l'economia*, Pisa, Centro studi economico finanziari, 1997.
 - CECCHELLA-PINNA II, 1997
A. CECCHELLA-M. PINNA (a cura di), *Pisa e la sua piana, II, Il territorio e la città*, Pisa, Centro studi economico finanziari, 1997.
 - CERRAI, 1995
S. CERRAI (a cura di), *Coltano: storia corale. Ricordi e immagini di vita dal primo dopoguerra ai giorni nostri*, Pisa, ETS, 1995.
 - CERVELLATI-MAFFEI CARDELLINI, 1988
P.L. CERVELLATI-G. MAFFEI CARDELLINI, (a cura di), *Il Parco di Migliarino San Rossore Massaciuccoli. La storia e il progetto*, Firenze-Venezia, Giunta Regionale Toscana-Marsilio, 1988.
 - CHERUBINI-DEL RIO-MAZZANTI, 1985
L. CHERUBINI-A. DEL RIO-R. MAZZANTI, *Sviluppo e prosciugamento dei paduli nella Provincia di Livorno*, in G. PRANZINI (a cura di), *La gestione delle risorse idriche*, Roma, Edizioni Delle Autonomie, 1987, pp. 149-209.
 - CHITTOLINI, 1978
G. CHITTOLINI, *La formazione dello Stato regionale e le istituzioni del contado: ricerche sull'ordinamento territoriale del dominio fiorentino agli inizi del secolo XV*, in *Egemonia fiorentina ed autonomie locali nella Toscana nordoccidentale del primo Rinascimento: vita, arte, cultura*, atti del settimo convegno internazionale del Centro italiano di studi di storia ed arte, Pistoia, 1978, poi in Id., *La formazione dello Stato regionale e le istituzioni del contado. Secoli XIV e XV*, con il titolo *Ricerche sull'ordinamento territoriale del dominio fiorentino agli inizi del secolo XV*, Torino, Einaudi, 1979, pp. 292-352.
 - CIUTI, 2005
R. CIUTI (a cura di), *La costruzione del litorale pisano. Contributi per la storia e l'identità di un territorio*, Pisa, Felici, 2005.

- CONTI, 1966
E. CONTI, *I catasti agrari della Repubblica fiorentina e il catasto particellare toscano (secoli XIV-XIX)*, Roma, Istituto Storico Italiano per il Medioevo, 1966.
- COPPINI-TOSI, 2008
R.P. COPPINI-A. TOSI (a cura di), *Sovrani nel giardino d'Europa. Pisa e i Lorena*, Pisa, Pacini, 2008.
- CORI, 1977
B. CORI, *La fronte marittima toscano-laziale*, in *I paesaggi umani*, "Capire l'Italia", I, Milano, T.C.I., 1977.
- CORI-LOMBARDI, 1994
B. CORI-D. LOMBARDI, *La pianura di Pisa nell'età contemporanea.. Aspetti geo-economici*, in R. MAZZANTI (a cura di), *La pianura di Pisa e i rilievi contermini. La natura e la storia*, "Memorie della Società Geografica Italiana", L, Roma, Società Geografica Italiana, 1994, pp. 465-490.
- CORINE Land Cover. Technical guide, 1995
CORINE Land Cover. Technical guide, [Bruxelles-Copenaghen], European Commission. Joint Research Centre-European Environment Agency. European Topic Centre on Land Cover, 1995-1997, <<http://reports.eea.europa.eu/COR0-landcover/en>> (09/2012).
- Dal Calambrone, 1987
Dal Calambrone alla Burlamacca. Guida alla natura del Parco Migliarino, S. Rossore, Massaciuccoli, Pisa, Nistri Lischi, 1987.
- DALL'ANTONIA-MAZZANTI, 2001
B. DALL'ANTONIA-R. MAZZANTI, in S. PAGLIALUNGA (a cura di), *Tombolo. Territorio della basilica di San Piero a Grado*, Pisa, Felici, 2001, pp. 7-66.
- DELLA PINA-MAZZANTI-PULT QUAGLIA, 1986
M. DELLA PINA-R. MAZZANTI-A. M. PULT QUAGLIA, *L'età moderna*, in R. MAZZANTI ET AL. (a cura di), *Terre e paduli. Reperti, documenti, immagini per la storia di Coltano*, Pontedera, Bandecchi e Vivaldi, 1986, pp. 251-282.
- DELLA ROCCA-MAZZANTI-PRANZINI, 1987
B. DELLA ROCCA-R. MAZZANTI-E. PRANZINI, *Studio geomorfologico della pianura di Pisa*, "Geografia fisica e dinamica del Quaternario", 10 (1987), pp. 56-84.
- FANCELLI ET AL., 1986
R. FANCELLI ET AL., *Il contesto geomorfologico*, in R. MAZZANTI ET AL. (a cura di), *Terre e paduli. Reperti documenti immagini per la storia di Coltano*, Pontedera, Bandecchi e Vivaldi, 1986, pp. 24-39.
- FASANO GUARINI, 1976
E. FASANO GUARINI, *Città soggette e contadi nel dominio fiorentino tra Quattro e Cinquecento: il caso pisano*, in *Ricerche di storia moderna*, Pisa, Pacini, 1976, pp. 1-94.
- FASANO GUARINI, 1980a
E. FASANO GUARINI, *Le istituzioni*, in *Livorno e Pisa: due città e un territorio nella politica dei Medici*, Pisa, Nistri Lischi-Pacini, 1980, pp. 31-35.
- FASANO GUARINI, 1980b
E. FASANO GUARINI, *Regolamentazione delle acque e sistemazione del territorio*, in *Livorno e Pisa: due città e un territorio nella politica dei Medici*, Pisa, Nistri Lischi-Pacini, 1980, pp. 43-47.
- FASANO GUARINI, 2004
E. FASANO GUARINI (a cura di), *La provincia di Pisa, 1865-1990*, Bologna, Il Mulino, 2004.
- FEDERICI, 1987
P.R. FEDERICI, *Lineamenti geografici e geomorfologici*, in *Dal Calambrone alla Burlamacca. Guida alla natura del Parco Migliarino, S. Rossore, Massaciuccoli*, Pisa, Nistri Lischi, 1987, pp. 1-17.

- FEDERICI-MAZZANTI, 1988
P.R. FEDERICI-R. MAZZANTI, *L'evoluzione della paleogeografia e della rete idrografica del Valdarno Inferiore*, "Bollettino della Società Geografica Italiana", Roma, ser. 10, vol. 5 (1988), pp. 573-615.
- FEDERICI-MAZZANTI, 1995
P.R. FEDERICI-R. MAZZANTI, *Note sulle pianure costiere della Toscana*, in *Assetto fisico e problemi ambientali delle pianure italiane. Atti delle giornate di studio della Società Geografica Italiana. Roma, 3-4 giugno 1993*, "Memorie della Società Geografica Italiana", LIII, Roma, Società Geografica Italiana, 1995.
- GABBANI ET AL., 1990
G. GABBANI-M. PIERI-E. PRANZINI-G. PRANZINI, *Indagini geoelettriche per il controllo a terra di dati Landsat TM rilevati sulla pianura di Pisa*, in ASSOCIAZIONE ITALIANA DI TELERILEVAMENTO, *Terzo convegno nazionale. "Osservazione dallo spazio dell'Italia e delle sue regioni: metodo, risultati e prospettive"*. Atti, L'Aquila, 7-10 novembre 1990.
- GARZELLA, 2003
G. GARZELLA, *In Silva Tumuli et in Stagno: paesaggio dell'incolto e risorse naturali lungo il litorale pisano nel Medioevo*, in A. MALVOLTI, G. PINTO (a cura di), *Incolti, fiumi, paludi. Utilizzazione delle risorse naturali nella Toscana medievale e moderna*, Atti del convegno di studi (Fucecchio, 15-16 giugno 2001), Firenze, Olshki, 2003, pp. 143-157.
- GARZELLA-NUTI-VACCARI, 2008
G. GARZELLA-L. NUTI-O. VACCARI, *Pisa, il riflesso del mare*, Pisa, Pacini, 2008.
- GIANNELLI ET AL, 1982
L. GIANNELLI ET AL., *Nuove osservazioni sul Quaternario di Livorno* in *Studi sul Territorio Livornese. Archeologia, Antropologia, Geologia*, Livorno, Centro Livornese di Studi Archeologici, 1982.
- GINORI LISCI, 1978
L. GINORI LISCI, *Cabrei in Toscana. Raccolte di mappe, prospetti e vedute sec. XVI-sec. XIX*, Firenze, Cassa di Risparmio di Firenze, 1978.
- GIORGI-SAVELLI-SCARDOZZI, 1986
G. GIORGI-L. SAVELLI-M. SCARDOZZI, *L'età contemporanea*, in R. MAZZANTI ET AL. (a cura di), *Terre e paduli. Reperti, documenti, immagini per la storia di Coltano*, Pontedera, Bandecchi e Vivaldi, 1986, pp. 284-326.
- GUARDUCCI-PICCARDI-ROMBAI, 2009
A. GUARDUCCI-M. PICCARDI-L. ROMBAI, *Acque di costa tra mare e terra: il paesaggio della pianura costiera di Pisa e Livorno secondo la cartografia del XVIII secolo*, "Storia urbana" (2009), fasc. 125, pp. 35-58.
- GUERRA, 1998
GUERRA F., *Local geometric transformation of images for the restoration of cartography*, in «Proceeding of the 5th Hellenic Cartographic Conference 'Large Scale Cartography: City Maps'» (Thessaloniki, 25-27 November 1998), [s.n.t.].
- ISSDS, 2002
ISTITUTO SPERIMENTALE PER LO STUDIO E LA DIFESA DEL SUOLO-REGIONE TOSCANA, *Manuale per la descrizione del suolo*, (a cura di L. GARDIN ET AL.), [Firenze], 2002.
- KARWACKA CODINI, 1993
E. KARWACKA CODINI, *Piante e disegni dell'archivio Salviati. Catalogo*, Pisa, Scuola Normale Superiore, 1993.
- *Là dove c'era l'erba*, 2010
"Là dove c'era l'erba...". *Il consumo di suolo nel comune di Pisa e dintorni*, a cura delle associazioni ambientaliste pisane, Pisa, 2010, <http://www.legambientepisa.it/ambiente/ambiente_locale/trasformazioni_urbane/consumo_di_suolo/dossier_consumo_di_suolo.pdf> (09/2012).

- LAZZAROTTO-MAZZANTI-NENCINI, 1990
A. LAZZAROTTO-R. MAZZANTI -C. NENCINI, *Geologia e geomorfologia dei Comuni di Livorno e di Collesalveti*, supplemento n° 2 a "Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno", 11 (1990), pp. 1-85.
- LIVORNO e PISA, 1984
Livorno e Pisa: due città e un territorio nella politica dei Medici, Pisa, Nistri Lischi-Pacini, 1980.
- LUDOVICO, 1991
A. LUDOVICO, *Rilevamento architettonico e topografico. Metodi e strumenti nei secoli XVIII e XIX. I catasti geometrici preunitari e la misura generale del Granducato di Toscana*, Roma, Kappa, 1991.
- MALANIMA, 1980
P. MALANIMA, *La distribuzione della proprietà fondiaria nel territorio pisano*, in *Livorno e Pisa: due città e un territorio nella politica dei Medici*, Pisa, Nistri Lischi-Pacini, 1980, pp. 80-81.
- MARINELLI, 1921
O. MARINELLI, *Stagni e paludi costiere in Italia*, "Le vie d'Italia", 27, n° 11 (1921).
- MAZZANTI ET AL., 1986
R. MAZZANTI ET AL. (a cura di), *Terre e paduli. Reperti, documenti, immagini per la storia di Coltano*, Pontedera, Bandecchi e Vivaldi, 1986.
- MAZZANTI ET AL., 1990
R. MAZZANTI ET AL., *La pianura versiliese nel contesto geomorfologico*, in E. PARIBENI, *Etruscorum ante quam Ligurum. La Versilia tra VII e II secolo a.C.*, Pontedera, Bandecchi e Vivaldi, 1990, pp. 33-43.
- MAZZANTI, 1983
R. MAZZANTI, *Il punto sul Quaternario della fascia costiera e dell'Arcipelago Toscano*, "Bollettino della Società Geologica Italiana", 102 (1983).
- MAZZANTI, 1984
R. MAZZANTI, *Il Capitanato nuovo di Livorno (1606-1808). Due secoli di storia del territorio attraverso la cartografia*, Pisa, Pacini, 1984.
- MAZZANTI, 1994
R. MAZZANTI (a cura di), *La pianura di Pisa e i rilievi contermini. La natura e la storia*, "Memorie della Società Geografica Italiana", L, Roma, Società Geografica Italiana, 1994.
- MAZZANTI, 1997
R. MAZZANTI, *Lineamenti di geomorfologia della pianura pisana* in A. CECHELLA-M. PINNA, *Pisa e la sua piana, I, L'ambiente e l'economia*, Pisa, Centro studi economico finanziari, 1997, pp. 11-50.
- MAZZANTI-NENCINI, 1994
R. MAZZANTI-C. NENCINI, *La morfologia*, in R. MAZZANTI (a cura di), *La pianura di Pisa e i rilievi contermini. La natura e la storia*, "Memorie della Società Geografica Italiana", L, Roma, Società Geografica Italiana, 1994, pp. 89-102.
- MAZZANTI-PASQUINUCCI, 1983
R. MAZZANTI-M. PASQUINUCCI, *L'evoluzione del litorale lunense-pisano fino alla metà del XIX secolo*, "Bollettino della Società Geografica Italiana", s. 10, 12 (1983), pp. 605-628.
- MAZZANTI-PASQUINUCCI-SALGHETTI DRIOLI, 1984
R. MAZZANTI-R. PASQUINUCCI-U. SALGHETTI DRIOLI, *Il sistema delle secche della Meloria-Porto Pisano. Geomorfologia e biologia marina in relazione ai reperti archeologici*, in R. MAZZANTI ET AL., *L'anno della Meloria : 1284*, Pisa, ETS, [1984], pp. 9-54.
- MAZZANTI-RAU, 1994
R. MAZZANTI-A. RAU, *La geologia* in R. MAZZANTI (a cura di), *La pianura di Pisa e i rilievi contermini. La natura e la storia*, "Memorie della Società Geografica Italiana", L, Roma, Società Geografica Italiana, 1994, pp. 31-87.

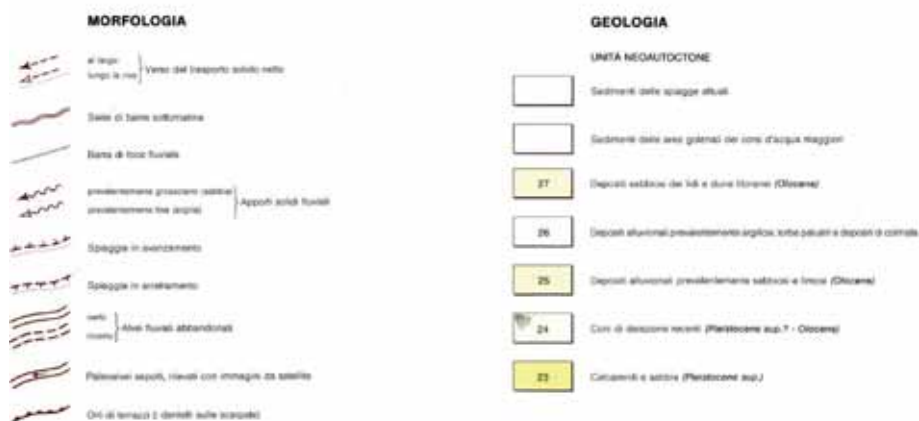
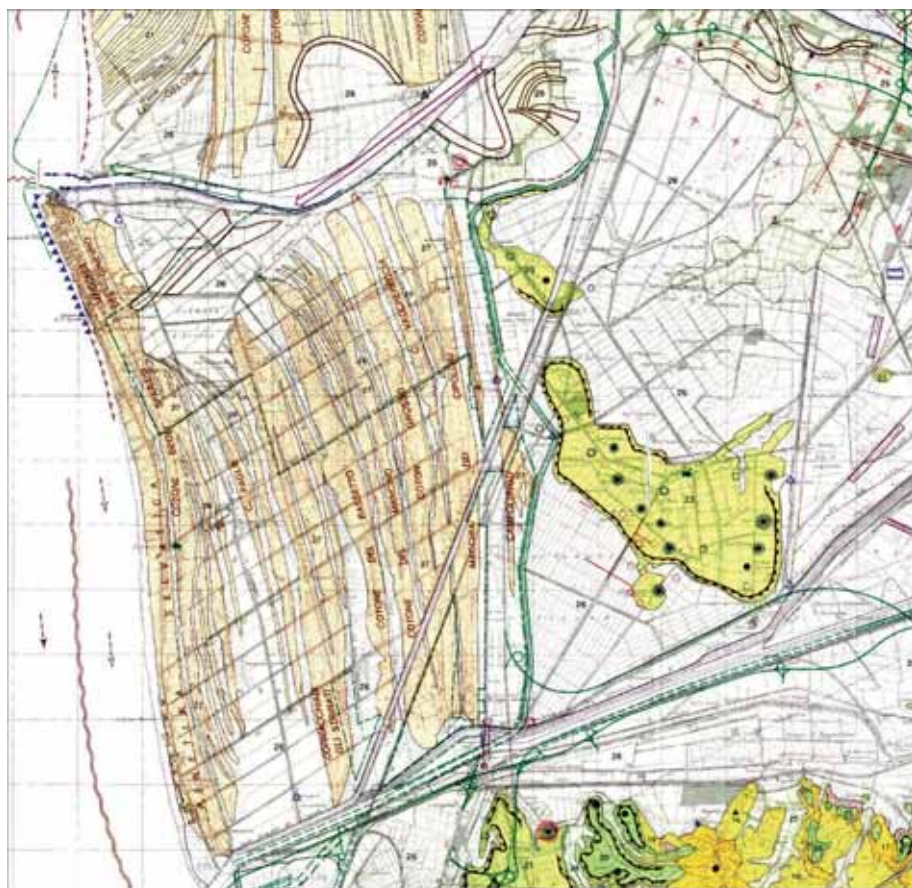
- MELI, 2004
A. MELI, *Il Piano del parco naturale regionale di Migliarino San Rossore Massaciuccoli in Toscana*, in G.G. RIZZO-A. VALENTINI (a cura di), *Luoghi e paesaggi in Italia*, Firenze, Firenze University Press, 2004, pp. 83-93.
- MENCHELLI, 1984
S. MENCHELLI, *Contributo allo studio del territorio Pisano: Coltano e l'area dell'ex-Padule di Stagno*, "Studi classici e orientali", 34 (1984), pp. 255-270.
- MINECCIA, 1983
F. MINECCIA, *Note sulle fattorie granducali del pisano occidentale nell'età moderna: Antignano, Collesalveti, Casabianca, Nugola, S. Regolo e Vecchiano in Agricoltura e Aziende agrarie nell'Italia centro-settentrionale. Atti del convegno, Trento, 4 giugno 1981*, Milano, Angeli, 1983, pp. 285-341.
- MIRRI, 2000
M. MIRRI (a cura di), *La città e il contado di Pisa nello Stato dei Medici (XV-XVII secolo)*, Pisa, Pacini, 2000.
- MORI, 1986
G. MORI (a cura di), *La Toscana*, "Storia d'Italia. Le regioni dall'Unità a oggi", Torino, Einaudi, 1986.
- NUTI, 2008
L. NUTI, *La vocazione turistica del litorale pisano tra Otto e Novecento*, in G. GARZELLA-L. NUTI-O. VACCARI, *Pisa, il riflesso del mare*, Pisa, Pacini, 2008.
- ONC, 1958
OPERA NAZIONALE PER I COMBATTENTI, *36 anni dell'Opera Nazionale Combattenti. 1915-1955*, Tivoli, 1958, (*Coltano e Vettola*, pp. 115-123).
- PAGLIALUNGA, 2001
S. PAGLIALUNGA (a cura di), *Tombolo. Territorio della basilica di San Piero a Grado*, Pisa, Felici, 2001.
- PANICUCCI-PASQUINUCCI-MENCHELLI, 1986
N. PANICUCCI-M. PASQUINUCCI-S. MENCHELLI, *Dall'età del Ferro alla tarda Antichità*, in R. MAZZANTI ET AL. (a cura di), *Terre e paduli. Reperti, documenti, immagini per la storia di Coltano*, Pontedera, Bandecchi e Vivaldi, 1986, pp. 91-193.
- Parco, 1998
Parco di Migliarino- San Rossore -Massaciuccoli, "Luoghi d'Italia", Firenze, Octavo, 1998.
- PARDI, 1993
F. PARDI, *Trasgressioni e regressioni. I lineamenti evolutivi della costa toscana*, C. GREPPI (a cura di), in *Quadri ambientali della Toscana*, III, *Paesaggi della costa*, Firenze-Venezia, Giunta regionale toscana-Marsilio, 1993, pp. 13-47.
- PASQUINUCCI-MAZZANTI, 1985
R. MAZZANTI-M. PASQUINUCCI, *Le fonti "storiche" nello studio delle aree costiere*, in E. PRANZINI (a cura di), *La gestione delle aree costiere*, Roma, Delle Autonomie, 1985, pp. 172-192.
- PASQUINUCCI, 1994
M. PASQUINUCCI, *Il popolamento dall'età del Ferro al Tardo Antico*, in R. MAZZANTI (a cura di), *La pianura di Pisa e i rilievi contermini. La natura e la storia*, "Memorie della Società Geografica Italiana", L, Roma, Società Geografica Italiana, 1994, pp. 183-204.
- PAZZAGLI-SOLDANI, 1992
C. PAZZAGLI-S. SOLDANI (a cura di), *La Toscana dal Granducato alla Regione. Atlante delle variazioni amministrative e territoriali dal 1790 al 1990*, Regione Toscana. Giunta Regionale-Marsilio, Firenze-Venezia, 1992.
- PIERI-PRANZINI, 1989
M. PIERI-E. PRANZINI, *Geomorphological evolution of the Pisa plain in historic times deduced from Lansat data*, in *Global Natural Resource Monitoring and Assessment. Preparing for the 21st century*, Venezia, 1989.

- PINNA M., 1983
PINNA M. (a cura di), *La protezione dei laghi e delle zone umide in Italia*, atti del convegno, "Memorie della società geografica italiana", XXXIII, Roma, Società Geografica Italiana, 1983.
- PINNA M., 1997
M. PINNA, *Le condizioni del clima*, in A. CECCHELLA-M. PINNA (a cura di), *Pisa e la sua piana*, I, *L'ambiente e l'economia*, Pisa, Centro studi economico finanziari, 1997, pp. 51-65.
- PINNA S., 1997a
S. PINNA, *Il Parco Regionale di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli*, in A. CECCHELLA-M. PINNA (a cura di), *Pisa e la sua piana*, I, *L'ambiente e l'economia*, Pisa, Centro studi economico finanziari, 1997, pp. 93-103.
- PINNA S., 1997b
S. PINNA, *Il turismo nell'area pisana*, in A. CECCHELLA-M. PINNA (a cura di), *Pisa e la sua piana*, II, *Il territorio e la città*, Pisa, Centro studi economico finanziari, 1997, pp. 255-274.
- PRANZINI, 1983
E. PRANZINI, *Studi di geomorfologia costiera, IX, L'erosione del delta dell'Arno*, "Quaderni del Museo di storia naturale di Livorno", 4, Livorno, Provincia di Livorno, 1983.
- PRANZINI-SANTINI, 1999
E. PRANZINI-C. SANTINI, *Depositional environments mapping in alluvial plains based on wetness seasonal changes*, EUROPTO Conference on Remote Sensing for Earth Science Applications, 20-24 September 1999, Florence, Italy, in "SPIE", 3868, Washington, 1999.
- PREVITI, 2006
M. PREVITI, *Il canale dei Navicelli. Un legame d'acqua tra Pisa e Livorno*, Pisa, ETS, 2006.
- RAGO, 1937
M. RAGO, *La bonifica di Coltano*, "Rivista Geografica Italiana", 45 (1937), pp. 79-84.
- RAPETTI-VITTORINI, 1978
F. RAPETTI-S. VITTORINI, *Osservazioni sul clima del litorale pisano*, "Rivista Geografica Italiana", 85 (1978).
- RAPETTI-VITTORINI, 1994
F. RAPETTI-S. VITTORINI, *I caratteri del clima*, in R. MAZZANTI (a cura di), *La pianura di Pisa e i rilievi contermini. La natura e la storia*, "Memorie della Società Geografica Italiana", L, Roma, Società Geografica Italiana, 1994, pp. 103-132.
- REPETTI, IV, 1841
E. REPETTI, *Dizionario geografico, fisico, storico della Toscana contenente la descrizione di tutti i luoghi del Granducato Ducato di Lucca Garfagnana e Lunigiana*, Firenze, Allegrini e Mazzoni, 1841 (rist. anast. Firenze-Roma, Cassa di Risparmio-Società Multigrafica Editrice, 1972), in particolare voci: *Pisa*, pp. 297-399; *Ponti di Stagno*, pp. 539-540; *Porto Pisano*, pp. 611-619.
- *Ricerche di storia moderna*, 1976
Ricerche di storia moderna, a cura di M. MIRRI, Pisa, Pacini, 1976.
- *Ricerche di storia moderna II*, 1979
Ricerche di storia moderna, II, *Aziende e patrimoni di grandi famiglie (sec. XV-XIX)*, "Pubblicazioni dell'Istituto di storia moderna e contemporanea dell'Università di Pisa", 11, Pisa, Pacini, 1979.
- *Ricerche di storia moderna III*, 1984
Ricerche di storia moderna, III, *La città e il contado di Pisa nello Stato dei Medici, (secc. XV-XVII)*, "Pubblicazioni del Dipartimento di storia moderna e contemporanea dell'Università di Pisa", 12, Pisa, Pacini, 1984.
- *Ricerche di storia moderna IV*, 1995
Ricerche di storia moderna, IV, *In onore di Mario Mirri*, a cura di G. BIAGIOLI, "Pubblicazioni del Dipartimento di storia moderna e contemporanea dell'Università di Pisa", Ospedaletto (Pisa), Pacini, 1995.

- ROMBAI, 1997
L. ROMBAI, *La costruzione dell'immagine regionale: i matematici territorialisti nella Toscana dell'Illuminismo. L'esempio della "Relazione generale sulla pianura pisana" di Pietro Ferroni (1774)*, in F. CAZZOLA (a cura di), *Nei cantieri della ricerca. Incontri con Lucio Gambi (Bologna, 1996)*, Bologna, Clueb, 1997, pp. 147-162.
- ROMBAI-QUAINI-ROSSI, 1995
L. ROMBAI-M. QUAINI-L. ROSSI, *La descrizione, la carta, il viaggiatore. Fonti degli archivi parigini per la geografia storica e la storia della cartografia italiana*, Firenze, Università degli Studi di Firenze. Istituto Interfacoltà di Geografia, 1995.
- ROMBAI-TOCCAFONDI-VIVOLI, 1987
L. ROMBAI-D. TOCCAFONDI-C. VIVOLI (a cura di), *Documenti geocartografici nelle biblioteche e negli archivi privati e pubblici della Toscana*, 2, *I fondi cartografici dell'Archivio di Stato di Firenze*, I, *Miscellanea di piante*, (a cura di, Firenze, Olschki, 1987.
- ROVEDA, 1984
E. ROVEDA, *Le proprietà fondiarie dell'Arcivescovado di Pisa dal XV al XVIII secolo*, in *Ricerche di storia moderna*, III, *La città e il contado di Pisa nello Stato dei Medici, (secc. XV-XVII)*, "Pubblicazioni del Dipartimento di storia moderna e contemporanea dell'Università di Pisa", 12, Pisa, Pacini, 1984, pp. 391-420.
- RUPI, 1995
P.L. RUPI, *Pisa. Il piano di gestione*, Pisa, Tacchi, 1995.
- RUPI-MARTINELLI, 1997
P.L. RUPI-A. MARTINELLI, *Pisa. Storia urbanistica*, Pisa, Pacini, 1997.
- SEGRE, 1956
A. SEGRE, *Nota sulla idrografia continentale e marina*, in "Note illustrative della C.G.I.", Foglio 111 Livorno, Roma, Ministero dell'industria e commercio. Servizio Geologico, 1956.
- SESTINI, 1963
A. SESTINI, *Il paesaggio*, "Conosci l'Italia" VII, Milano, T.C.I., 1963.
- SEVERINI, 1999
G. SEVERINI, *Fortificazioni e controllo delle acque in Toscana fra '500 e '600. Il caso di Pisa*, Pisa, Università degli studi di Pisa. Dipartimento di ingegneria edile, idraulica e del territorio-ETS, 1999.
- SILVESTRI-GORRERI, 2008
N. SILVESTRI-L. GORRERI (a cura di), *Il monitoraggio delle acque ad uso irriguo nel Parco Regionale Migliarino San Rossore Massaciuccoli. Tenute di Tombolo e Coltano*, Pisa, Pacini-Ente Parco, 2008.
- TADDEI, 1957
E. TADDEI, *Le bonifiche toscane (precedenti, situazioni, prospettive)*, Firenze, tip. Giuntina, 1957.
- TOMEI, 1982
P. E. TOMEI, *Le zone umide della Toscana: stato attuale delle conoscenze geobotaniche e prospettive di salvaguardia*, "Atti della Società Toscana di Scienze Naturali. Memorie. Serie B", 89 (1982), pp. 345-361.
- TOMEI-ZOCCO PISANA, 1994
P. E. TOMEI-L. ZOCCO PISANA, *Cenni sul popolamento floristico e sul paesaggio vegetale* in in R. MAZZANTI (a cura di), *La pianura di Pisa e i rilievi contermini. La natura e la storia*, "Memorie della Società Geografica Italiana", L, Roma, Società Geografica Italiana, 1994, pp. 133-149.
- TONGIORGI-TREVISAN, 1953
E. TONGIORGI-L. TREVISAN, *Le acque del sottosuolo della regione pisana*, "La Provincia Pisana", 1953, pp. 1-8.
- Toscana, 1997
Toscana (non compresa Firenze), Milano, T.C.I., 1997⁵.

- VACCARI, 2008
O. VACCARI, *La vocazione portuale del litorale pisano tra medioevo ed età moderna*, in G. GARZELLA-L. NUTI-O. VACCARI, *Pisa, il riflesso del mare*, Pisa, Pacini, 2008.
- VACCARI, 2009
O. VACCARI, *Acque navigate: da Pisa a Livorno, secoli XII-XVIII*, "Storia urbana" (2009), fasc. 125, pp. 81-99.
- VANNI-CARDELLINI, 1987
G. VANNI-G. CARDELLINI, *Il parco naturale di Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli*, "MB. Monti e boschi. Rivista mensile di tecnica agraria e forestale e di vita montana", 38, n.6 (1987).
- VIOLA GIORDANO-LEGROTTAGLIE-NERVINI, 1986
M. VIOLA GIORDANO-P. LEGROTTAGLIE-R. NERVINI (a cura di), *Carta dell'uso del suolo della Toscana 1:25.000. Relazione tecnico illustrativa*, Firenze, Regione Toscana. Giunta Regionale, 1986.
- ZANGHERI, 1980
R. ZANGHERI, *Catasti e storia della proprietà terriera*, Torino, Einaudi, 1980.

TAVOLE

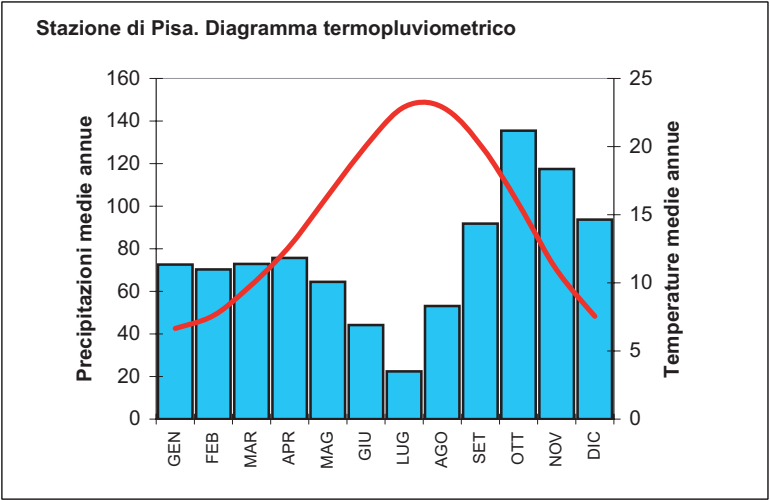


Tav. 1. Carta geomorfologica della pianura meridionale pisana (fonte: PROVINCIA DI PISA-CNR, Carta degli elementi naturalistici e storici della Pianura di Pisa e dei rilievi contermini, a cura di R. MAZZANTI ET AL., scala 1:50.000, Firenze, SELCA, 1991, particolare).

PISA

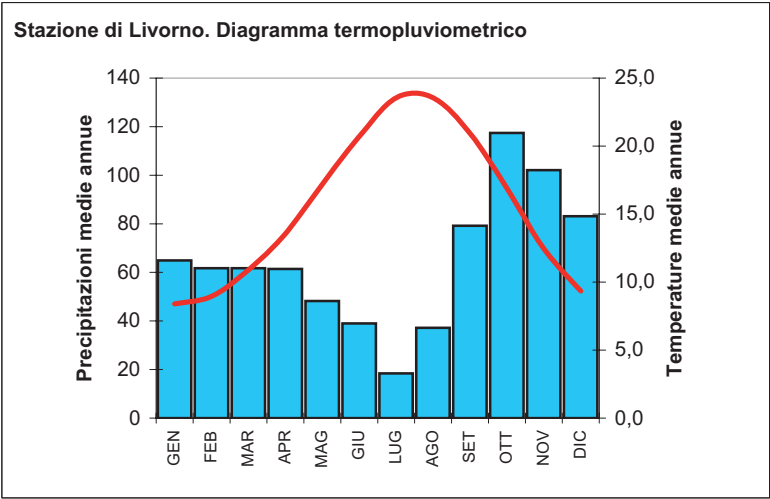
(San Giusto)

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Precipitazioni	72,6	70,3	72,9	75,7	64,5	44,2	22,4	53,1	91,8	135,5	117,5	93,7
Temperature	6,65	7,6	9,85	12,7	16,4	20,05	22,9	22,9	20,15	15,8	10,95	7,55

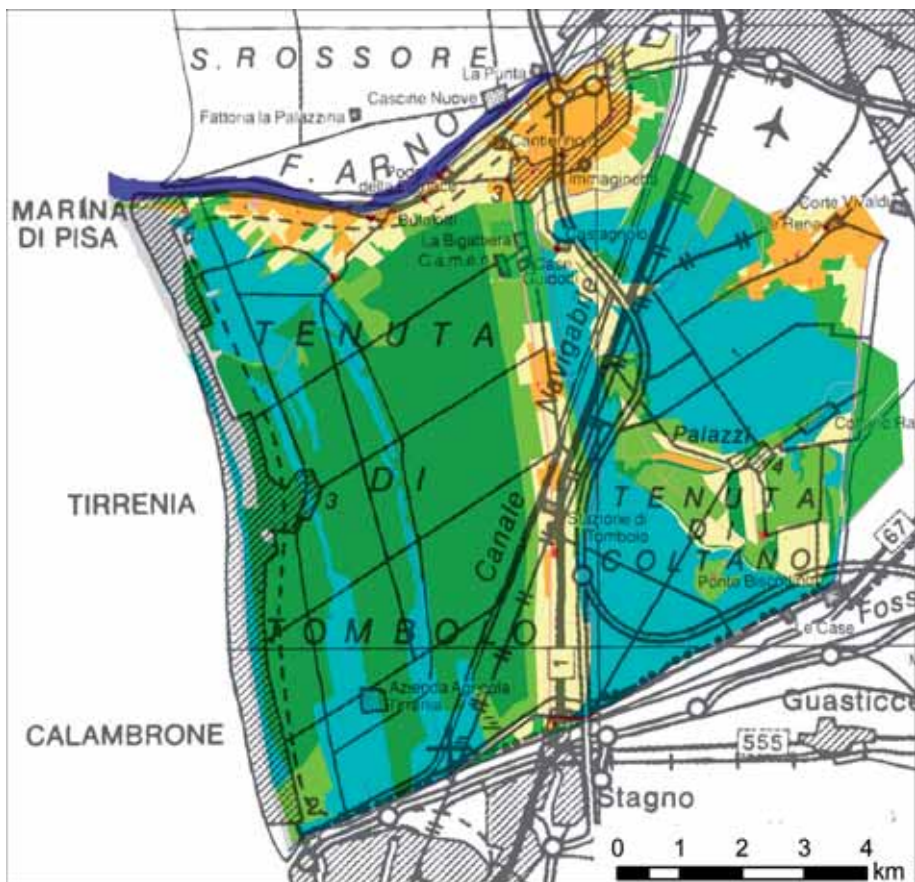


LIVORNO

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Precipitazioni	64,9	61,7	61,7	61,4	48,2	39,0	18,4	37,2	79,2	117,4	102,1	83,1
Temperature	8,4	9,0	10,9	13,6	17,2	20,7	23,6	23,6	21,0	16,9	12,5	9,4



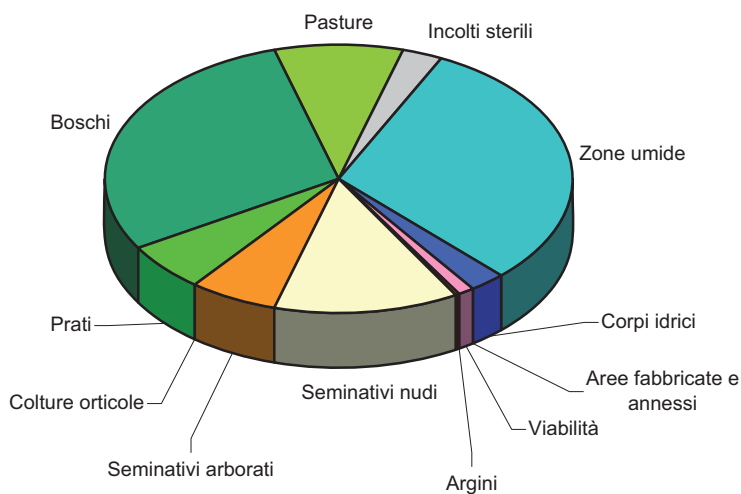
Tav. 2. Il clima della pianura di Pisa (fonte: Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale; serie dati: 1951-1996).



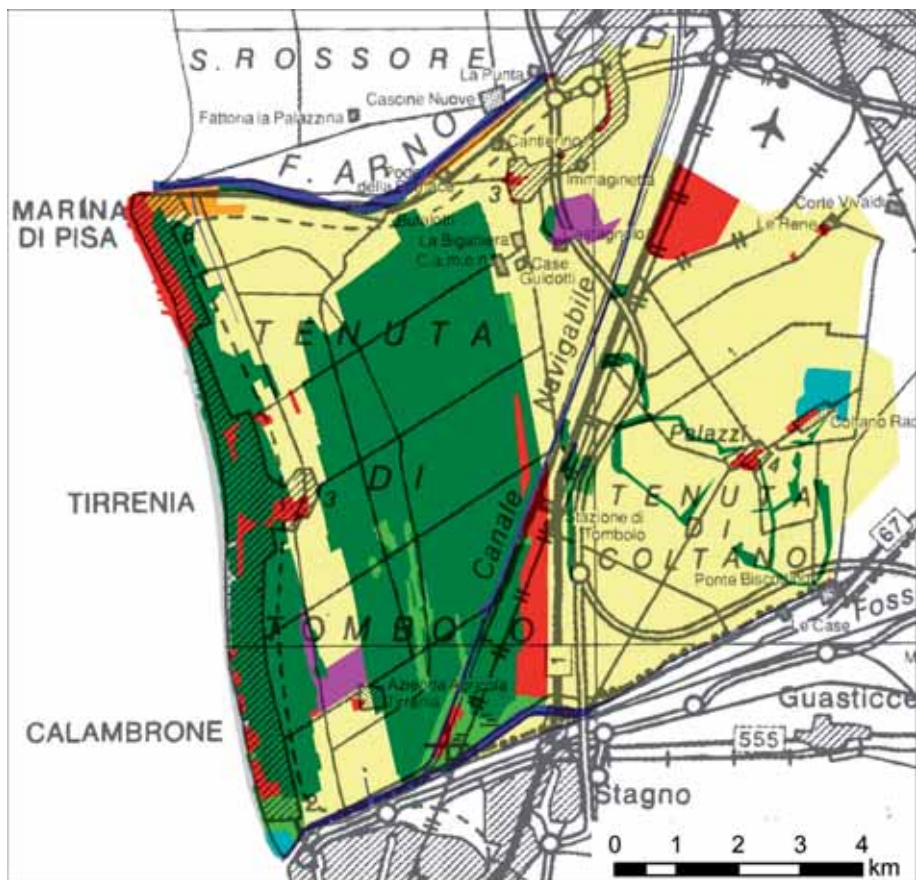
 Seminativi nudi	 Boschi	 Aree fabbricate e annessi
 Seminativi arborati	 Pasture	 Viabilità
 Colture legnose	 Incolti sterili	 Argini
 Colture orticole	 Zone umide	 Aree non classificate
 Prati	 Corpi idrici	

Tav. 3. L'uso del suolo nella prima metà dell'Ottocento. Carta tematica (fonte: Catasto Generale della Toscana, 1825 circa).

Uso del suolo	Superficie (ettari)	Superficie (%)
Seminativi nudi	1242,06	12,7
Seminativi arborati	611,99	6,2
Colture legnose specializzate		
Colture orticole	8,19	0,1
Prati	571,92	5,8
Boschi	2845,34	29,0
Pasture	884,76	9,0
Incolti sterili	270,40	2,8
Zone umide	2989,75	30,5
Corpi idrici	236,65	2,4
Aree fabbricate e annessi	24,84	0,3
Viabilità	105,49	1,1
Argini	18,55	0,2
Aree non classificate		
Totale	9809,93	100,0



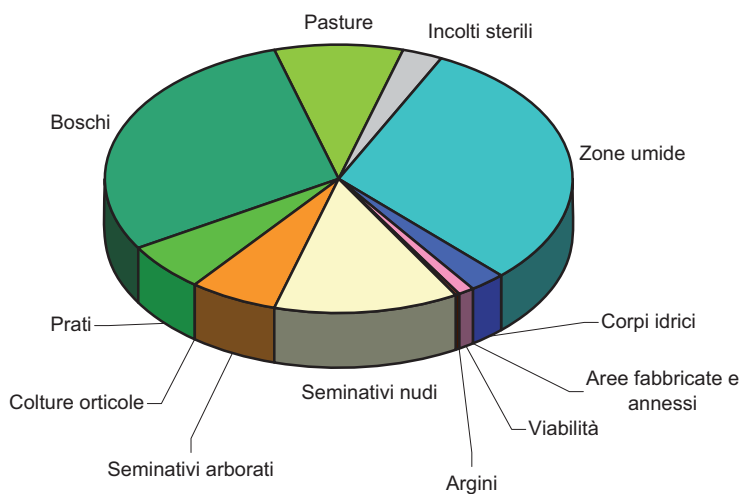
Tav. 4. L'uso del suolo nella prima metà dell'Ottocento. Dati riassuntivi (fonte: Catasto Generale della Toscana, 1825 circa).



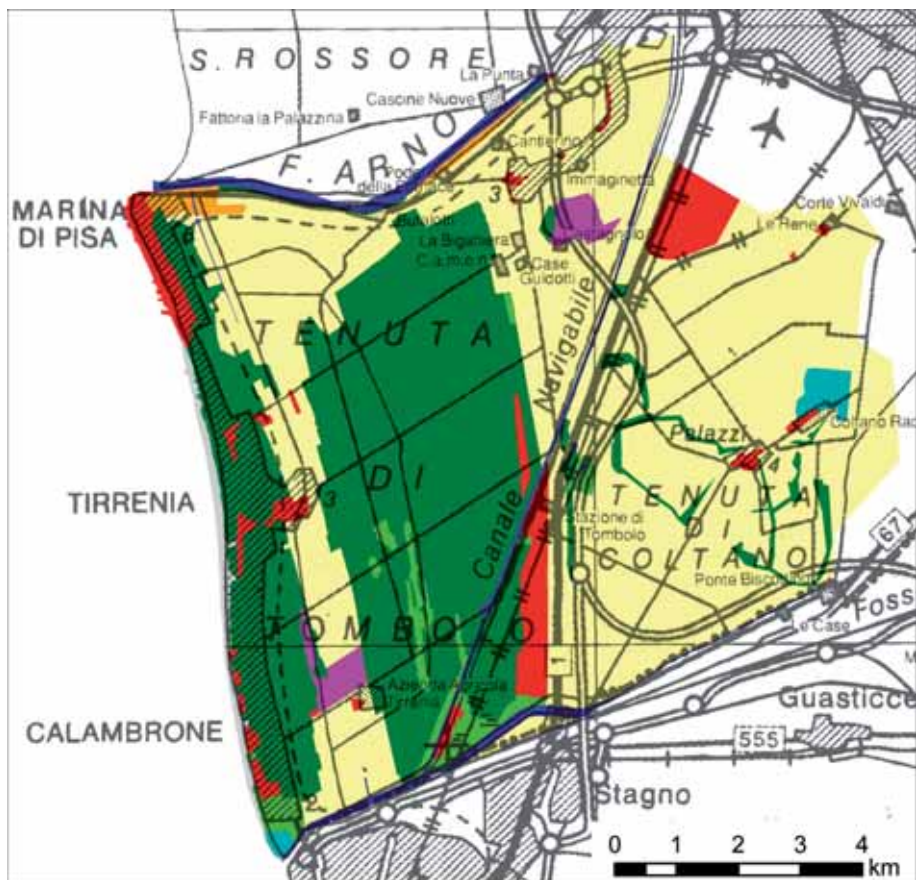
 Seminativi nudi	 Boschi	 Aree fabbricate e annessi
 Seminativi arborati	 Pasture	 Viabilità
 Colture legnose	 Incolti sterili	 Argini
 Colture orticole	 Zone umide	 Aree non classificate
 Prati	 Corpi idrici	

Tav. 5. L'uso del suolo alla metà degli anni Cinquanta. Carta tematica (fonte: IGM, volo GAI, 1954).

Uso del suolo	Superficie (ettari)	Superficie (%)
Seminativi nudi	1242,06	12,7
Seminativi arborati	611,99	6,2
Colture legnose specializzate		
Colture orticole	8,19	0,1
Prati	571,92	5,8
Boschi	2845,34	29,0
Pasture	884,76	9,0
Incolti sterili	270,40	2,8
Zone umide	2989,75	30,5
Corpi idrici	236,65	2,4
Aree fabbricate e annessi	24,84	0,3
Viabilità	105,49	1,1
Argini	18,55	0,2
Aree non classificate		
Totale	9809,93	100,0

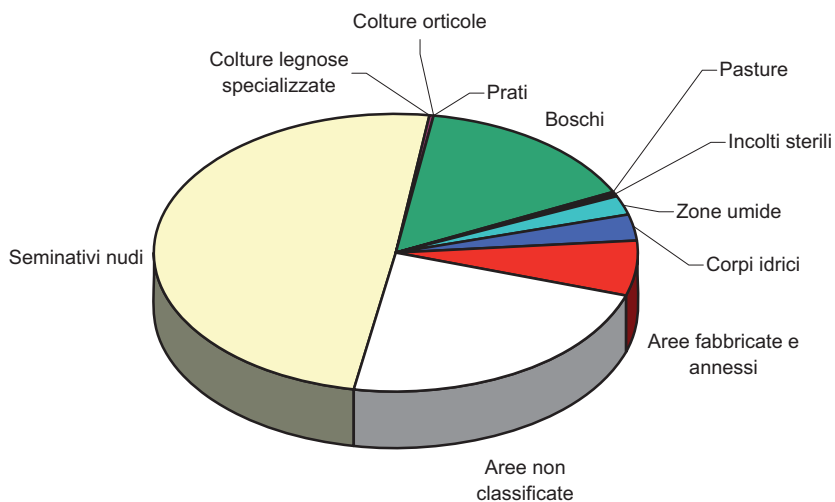


Tav. 6. L'uso del suolo alla metà degli anni Cinquanta. Dati riassuntivi (fonte: IGM, volo GAI, 1954).

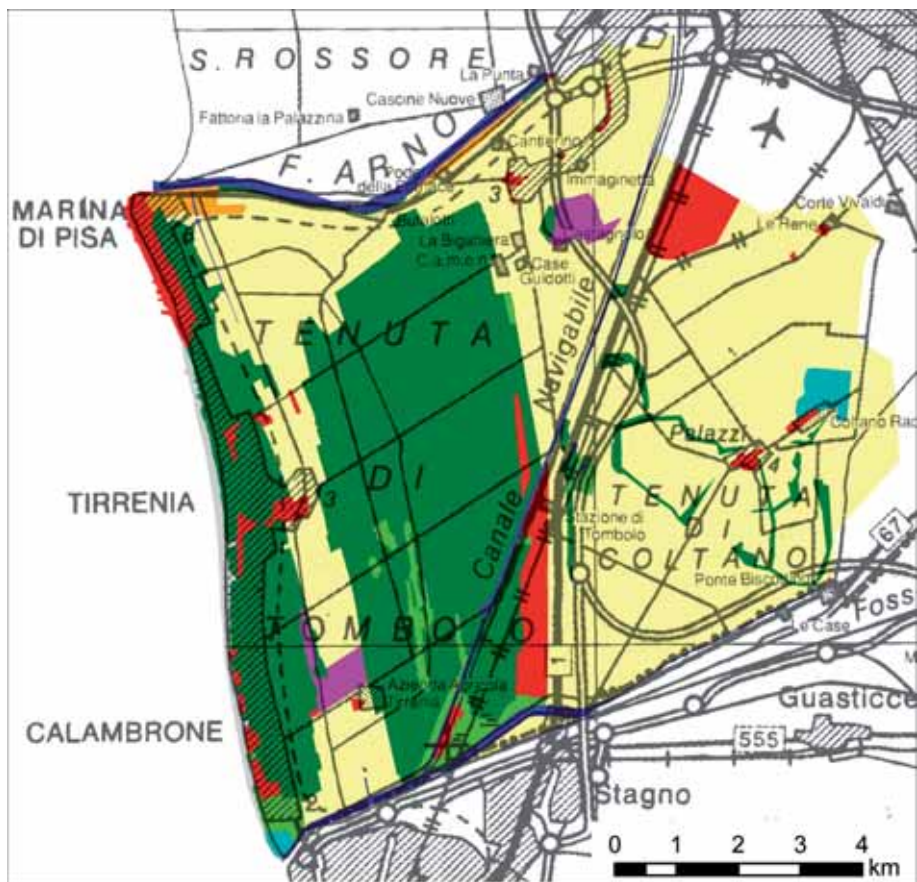


Tav. 7. L'uso del suolo alla fine degli anni Settanta. Carta tematica (fonte: REGIONE TOSCANA, Carta dell'uso del suolo, 1978).

Uso del suolo	Superficie (ettari)	Superficie (%)
Seminativi nudi	4935,71	49,4
Seminativi arborati		
Colture legnose specializzate	28,21	0,3
Colture orticole	2,31	0,0
Prati	1,14	0,0
Boschi	1536,49	15,4
Pasture	10,69	0,1
Incolti sterili	41,93	0,4
Zone umide	213,30	2,1
Corpi idrici	306,01	3,1
Aree fabbricate e annessi	643,89	6,4
Viabilità		
Argini		
Aree non classificate	2277,54	22,8
Totale	9997,23	100,0

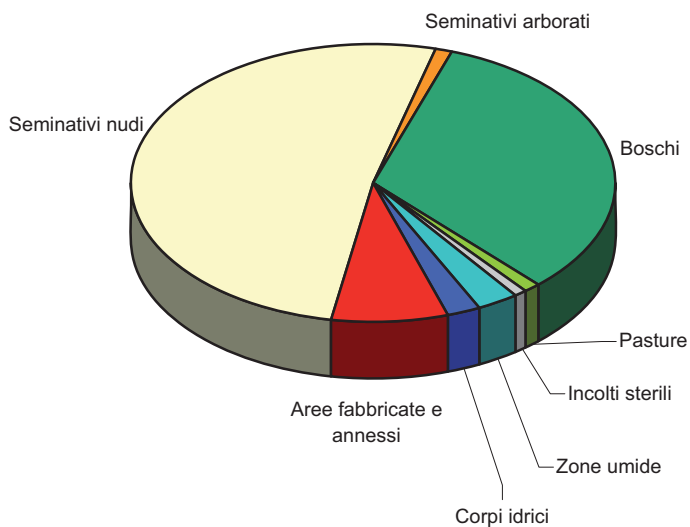


Tav. 8. L'uso del suolo alla fine degli anni Settanta. Dati riassuntivi (fonte: REGIONE TOSCANA, Carta dell'uso del suolo, 1978).

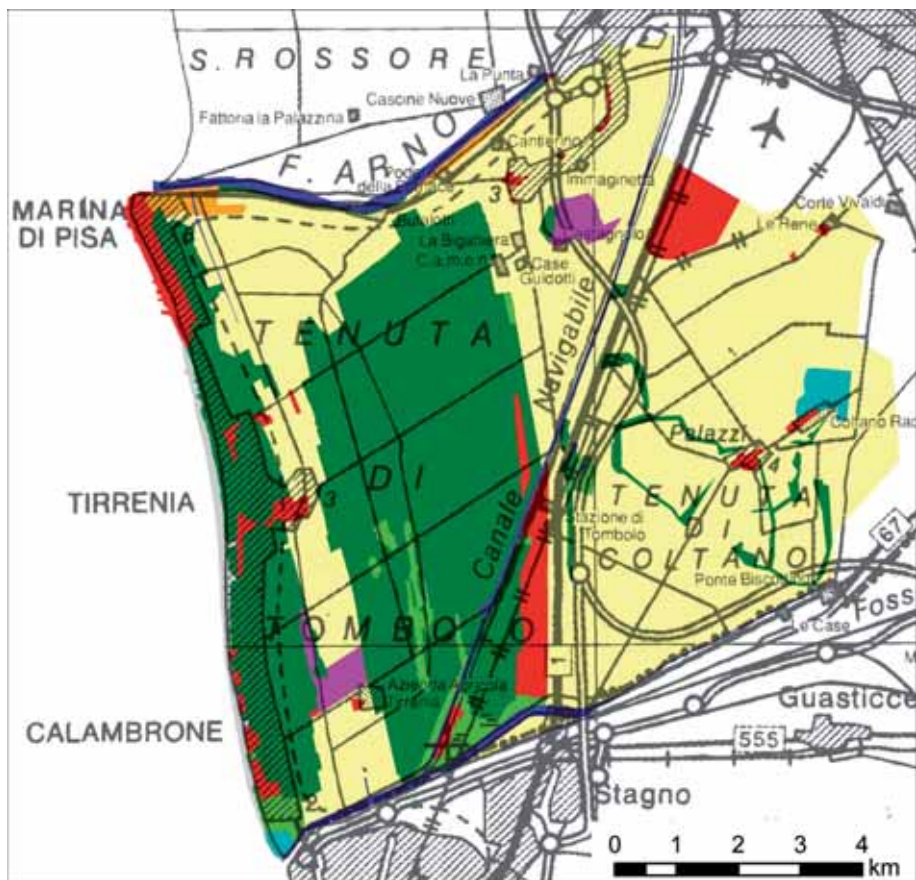


Tav. 9. L'uso del suolo negli anni Novanta. Carta tematica (fonte: AIMA, ortofoto, 1996).

Uso del suolo	Superficie (ettari)	Superficie (%)
Seminativi nudi	5123,57	51,3
Seminativi arborati	122,25	1,2
Colture legnose specializzate		
Colture orticole		
Prati		
Boschi	3283,77	32,9
Pasture	112,45	1,1
Incolti sterili	73,20	0,7
Zone umide	270,90	2,7
Corpi idrici	230,76	2,3
Aree fabbricate e annessi	772,14	7,7
Viabilità		
Argini		
Aree non classificate		
Totale	9989,03	100,0



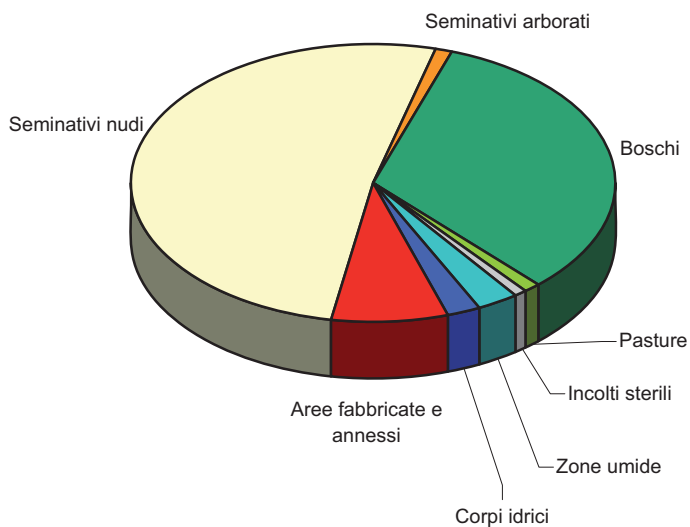
Tav. 10. L'uso del suolo negli anni Novanta. Dati riassuntivi (fonte: AIMA, ortofoto, 1996).



	Seminativi nudi		Boschi		Aree fabbricate e annessi
	Seminativi arborati		Pasture		Viabilità
	Colture legnose		Incolti sterili		Argini
	Colture orticole		Zone umide		Aree non classificate
	Prati		Corpi idrici		

Tav. 11. L'uso del suolo all'inizio degli anni Duemila. Carta tematica (fonte: EEA, CORINE Land Cover, 2006).

Uso del suolo	Superficie (ettari)	Superficie (%)
Seminativi nudi	5123,57	51,3
Seminativi arborati	122,25	1,2
Colture legnose specializzate		
Colture orticole		
Prati		
Boschi	3283,77	32,9
Pasture	112,45	1,1
Incolti sterili	73,20	0,7
Zone umide	270,90	2,7
Corpi idrici	230,76	2,3
Aree fabbricate e annessi	772,14	7,7
Viabilità		
Argini		
Aree non classificate		
Totale	9989,03	100,0



Tav. 12. L'uso del suolo all'inizio degli anni Duemila. Dati riassuntivi (fonte: EEA, CORINE Land Cover, 2006).

*La base cartografica delle tavole 3, 5, 7, 9, 11 è
REGIONE TOSCANA, Carta generale del territorio, scala 1:250.000.*

FIGURE

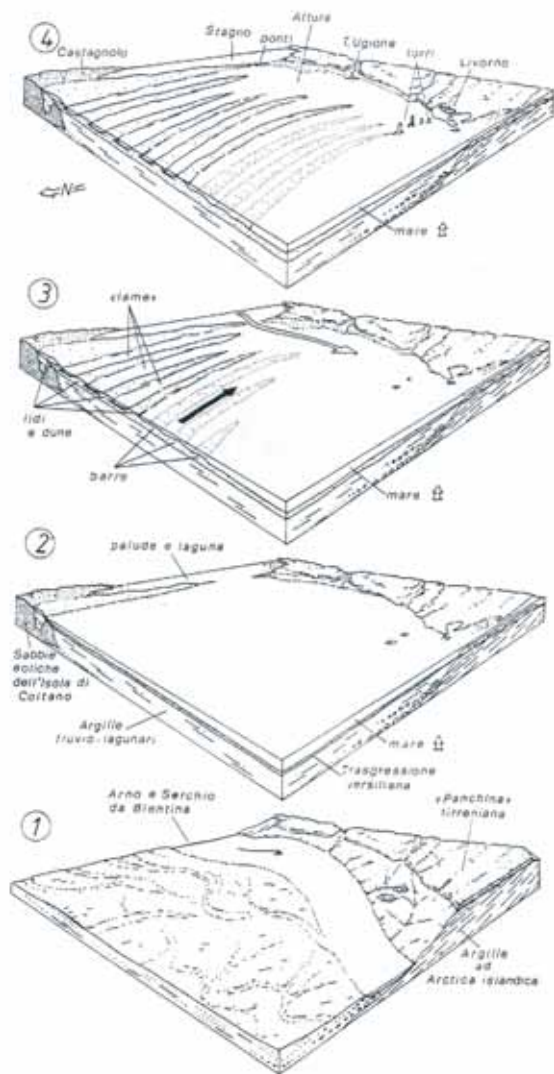


Fig. 1. Stereogrammi raffiguranti le tappe fondamentali dello sviluppo geomorfologico dell'area di Porto Pisano. 1 – Situazione nel Würm II; 2 – Massima estensione della Trasgressione Versiliana; 3 – Sviluppo dei “tomoli” e delle “lame”; 4 – Situazione nel XIII secolo (MAZZANTI-PASQUINUCCI-SALGHETTI DRIOLI, 1984).

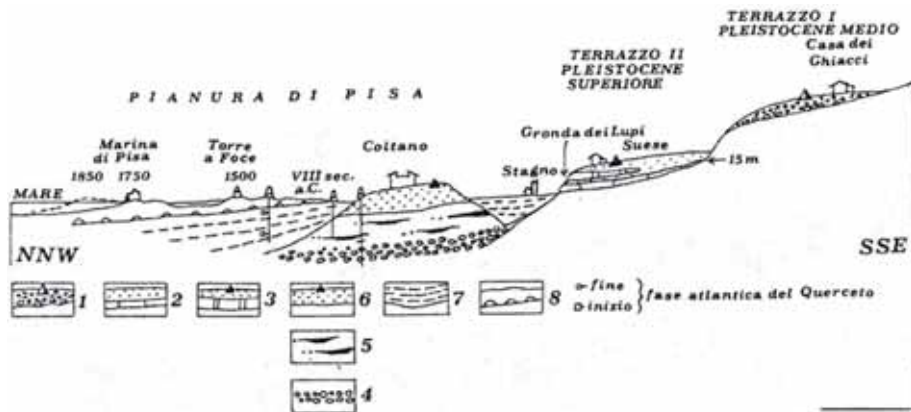


Fig. 2. Sezione geologica dalle Colline Livornesi a Marina di Pisa. 1 – Conglomerati di Casa Poggio ai Lecci (Pleistocene medio); 2 – Calcareni del primo ciclo del Tirreniano e sabbie continentali del Wurm I; 3 – Calcareni del secondo ciclo del Tirreniano e sabbie continentali con industria musteriiana (Wurm II); 4 – Conglomerati dell'inizio dell'ultima glaciazione; 5 – Argille, limi e torbe continentali; 6 – Sabbie eoliche di Vicarello e dell'Isola di Coltano; 7 – Limi fluvio-palustri olocenici; 8 – Sedimenti marini e di spiaggia della Trasgressione Versiliana (FEDERICI-MAZZANTI, 1995).



Fig. 3. Stereogramma rappresentativo della situazione paleogeografica della pianura di Pisa nella fase di culminazione del Wurm III (MAZZANTI, 1997).



Fig. 4. La spiaggia attuale a Calambrone (foto: Sailko, licenza CC SA-BY).



Fig. 5. Una veduta di Bocca d'Arno verso San Rossore.



Fig. 6. La Fossa Chiara nei pressi del ponte del Biscottino.



Fig. 7. Il vecchio Fosso dei Navicelli nei pressi di Tombolo.



Fig. 8. L'aspetto attuale dell'antico padule di Stagno.



Fig. 9. L'incrocio tra due canali, il paesaggio tipico della bonifica nella zona di Stagno.



Fig. 10. La distesa dei campi nudi nel tipico paesaggio della bonifica (Stagno).



Fig. 11. La zona del Galanchio dopo la bonifica degli anni Venti del Novecento.



Fig. 12. L'abside della basilica di San Piero a Grado (foto: Manfred Heyde, licenza CC BY).



Fig. 13. La casa colonica della Torretta con le tracce della preesistente "Torre a Foce" cinquecentesca.



Fig. 14. Il 'Palazzo' medico di Coltano (foto: Sailko, licenza CC BY-SA).



Fig. 15. Bonifica di Stagno. Sullo sfondo il 'rilievo' di Coltano con i caratteristici boschetti ("ragnaie").



Fig. 16. Il lungomare di Marina di Pisa con la barriera di scogli artificiali a difesa dell'abitato (foto: Piergiuliano Chesi, licenza CC SA).



Fig. 17. Tirrenia in una cartolina degli anni Cinquanta (Piazza Belvedere e Bagno Imperiale).



Fig. 18. La Colonia Regina Elena di Calambrone, 1932 (foto: Sailko, licenza CC SA-BY).

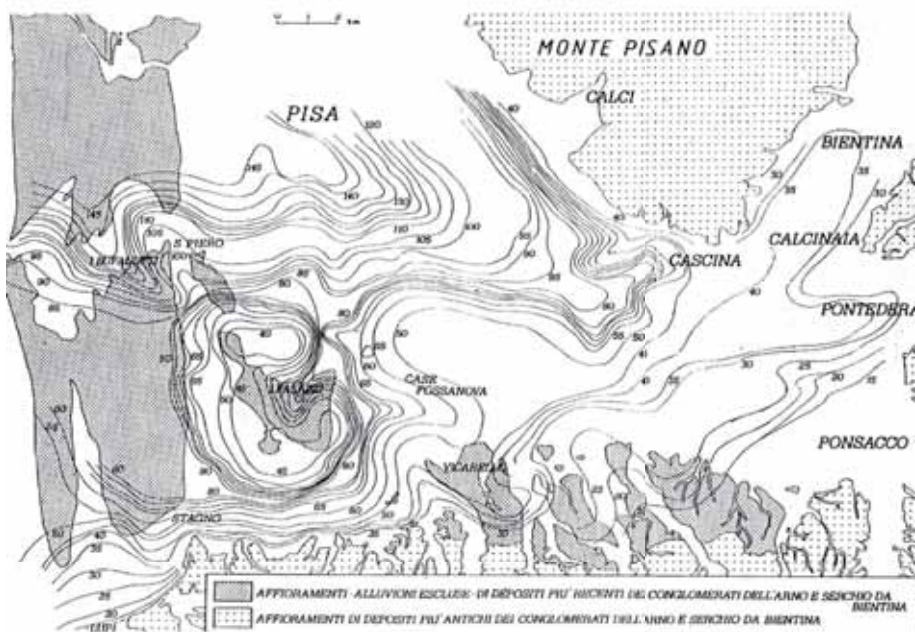


Fig. 19. Carta delle isobate del letto dei Conglomerati dell'Arno e Serchio da Bientina (FANELLI ET AL., 1986).



Fig. 20. La zona di Marina di Pisa nel 2007 (AGEA, ortofoto, 2007).



Fig. 21. La zona di Coltano e della bonifica del padule di Stagno nel 2007 (AGEA, ortofoto, 2007).

Stampato in Italia nel mese di ottobre 2012
per conto di Phasar Edizioni