

SOCIETÀ DI STUDI ROMAGNOLI

ALBERTO ANTONIAZZI

L'INTERVENTO ANTROPICO  
NELLE ULTIME FASI  
DELL'EVOLUZIONE GEOMORFOLOGICA  
DELLA ROMAGNA

Estratto da «STUDI ROMAGNOLI» LXI (2010)

Stilgraf - Cesena - 2011

ALBERTO ANTONIAZZI

L'INTERVENTO ANTROPICO  
NELLE ULTIME FASI  
DELL'EVOLUZIONE GEOMORFOLOGICA  
DELLA ROMAGNA

*Il territorio romagnolo*

La parola Romagna evoca suggestive immagini di erte catene montuose ricche di boschi, di ridenti paesi di fondovalle, di dolci rilievi collinari solcati da pigri corsi d'acqua, di città ricche di storia e di tradizioni, di ampie ed ubertose pianure, di spiagge estive gremite di ombrelloni e di bagnanti. Tutti luoghi di un territorio, esteso dal crinale appenninico al mare e dal Sillaro-Reno allo spartiacque tra il Marecchia, Conca, Tavollo e Foglia, i cui abitanti si sentono accomunati da somiglianze dialettali, da peculiari tradizioni, da particolari vicissitudini storiche e da analogie nel temperamento, nei gusti, nei costumi, nel modo di reagire e, perché no!, nella trascorsa turbolenza. Già Dante ricordava a Guido da Montefeltro:

Romagna tua non è, e non fu mai,  
senza guerre ne' cuor de' suoi tiranni <sup>1</sup>.

Questo senso di identità collettiva e territoriale, peraltro riconosciuto anche dai non romagnoli, trova ulteriore riscontro, come ha fatto rileva-

<sup>1</sup> DANTE ALIGHIERI, *Inferno*, XXVII, 37-38.

re Pietro Zangheri <sup>2</sup>, tanto nella specificità oroidrografica e geologica della Romagna, quanto nelle caratteristiche floristiche che danno

alla nostra regione una fisionomia transazionale che le conferisce una caratteristica regionale niente affatto trascurabile e non paragonabile, almeno in così distinta misura, ad altre regioni del versante adriatico <sup>3</sup>.

Pertanto, benché sia difficile individuare nella nostra penisola netti e indiscutibili confini regionali <sup>4</sup> con riferimento a singoli aspetti etnici, storici, folcloristici ecc., tali limiti diventano, invece, riconoscibili se si accettano realtà geografiche e antropiche configurate dal concorso di un insieme di elementi diversi, sia pure nelle zone marginali a volte singolarmente sfumanti senza nettissime cesure. In proposito Pietro Zangheri <sup>5</sup> ha fatto anche rilevare come Umberto Toschi,

pur affermando che l'Emilia è una dal Po a Cattolica, dall'Adriatico all'Appennino, riconosca che «in essa, dentro essa, si distingue per propri caratteri storici, etnici e ambientali, più nettamente delle altre, una parte che si chiama ed è la Romagna» <sup>6</sup>.

Il presente scritto riguarda, pertanto, la Romagna di Emilio Rosetti: un quadrilatero di circa 6.400 chilometri quadrati, esteso dallo spartiacque appenninico, tra Monte Bastione (1.190 m), vicino a Pian del Voglio, e Monte Maggiore (1.384 m) nell'Alpe della Luna, alla costa adriatica tra la foce del Reno ed il promontorio di Focara nelle Marche. Un territorio il cui rilievo, culminante nei 1.654 metri del Monte Falterona, è parte integrante dell'Appennino Settentrionale <sup>7</sup> e la cui pianura costituisce il margine sud orientale della Pianura padana, considerato, dal punto di vista idrologico, Pianura romagnola in quanto i suoi fiumi recano un autonomo tributo all'Adriatico.

<sup>2</sup> P. ZANGHERI, *Montagne e vallate di Romagna*, «Divagazioni naturalistiche romagnole» (ristampa di tredici articoli su «La Piè» tra il 1946 e il 1953), Forlì 1963, pp. 1-5; ID., *La Romagna in alcuni suoi aspetti naturali regionali*, estratto dal decimo Quaderno, edito dalla Rubiconia Accademia dei Filopatridi, Savignano sul Rubicone, 1970, pp. 1-10.

<sup>3</sup> ID., *La Romagna in alcuni suoi aspetti naturali regionali*, cit., p. 8.

<sup>4</sup> R. BALZANI, *La Romagna*, Bologna, Il Mulino, 2001.

<sup>5</sup> ZANGHERI, *La Romagna in alcuni suoi aspetti naturali regionali*, cit., p. 5.

<sup>6</sup> U. TOSCHI, *Emilia-Romagna*, Torino, UTET, 1961, p. 9.

<sup>7</sup> Dal punto di vista geologico l'Appennino settentrionale si estende dal genovese fino alla «linea Ancona-Anzio»: una faglia regionale che lo separa nettamente dall'Appennino centro-meridionale.

Per inquadrare correttamente le conseguenze dell'attività antropica sulla morfologia della Romagna è necessario soffermarsi preliminarmente sia sull'origine geologica delle sue rocce, sia sul complesso processo naturale, in gran parte ancora in atto, al quale deve l'aspetto attuale.

#### *Aspetti e dinamismi geologici*

Viviamo immersi in un paesaggio. Attorno a noi stanno le realizzazioni della natura e le creazioni umane. Lo sguardo può spaziare da una cima montana oppure essere limitato dalla cortina degli edifici cittadini. Nel primo caso si osserva il predominio della natura con la chiostra dei monti, le ridenti vallate, il verde dei boschi e dei pascoli, mentre la presenza antropica è limitata ai fondovalle, alle strade, ai sentieri, agli sporadici rifugi alpestri. Nel secondo caso s'impone, invece, l'opera dell'uomo, sebbene, tra strade, case e fabbriche, la natura faccia poi capolino nell'andamento del terreno, nel rigoglio dei giardini, nel volo degli uccelli. In Romagna, terra di antico popolamento antropico, sono praticamente assenti luoghi privi di una trascorsa o attuale impronta umana.

I paesaggi possono essere contemplati per goderne la mutevole bellezza al variare dell'ora e delle stagioni, oppure, senza rinnegare il piacere estetico, per riconoscerne il risultato di una complessa interazione dei dinamismi della litosfera, dell'idrosfera, dell'atmosfera, della biosfera, ciascuno dei quali operante con diversa intensità a seconda dei luoghi e delle circostanze. Ai paesaggi si addice il *panta rei* eracleo: in essi tutto diviene, tutto muta, ma con modalità e tempi diversi. Alcuni cambiamenti sono immediatamente percepibili, come il moto degli uomini, degli animali e dei veicoli, altri possono essere riconosciuti facendo ricorso alla memoria, come l'espansione di una città industriale oppure l'incremento turistico di una costa o di una plaga montana, altri infine sono tanto lenti da essere quasi impercettibili, come i processi erosivi, di trasporto e di sedimentazione sempre in atto nel territorio. Anche le forme più imponenti ed apparentemente immutabili della superficie terrestre sono, pertanto, in continuo divenire e derivano dal vario comporsi delle forze costruttrici e distruttrici del rilievo.

La massa di una catena montuosa, ad esempio, dipende essenzialmente dalle forze, che ne hanno plasmato, corrugato, sovrapposto ed innalzato le rocce, mentre il suo modellamento superficiale è dovuto all'azione dei dinamismi dell'atmosfera, dell'idrosfera e della biosfera,

inclusa, quando presente, l'attività umana. In una pianura alluvionale è, invece, di fondamentale importanza l'azione delle forze esogene, alle quali è dovuta la sedimentazione di detriti strappati ai rilievi e trasportati a valle dalle acque. Tutto ciò richiede tempi diversi. Il costituirsi della massa litologica impone tempi geologici, normalmente misurabili in milioni di anni. Il modellamento della superficie è normalmente valutabile in decine di migliaia di anni. L'intervento antropico è invece significativo in tempi protostorici e storici, scandibili in centinaia di anni.

L'aspetto attuale della Romagna dipende essenzialmente dai tipi litologici presenti, dalla loro diversa erodibilità, dal loro andamento stratigrafico, dalla loro reciproca posizione, dal loro grado di fratturazione e di fagliatura: tutti elementi atti ad indirizzare i processi erosivi e sedimentari e quindi l'evoluzione della superficie<sup>8</sup>. Per questo, benché gran parte delle sue rocce si siano formate in situazioni assai diverse dalle attuali, conoscerne l'origine e le motivazioni della loro attuale distribuzione, consente di comprendere odierne situazioni morfologiche ed ambientali altrimenti immotivate.

Le masse litologiche, affioranti nel territorio romagnolo, sono geologicamente recenti, essendosi formate localmente o essendovi pervenute dall'esterno dal Miocene inferiore in poi ossia negli ultimi 20 milioni di anni. L'Appennino settentrionale, di cui la Romagna è parte integrante anche sotto i depositi recenti della pianura<sup>9</sup>, è infatti dovuto all'accumulo di falde ossia di enormi masse rocciose, spostate dall'orogenesi verso l'attuale Pianura Padana e variamente sovrapposte durante il movimento. Così nell'Appennino settentrionale, rocce del Dominio ligure (falda ligure o Liguridi), formatesi nello scomparso Oceano ligure-piemontese, sovrastano masse litologiche della falda toscana (Toscanidi), costitutesi nell'omonimo Dominio. In Romagna, elementi di entrambe queste falde, poggiano sulle più recenti masse litologiche locali (Dominio umbro-romagnolo), a loro volta spesso disgiunte e reciprocamente sovrascorse.

Questo processo orogenetico è stato determinato dall'accostamento e dall'urto tra la Placca europea (Blocco iberico, incorporante anche la

<sup>8</sup> Va però tenuto presente che vi possono essere anche casi in cui forme del rilievo sono indipendenti dalla struttura geologica come nel caso delle superfici di spianamento, che hanno troncato tipi litologici e strutture tettoniche affiancate di vario tipo.

<sup>9</sup> Dal punto di vista geomorfologico, il rilievo appenninico e la pianura romagnola sono due realtà nettamente distinte. Per quanto concerne la geologia, la Romagna costituisce, invece, il margine esterno dell'Appennino settentrionale in quanto il fronte della catena appenninica si estende nel sottosuolo della pianura fino al Po.

Corsica e la Sardegna) e la Placca africana (in particolare dell'Adria, probabilmente un promontorio africano). Durante la convergenza gran parte della crosta magmatica dell'Oceano ligure-piemontese è sprofondata sotto il blocco iberico ed è stata assorbita dal mantello terrestre, mentre i sedimenti marini, che la sovrastavano, e una parte del loro imbasamento (falda ligure), sono finiti sul margine avanzante dell'Adria. Dopo la chiusura dell'Oceano ligure-piemontese, verificatasi nell'Eocene superiore<sup>10</sup> (circa 37 milioni di anni fa), l'estremità occidentale dell'Adria è penetrata sotto il Blocco iberico. Così la catena montuosa degli Appennini ha iniziato la sua formazione tra l'Oligocene superiore e il Miocene inferiore (tra 30 e 16 milioni di anni fa)<sup>11</sup>.

Nel margine ove l'Adria s'insinuava sotto la placca europea, si è costituito un profondo bacino marino (avanfossa), caratterizzato dal lento, ma progressivo, sprofondamento dei fondali, su cui si sono depositate tipiche successioni sedimentarie flyschoidi (torbiditi)<sup>12</sup>, che possono raggiungere spessori di migliaia di metri. Poi, mentre procedeva la subduzione della Placca africana all'Iberia,

l'avanfossa torbiditica, prospiciente il fronte di accavallamento orogenico, migrava verso E dal bacino del Macigno a quello delle Arenarie di M. Cervarola, alla Marnoso-arenacea, ai sedimenti sepolti nella fascia padano-pedeappenninica, fino all'attuale fossa adriatica<sup>13</sup>.

Così lo spostamento verso oriente del sistema, costituito dal rilievo montuoso in formazione e dalla sua avanfossa, ha dato luogo ad una suc-

<sup>10</sup> B. TREVES, *Inquadramento geodinamico*, «Guide geologiche regionali. Appennino tosco-emiliano», Roma, Società Geologica Italiana, 1992, p. 84.

<sup>11</sup> A. BOSELLINI, *Storia geologica d'Italia. Gli ultimi 200 milioni di anni*, Bologna, Zanichelli, 2005, p. 60.

<sup>12</sup> Le torbiditi sono sedimenti clastici (terrigeni o carbonatici) dovuti soprattutto a fenomeni discontinui nel tempo, che si verificano ogni qual volta, a causa di un eccesso di accumulo oppure in seguito a scosse sismiche, i materiali incoerenti sedimentati sulla piattaforma continentale diventano instabili e passano in sospensione nelle acque marine. Nasce così una corrente torbida più densa delle acque circostanti, che, dopo essere scesa lungo la scarpata continentale, può espandersi su vaste superfici dei fondi marini in debole pendenza. Cessato il movimento, la sospensione decanta e sul substrato si depositano dapprima le sabbie, poi i limi e, infine, le argille, dando origine a caratteristici strati gradati, nei quali tendono a presentarsi dal basso verso l'alto granuli sempre più sottili. Poi, nei lunghi intervalli di tempo intercorrenti tra l'arrivo di una corrente torbida e di quella successiva, continuava il lentissimo deposito di fanghi di mare profondo spesso ricchi di minuti organismi planctonici (foraminiferi, ecc.).

<sup>13</sup> TREVES, *Inquadramento geodinamico*, cit., p. 84.

cessione di bacini marini subsidenti, in cui si sedimentavano masse rocciose sempre più giovani, mentre, alle loro spalle, si sviluppavano e procedevano nella stessa direzione gli accavallamenti e le deformazioni compressive orogenetiche, che di volta in volta coinvolgevano, oltre alle Liguridi, anche rocce di più recente formazione nel Dominio toscano (Falda toscana).

In Romagna, come si può osservare nella carta geologica schematica (fig. 1), dominano le rocce autoctone del Dominio umbro-romagnolo, ma sono presenti anche masse litologiche provenienti tanto dal Dominio toscano (falda toscana), quanto dai Domini ligure, subligure ed epiligure (Liguridi s.l.)<sup>14</sup>. Le più antiche rocce umbro-romagnole appartengono alla Formazione Marnoso-arenacea: un potente deposito torbiditico che ha riempito un bacino di avanfossa sviluppatosi nel Miocene inferiore e medio, vale a dire da 20 a 6 milioni di anni fa, i cui affioramenti sono attualmente evidenti soprattutto nelle plaghe montane e alto collinari, ma anche in prossimità della pianura nel cesenate. In questo antico mare nuotavano cetacei, pescecani e molti altri pesci, galleggiavano nautiloidi ed organismi batiali procedevano sui molli fanghi del fondo.

Nell'Appennino romagnolo, a valle dell'affioramento della Formazione Marnoso-arenacea, figurano poi sedimenti del Miocene superiore (6,5-5 milioni di anni), tra i quali assai caratteristici sono i depositi dovuti all'evaporazione di acque salate. Si tratta, in particolare, della Formazione Gessoso-solfifera con le caratteristiche masse gessose e con le mineralizzazioni solfuree, sfruttate nella zona di Formignano-Polenta fino agli anni '60 del secolo scorso<sup>15</sup>. Successivamente, in una situazione ambien-

<sup>14</sup> Le Liguridi s. l. comprendono le unità alloctone sedimentate sulla crosta oceanica e di transizione dell'ex Oceano ligure-piemontese tra il Giurassico e l'Eocene medio (Dominio ligure), quelle depositate sulla crosta continentale dell'Adria tra il Cretaceo superiore e il Miocene inferiore (Dominio subligure) ed infine quelle accumulate in discordanza sulle unità liguri e subliguri (Dominio epiligure), durante la loro migrazione verso oriente, terminata verso la fine del Pliocene inferiore.

<sup>15</sup> Sedimenti messiniani di questo tipo sono diffusi non solo lungo i margini del Mediterraneo (Spagna, Italia, Grecia, Cipro, Africa), ma anche nelle parti più profonde di questo mare, come hanno rivelato le perforazioni sottomarine. Questo perché, «all'incirca 6,4-6,5 milioni di anni fa, l'area di Gibilterra venne "chiusa", molto probabilmente per movimenti tettonici (faglie, sollevamenti) legati alla collisione Africa-Europa, e i vari bacini del Mediterraneo restarono isolati, finendo poi per essiccarsi» (BOSELLINI, *Storia geologica d'Italia. Gli ultimi 200 milioni di anni*, cit., p. 66). Anche attualmente il bilancio idrologico del Mediterraneo è passivo in quanto l'acqua sottratta ad esso dall'evaporazione è maggiore dell'apporto idrico proveniente dalle terre emerse circostanti.

tale ove gli apporti clastici più grossolani «mostrano il saltuario instaurarsi di condizioni fluviali, deltizie e di spiaggia o di delta-conoide»<sup>16</sup>, si sono depositati i sedimenti fini con intercalazioni sabbiose e ghiaiose della Formazione a Colombacci<sup>17</sup>. Questo evidenzia che il paesaggio, contraddistinto da terre emerse e da laghi oligoalini, diffuso alla fine del Miocene su vaste aree italiane<sup>18</sup>, riguardava anche il territorio romagnolo. Infatti, non solo l'alto Appennino era totalmente emerso<sup>19</sup>, ma anche la zona collinare era solcata da corsi d'acqua, che hanno dato origine ai depositi deltizi di Cusercoli e di Predappio<sup>20</sup>. Allora sulle terre emerse romagnole verdeggiava una ricca flora, adatta a condizioni climatiche simili a quelle attuali del meridione della Sicilia<sup>21</sup>, e prosperavano antichi cavalli, carnivori, insettivori, scimmie, uccelli e rettili<sup>22</sup>.

Una volta ristabilitesi le comunicazioni con l'Atlantico, nel Mediterraneo e nei territori adiacenti, il mare si è nuovamente esteso sulle terre emerse e sui laghi del Miocene superiore. Nei suoi fondali, ricchi di molluschi e di altri organismi marini<sup>23</sup>, si posavano sedimenti prevalentemente

<sup>16</sup> G. CREMONINI, *Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 254 Modigliana*, Roma, Servizio Geologico d'Italia, 2001, p. 65.

<sup>17</sup> Questa formazione deve il nome alla presenza di sottili e sporadici livelletti di calcari bianchi di deposito chimico, detti colombacci.

<sup>18</sup> G. RUGGIERI, *Pliocene marino*, «Geologia d'Italia» a cura di A. DESIO, Torino, UTET, pp. 638-642.

<sup>19</sup> G. MERLA, V. BORTOLOTTI, *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. Foglio 107 M. Falterona*, Napoli, Servizio Geologico d'Italia, p. 37.

<sup>20</sup> E. RABBI, F. RICCI LUCCHI, *Stratigrafia e sedimentologia del Messiniano forlivese (dintorni di Predappio)*, «Giornale di Geologia», s. 2, 34, pp. 595-624.

<sup>21</sup> ZANGHERI, *La Provincia di Forlì nei suoi aspetti naturali*, cit., pp. 163-164. A Polenta presso Bertinoro è stata riscontrata la presenza di una settantina di specie di piante, tra cui varie conifere, gnetacee, graminacee, cupulifere, betulacee, salicacee, aceracee, aquifoliacee, lauracee, rosacee, leguminose, ericacee ecc.

<sup>22</sup> G. P. COSTA, M. L. COLALONGO, C. DE GIULI, et al., *Latest messinian vertebrate fauna preserved in a palaeokarst-neptunian dyke setting (Brisighella, northern Apennines)*, «Le Grotte d'Italia», (4)XII, 1984-1985, pp. 221-235; S. MARABINI, G. B. VAI, *Geology of the Monticino Quarry, Brisighella, Italy. Stratigraphic implications of its late Messinian mammal fauna*, «Bollettino della Società Paleontologica Italiana», 28 (2-3), Modena 1989, pp. 369-382.

<sup>23</sup> G. RUGGIERI, *La serie marina pliocenica e quaternaria della Romagna*, Camera di Commercio, Forlì 1962, p. 80; L. SORBINI, *Il giacimento con vertebrati fossili del fiume Marecchia (Poggio Berni, Appennino romagnolo)*, «Guida alla geologia del margine appenninico padano», Bologna, Società Geologica Italiana, 1982, pp. 181-182. Tra i vertebrati fossili del Marecchia sono particolarmente abbondanti i pesci (oltre venti generi), alcuni dei quali tipici delle piattaforme costiere tropicali degli Oceani Indiano e Pacifico. Potrebbe trattarsi di un indizio della possibile apertura di una comunicazione tra il Mediterraneo e l'Oceano Indiano nel Pliocene inferiore.

argillosi o sabbiosi a seconda dei luoghi e delle profondità. Così, circa 5 milioni di anni fa, è iniziato il deposito delle Argille Azzurre plio-pleistoceniche<sup>24</sup>, attualmente affioranti in gran parte della bassa collina romagnola. Una sedimentazione però interrotta alla fine del Pliocene inferiore, circa 4 milioni di anni fa, dal sollevamento di numerosi dossi dal fondo del golfo padano, mentre l'Appennino si estendeva fino all'attuale corso del Po<sup>25</sup>. Allora il mare si è allontanato anche dalla bassa collina romagnola, ma questa emersione, considerando i tempi geologici, è stata di breve durata ed il mare è presto tornato ad avanzare sulle terre emerse, depositando, tra l'altro, il calcare organogeno o arenaceo (Spungone), del Pliocene inferiore-medio<sup>26</sup>, la cui origine è riconducibile ad una scogliera sottomarina ricca di vita. In seguito il mare è divenuto nuovamente profondo ed è ripresa la sedimentazione delle rocce argillose, proseguita poi fino al Pleistocene inferiore<sup>27</sup>, quando i flutti si sono ritirati ed una spiaggia sabbiosa, testimoniata dalle sabbie gialle<sup>28</sup>, si è allungata in corrispondenza delle attuali aree pedecollinari romagnole. Sulle vicine terre emerse cresceva una vegetazione arborea, appartenente ad una fase di deterioramento climatico, e su di esse, verso la fine del Pleistocene inferiore, oltre 800 mila anni fa, vivevano popolazioni paleolitiche<sup>29</sup> verosimilmente ascrivibili all'*Homo cepranensis*<sup>30</sup>.

<sup>24</sup> Nella loro serie prevalentemente argilloso-limosa o argilloso-marnosa si presentano però anche intercalazioni arenacee oppure torbiditiche.

<sup>25</sup> RUGGIERI, *Pliocene marino*, cit., pp. 638-642.

<sup>26</sup> G. CREMONINI, S. D'ONOFRI, F. FRANCAVILLA, et AL., *Lo "spungone" del Pliocene romagnolo*, «Guida alla geologia del Margine appenninico-padano», Bologna, Società Geologica Italiana, Bologna, pp. 171-176. Si tratta di un deposito esteso a fascia nella bassa collina da Brisighella a Capocolle, attraverso le alture di Castrocaro, di Rocca delle Caminate, di M. Pallareto, di M. Casale e di M. Maggio.

<sup>27</sup> In queste rocce l'inizio del Quaternario, riconoscibile solo su base paleontologica, è segnato dalla comparsa di fossili, come l'*Arctica islandica* tra i molluschi e l'*Hyalinae balthica* tra i foraminiferi, testimoniando il raffreddamento del Mediterraneo. A questo punto era ormai iniziata l'alternanza di fasi glaciali ed interglaciali, tipiche del clima quaternario.

<sup>28</sup> F. RICCI LUCCHI, M. L. COLALONGO, G. CREMONINI, et AL., *Evoluzione sedimentaria e paleogeografica nel margine appenninico*, Bologna, Società Geologica Italiana, 1982, pp. 17-46.

<sup>29</sup> A. ANTONIAZZI, G. PIANI, *Il sito di Monte Poggiolo nell'ambito delle conoscenze geologiche regionali*, in C. Peretto (a cura), *I primi abitanti della Valle Padana: Monte Poggiolo nel quadro delle conoscenze europee*, Milano, Jaca Book, 1992, pp. 237-254; ALBERTO ANTONIAZZI, ALDO ANTONIAZZI, E. CAVALLINI, et AL. (coordinatori), *Workshops 13 Ca' Belvedere di Monte Poggiolo: the first inhabitants in Emilia Romagna*, in «XIII International Congress of prehistoric and protohistoric sciences, Forlì (Italia) 8/14 september 1996», proceedings 6 Workshops, tome II, Forlì 1998, pp. 851-1.000.

<sup>30</sup> Questa nuova specie umana è stata stabilita in base ad un calotta cranica, rinvenuta nel 1994 nei pressi di Ceprano (Lazio) e risalente ad oltre 780.000 anni fa. In merito Henry De

Dall'area pedecollinare al mare si estende poi la pianura romagnola, dovuta alla sedimentazione dei materiali erosi nelle aree montane e trasportati a valle dai corsi d'acqua nell'ultima parte del Quaternario. Questa potente coltre alluvionale, che copre rocce più antiche, corrugate dall'orogenesi appenninica e sprofondate dalla subsidenza, in corrispondenza della piana costiera dà luogo «all'organizzazione ciclica di depositi marini e continentali, per uno spessore di alcune centinaia di metri»<sup>31</sup>.

Nel quadro geologico della Romagna, com'è già stato detto, hanno grande importanza anche i complessi litologici alloctoni della falda toscana e delle Liguridi s.l., sovrascorsi sulle rocce locali. Nel primo caso si tratta essenzialmente di torbiditi (Arenarie di Monte Falterona e di Monte Cervarola), depositatesi nel Dominio toscano, tra l'Oligocene superiore e il Miocene medio<sup>32</sup>, sugli Scisti varicolori paleogenici<sup>33</sup>, osservabili in corrispondenza dello spartiacque appenninico<sup>34</sup>. Verso la fine del Tortonianiano<sup>35</sup>, circa sei milioni e mezzo di anni fa, sono poi avanzate anche le Liguridi s. l., che, arricchite da nuovi sedimenti durante il lungo cammino subacqueo, attualmente figurano nelle valli del Marecchia e del Conca, nella fascia trasversale allungata dal Monte Fumaiolo a S. Sofia e nelle valli del Senio e del Sillaro. Ulteriori movimenti di questa falda si sono poi verificati, ad esempio nella valle del Marecchia, nel Messiniano basale e nel Pliocene inferiore<sup>36</sup>, cioè 4 o 3 milioni di anni fa. Le più antiche masse litologiche, presenti in questa falda, sono lembi di rocce magmatiche (Ofioliti), residuo dell'antica crosta dell'Oceano ligure, risalenti

Lumley afferma: «La sua morfologia è ben diversa da quella dell'*Homo georgicus*, che è vissuto circa 1,8 milioni di anni fa. Si avvicina a quell'*Homo erectus* africano ed eurasiatico. È prossima a quella degli anteneandertaliani d'Europa (*Homo heidelbergensis*). Per questo le è stato dato un nuovo nome di specie: *Homo cepranensis* in H. DE LUMLEY, *La Grande Histoire de premiers hommes européens*, Paris, Odile Jacob, 2007, p. 150.

<sup>31</sup> SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, *Note illustrative della carta geologica dei mari italiani alla scala 1:250.000*, Firenze, S.E.L.C.A., 2001, p. 26.

<sup>32</sup> Tra 27 e 15 milioni di anni fa.

<sup>33</sup> Risalenti a 65-27 milioni di anni fa.

<sup>34</sup> Il fronte di questa falda è evidenziato dagli Scisti Varicolori basali, che, durante il movimento, hanno svolto anche la funzione di "lubrificante tettonico".

<sup>35</sup> G. RUGGIERI, *Gli esotici neogenici della colata gravitativa della val Marecchia*, «Atti dell'Accademia di Scienze, Lettere e Arti di Palermo», 4, XVIII, p. 170.

<sup>36</sup> S. CONTI, *La geologia dell'alta val Marecchia (Appennino Tosco-Marchigiano)*, «Atti ticinesi di scienze della Terra», XXXVII, Università degli Studi di Pavia, Como 1995, pp. 51-98.

ad oltre 150 milioni di anni fa (Giurassico). I tipi litologici più caratteristici, appartenenti al Cretaceo-Eocene (140-36 milioni di anni fa), sono però rappresentati dalle Argille Varicolori ("argille scagliose"), di aspetto scaglioso e variamente colorate (rossastre, verde bottiglia scuro, plumbee ecc.), e dalle torbiditi calcareo marnose biancastre (Formazione di M. Morello o "alberese"), che le sovrastano. In questa coltre figurano anche lembi stratigrafici più recenti, talvolta di grandi dimensioni, come le formazioni arenacee dell'Oligocene (36-26,5 milioni di anni fa) oppure i calcari fossiliferi miocenici, risalenti a 15-16 milioni di anni fa.

Infine, nelle aree collinari e montane romagnole si allungano, affiancate agli alvei dei principali corsi d'acqua, fasce di alluvioni terrazzate quaternarie, depositate in passato dai fiumi e poi abbandonate a varia quota sul fondovalle in seguito al successivo approfondimento dei loro alvei.

#### *Aspetti e dinamismi geomorfologici*

Dopo aver motivato l'origine delle rocce romagnole e giustificato la loro attuale distribuzione (*fig. 1*), è necessario accennare brevemente all'azione dell'acqua e della gravità che, soprattutto dopo l'ultima glaciazione, verificatasi all'incirca tra 110.000 e 10.500 anni fa<sup>37</sup>, hanno finito col conferire i lineamenti attuali al territorio. Si devono soprattutto all'acqua non solo il modellamento finale del rilievo ed il riempimento della pianura, ma anche l'obliterazione delle più antiche impronte morfologiche. Infatti, nei monti l'erosione idrica ha eliminato o reso poco evidenti le tracce lasciate dall'ultima glaciazione<sup>38</sup>, nella pianura i sedimenti alluvionali hanno sepolto i suoli coevi<sup>39</sup>. Eppure si è trattato di un rilevante raffreddamento climatico, che certamente anche in Romagna deve aver determinato significative ripercussioni morfologico-ambientali. Sappiamo, infatti, che allora il livello marino era sceso quasi 120 metri in seguito alla formazione di immensi ghiacciai continentali e che il Po

<sup>37</sup> G. OROMBELLI, *Cambiamenti climatici*, «Geografia Fisica Dinamica Quaternaria», supplemento VII (2005), pp. 15-24.

<sup>38</sup> Questo processo è stato certamente favorito dalla notevole erodibilità delle rocce presenti.

<sup>39</sup> Pollini fossili, estratti a 26 metri di profondità nel sottosuolo di Forlì, testimoniano questa fase di raffreddamento climatico. Si veda in proposito: ZANGHERI, *La Provincia di Forlì nei suoi aspetti naturali*, cit., p. 195.

scorreva nelle parti più depresse dell'Adriatico<sup>40</sup>, sfociando in mare all'altezza di Ancona, mentre i fiumi romagnoli confluivano nel suo alveo attraverso vaste aree depresse e paludose ormai coperte dai flutti.

Nell'aspetto attuale dei monti e delle valli romagnole si riconosce pertanto nettamente l'impronta dell'erosione idrica ancora in atto<sup>41</sup>. Le acque piovane, dopo aver dilavato i pendii e dopo una fase di ruscellamento diffuso, s'immettono, cariche di materiali erosi ed assieme al contributo sorgentizio, nelle prime e più sottili diramazioni del reticolo idrografico, da cui passano in collettori di dimensioni sempre maggiori, fino a pervenire nel corso d'acqua principale, che raccoglie e porta al mare l'intero contributo idrico del proprio bacino imbrifero<sup>42</sup>. Durante il cammino, le acque incanalate acquistano capacità erosive di fondo e laterali, nonché di trasporto, tanto più elevate quanto maggiori sono portate e velocità<sup>43</sup>.

Anche l'azione della gravità, sebbene meno significativa dell'erosione idrica, è stata assai importante, e continua ad esserlo, non solo provocando la caduta dei detriti litologici, prodotti dagli sbalzi di temperatura e dal congelamento dell'acqua nelle fessure delle rocce, dalle più erte pendici povere o prive di vegetazione, ma soprattutto attivando il franamento di masse litologiche in equilibrio precario<sup>44</sup>. Questi fenomeni

<sup>40</sup> L. DE MARCHI, *Variazioni del livello dell'Adriatico in corrispondenza colle espansioni glaciali*, «Atti dell'Accademia Scientifica Veneto-Trentino-Istria», 12-13, (1922), p. 13.

<sup>41</sup> L'azione erosiva del vento è, invece, poco significativa e quasi sempre mascherata dalla dominante attività idrica.

<sup>42</sup> I principali bacini imbriferi romagnoli sono individuati dalle valli montane e collinari del Sillaro, del Santerno, del Senio, del Sintria, del Lamone, del Marzeno, del Montone, del Rabbi, del Ronco, del Bevano, del Savio, del Pisciatello, del Rubicone, dell'Uso, del Marecchia, dell'Ausa, del Marano, del Conca, del Ventena e del Tavollo.

<sup>43</sup> L'importanza di questo fenomeno è resa immediatamente evidente dalla torbidità fluviale conseguente ad intense e prolungate precipitazioni.

<sup>44</sup> Queste instabilità possono essere determinate, ad opera delle acque correnti, dei ghiacciai, del moto ondoso o dell'uomo, da scalzamenti al piede, dall'indebolimento chimico fisico della compagine litologica, dalla riduzione del suo attrito interno e col substrato, dall'aumento di peso dovuto ad eccessive infiltrazioni idriche, dalla pressione delle acque sotterranee, da eventi sismici e dal concorso di più cause concomitanti. L'attività antropica, con imprudenti perturbazioni degli equilibri naturali, come sbancamenti e messe a coltura di aree potenzialmente instabili, cattivo governo del deflusso idrico superficiale e sotterraneo ecc., ha certamente aggravato i fenomeni franosi in molte parti del territorio, tuttavia l'uomo può anche porre in atto interventi tecnici atti a ristabilire condizioni di equilibrio nei luoghi ove le instabilità naturali o dovute al suo intervento non hanno compromesso definitivamente lo stato delle cose. In quest'ultimo caso è anche in grado di prendere provvedimenti idonei ad evitare ulteriori aggravamenti della situazione.

sono frequenti, ma in genere piuttosto superficiali, negli affioramenti argillosi; sono invece più localizzati, ma spesso profondi, nelle alternanze marnoso-arenacee; riguardano soprattutto i settori marginali dei rilievi arenacei, calcarei ed ofiolitici alloctoni. Secondo un'indagine della Regione Emilia-Romagna, aggiornata al 2005<sup>45</sup>, i dissesti interessano la superficie delle aree collinari e montane per il 12,77% nella Provincia di Ravenna, per il 17,36% nella Provincia di Forlì-Cesena e per il 14,92% nella Provincia di Rimini. Si tratta di valori superiori al 12,91% stimato nel 1968<sup>46</sup> per il territorio delle attuali Province di Forlì-Cesena e di Rimini. Il divario tra queste due valutazioni è verosimilmente dovuto, oltre al maggior dettaglio della ricerca regionale<sup>47</sup>, al fatto che nel 1968 sono state considerate in dissesto solo le aree franose in situazioni tali da rendere problematici gli interventi agronomici. È stata, pertanto, trascurata gran parte delle frane quiescenti, invece considerata dalla Regione.

Ai processi descritti, unitamente alla diversa resistenza all'erosione delle masse litologiche presenti, sono dovuti i tipi morfologici fondamentali del rilievo romagnolo, che hanno condizionato il popolamento biologico del territorio. Nelle zone montane ed alto collinari di affioramento della Formazione Marnoso-arenacea<sup>48</sup>, la morfologia è in genere piuttosto erta e, in corrispondenza delle maggiori incisioni, si possono osservare enormi pacchi di strati paralleli, in cui si alternano ritmicamente livelli arenacei e marnosi<sup>49</sup>, interrotti qua e là da faglie, da inarcamenti e da sovrascorrimenti. In queste plaghe appenniniche, accidentate dalle profonde incisioni operate da una moltitudine di torrentelli tortuosi, che talvolta attivano frane, il rilievo spesso presenta andamenti piramidali ove gli strati hanno un andamento suborizzontale<sup>50</sup>. Quando nella Formazione

<sup>45</sup> [www.regione.emilia-romagna.it/wcm/geologia/canali/frane/frane\\_er/dati\\_diss\\_prov\\_e\\_comuni.htm#2243069](http://www.regione.emilia-romagna.it/wcm/geologia/canali/frane/frane_er/dati_diss_prov_e_comuni.htm#2243069)

<sup>46</sup> A. ANTONIAZZI, V. PROLI, *L'erosione del suolo nella provincia di Forlì*, Camera di Commercio, Forlì 1968, pp. 94.

<sup>47</sup> L'indagine regionale è in scala 1:10.000, mentre quella del 1968 è in scala 1:100.000.

<sup>48</sup> Ed anche le torbiditi della falda toscana nel crinale appenninico.

<sup>49</sup> Gli spessori reciproci delle arenarie e delle marne normalmente variano da pochi centimetri a qualche metro. Però, a seconda dei luoghi, si possono osservare successioni stratigrafiche assai diversificate, nelle quali tendono a prendere il sopravvento le arenarie o le marne fino a dar luogo, in casi limite, a rocce quasi completamente arenacee oppure marnose.

<sup>50</sup> Ciò è dovuto alla formazione di una successione di gradini, originati da tanti piccoli crolli, indotti nei più resistenti livelli arenacei da un eccessivo svuotamento dei sottostanti strati marnosi.

Marnoso-arenacea gli interstrati arenacei si riducono notevolmente o tendono a sparire, come nella zona di Verghereto, la morfologia è spesso contraddistinta da erti sistemi di vallecicole, separate tra loro da speroni rocciosi ammorbiditi, arrotondati e talvolta gradonati.

La morfologia collinare romagnola è assai variabile. Dove affiorano rocce prevalentemente arenacee<sup>51</sup> il rilievo è abbastanza imponente, ma con forme in genere arrotondate in corrispondenza delle dorsali. Dove affiora la Formazione Gessoso-solfifera si presenta invece la spettacolare "Vena del Gesso", che attraversa trasversalmente la collina tra il Lamone e il Sillaro<sup>52</sup>. Dove sono diffuse rocce argillose ed, in particolare, le Argille Azzurre, la morfologia è contraddistinta da ampie e dolci ondulazioni, qua e là incise dai calanchi: tipici sistemi di vallecicole relativamente ripide e profonde, separate da speroni sottili ed in genere disposte a ventaglio o ad anfiteatro. Però anche in queste zone si osserva una brusca accentuazione del rilievo in corrispondenza dell'affioramento calcareo dello Spungone, esteso a fascia da Brisighella a Capocolle attraverso le alture di Castrocaro, Rocca delle Caminate, Monte Pallareto, Monte Casale, Bertinoro e Monte Maggio.

Nelle zone, contraddistinte dalla presenza dei complessi liguridi<sup>53</sup>, la morfologia è piuttosto accidentata. Dove affiorano le Argille Varicolori ("argille scagliose") in genere le acclività sono moderate, le superfici sono frequentemente disseminate di frammenti litologici eterogenei ed i maggiori pendii sono normalmente tormentati da frane e da strutture calancoidi in rapida evoluzione a causa degli smottamenti. Questi paesaggi, spesso piuttosto deprimenti, sono però frequentemente movimentati da più o meno imponenti masse litologiche, resistenti all'erosione, con l'aspetto di guglie, come l'ofiolite del Sasso di San Zanobi presso il passo della Raticosa, di forme tabulari dai fianchi scoscesi, come i calcari del Sasso di Simone e Simoncello nel Montefeltro, di rilievi a "dorso di cetaceo" come le torbiditi del Monte Comero nell'alta valle del Savio.

Al deposito di copiosi materiali, portati a valle dai corsi d'acqua, sono dovuti invece il modellamento della pianura e il suo protendimento sul

<sup>51</sup> Membri della Formazione Marnoso-arenacea in prevalenza arenacei oppure sedimenti più recenti ugualmente ricchi di arenaria.

<sup>52</sup> Più a sud est le rocce della Formazione Gessoso-solfifera, sono ricche di mineralizzazioni solfuree, ma meno atte a caratterizzare il paesaggio.

<sup>53</sup> Valli del Marecchia e del Conca, fascia trasversale allungata dal M. Fumaiolo a S. Sofia e valle del Sillaro.

mare, respingendolo dalle posizioni raggiunte nel postglaciale (trasgressione Fiandriana). Il massimo limite raggiunto da questa trasgressione è in superficie attestato solo dalla falesia morta prossima alla costa, evidente tra Cattolica ed Igea Marina, dovuta, come ha fatto rilevare Antonio Veggiani, «all'azione erosiva del mare durante la fase di massima ingressione di 5.000 anni fa»<sup>54</sup>. I più recenti dati climatologici<sup>55</sup>, riferiti all'emisfero settentrionale, inducono però ad anticipare questo evento alla prima fase dell'ottimo climatico olocenico, culminato circa 6.500 anni fa (fig. 2). Le successive oscillazioni climatiche, nei loro apici positivi, hanno poi riportato il mare al piede di questa falesia, cosa questa confermata anche da altre fonti almeno per quanto concerne gli inizi dell'era cristiana e i tempi precedenti il XII secolo<sup>56</sup>. A settentrione di Igea Marina, dove la subsidenza e gli ulteriori sedimenti hanno obliterato questa falesia, tuttavia tra le alluvioni della pianura ed il cordone di spiaggia costiero sono interposte aree già lagunari-paludose, ormai completamente bonificate nell'entroterra di Cesenatico ed ospitanti le saline a monte di Cervia. Più a nord la situazione diviene più complessa in quanto il cordone litoraneo e quelli più interni (fig. 3), ma ugualmente allungati verso settentrione, individuano depressioni ospitanti le valli del ravennate. Queste zone, ricche di eccellenze naturalistiche, come la verdeggiante pineta di San Vitale, devono la propria origine al progressivo avanzamento della costa sul mare dai tempi etruschi in poi<sup>57</sup>, anche in seguito al profondo rimaneggiamento marino dei sedimenti trasportati dai corsi d'acqua<sup>58</sup>.

<sup>54</sup> A. VEGGIANI, *La linea di spiaggia tra Ravenna e Pesaro all'inizio dell'era volgare e considerazioni sul ciclo sedimentario olocenico*, «Atti del Convegno Internazionale di Studi sulle Antichità di Classe», Lega, Faenza 1968, pp. 115-135. L'obliterazione di questa falesia più a nord, in corrispondenza della pianura cesenate e ravennate, è inoltre attribuita con grande verosimiglianza a fenomeni di subsidenza differenziale del suolo.

<sup>55</sup> C. DIETRICH SCHÖNWIESE, *Klimaänderungen. Daten, Analysen, Prognosen*, Springer Verlag, Berlin 1995, pp. 91-94. W. DANSGAARD, S. J. JOHNSEN, J. MØLLER, C. C. LANGWAY JR., *One Thousand Centuries of Climatic Record from Camp Century on the Greenland Ice Sheet*, «Science» 17 October 1969, vol. 166, n. 3903, pp. 377-380.

<sup>56</sup> A. ANTONIAZZI, *L'erosione marina nel litorale fra Cervia e Pesaro*, Camera di Commercio, Forlì 1976, p. 35.

<sup>57</sup> M. CIABATTI, *Ricerche sull'evoluzione del delta padano*, «Giornale di Geologia», 34-2, Bologna (1966), pp. 381-410.

<sup>58</sup> Le antiche spiagge romagnole sono state in passato anche alimentate da sabbie e ghiaie di origine marchigiana, trasportate a nord dal "nastro trasportatore litoraneo", attivato dalle correnti di spiaggia, come segnalato da: A. VEGGIANI, *Le cave di sabbia e ghiaia tra Cervia e Ravenna e il loro interesse geologico*, in «Studi Romagnoli», XI (1060), Lega Faenza, pp. 3-20.

La caratteristica morfologia a gradinata, evidente nei versanti collinari prossimi ai corsi d'acqua, è dovuta infine ad una limitata attività sedimentaria fluviale quaternaria, contraddistinta dal deposito di fasce di alluvioni pianeggianti, abbandonate poi a varia altezza sui fondovalle dagli alvei in continuo approfondimento nel rilievo.

#### *Intervento antropico*

L'intervento antropico sugli equilibri ambientali romagnoli è divenuto significativo solo dopo la transizione dal nomadismo, imposto dalla raccolta dei prodotti spontanei e dalla caccia, alla sedentarietà delle coltivazioni. Questo, malgrado l'antichità del locale insediamento umano, è avvenuto in tempi relativamente recenti. Infatti, «in Italia, i primi villaggi comparvero in Puglia all'inizio del VI millennio per poi diffondersi in Italia meridionale e raggiungere la Pianura padana verso la metà del V millennio»<sup>59</sup> avanti Cristo, praticamente, come mostra la figura n. 2, al tempo della prima fase dell'ottimo climatico olocenico. Al momento della "rivoluzione agricola" il territorio romagnolo, salvo che nelle zone costiere, aveva ormai assunto la morfologia attuale, le condizioni climatiche non differivano molto da quelle odierne e la vegetazione ed i suoli erano in condizioni climax ossia maturi, in equilibrio con la situazione ambientale e stabili nel tempo. Il manto vegetale del territorio romagnolo aveva pertanto raggiunto «l'ultimo termine della evoluzione, l'ultimo scalino verso il quale tende la vegetazione spontanea in un qualsiasi luogo, quando sia abbandonata al solo gioco delle forze naturali»<sup>60</sup>. Date le relativamente modeste oscillazioni climatiche successivamente intercorse<sup>61</sup>, pare giustificato far riferimento, anche per allora, alle odierne potenziali condizioni climax della zona. Senza l'intervento antropico la foresta caducifolia submontana, caratterizzata dalla Roverella (*Quercus pubescens*), oggi si estenderebbe dalla pianura fino all'altitudine di 850-900 metri e la foresta caducifolia montana, contraddistinta

<sup>59</sup> M. MASSI PASI, *Il Neolitico in Romagna, in Quando Forlì non c'era. Origine del territorio e popolamento umano dal Paleolitico al IV sec. a. C.*, Forlì, Palazzo Albertini, 7 settembre 1996 - 31 marzo 1997. A.B.A.C.O., Forlì, pp. 81-91.

<sup>60</sup> ZANGHERI, *La Provincia di Forlì nei suoi aspetti naturali*, cit., p. 206.

<sup>61</sup> Nel nostro emisfero, dall'inizio dell'agricoltura ad oggi, come si può osservare nella figura n. 2, la temperatura media ha ripetutamente oscillato tra i 14 e i 16° e sembra attualmente tendere ad un nuovo massimo.

dal faggio (*Fagus sylvatica*), occuperebbe le più elevate aree montane<sup>62</sup>. Anche in condizioni naturali questo non escluderebbe una complessa articolazione del mantello vegetale legata a specifiche condizioni morfologico ambientali. Le faggete dai ricchi sottoboschi erbacei e le abetine, darebbero luogo a rigogliosi prati naturali sulle cime ventilate dei monti ed a povere vegetazioni rupestri oppure a nudi affioramenti di rocce nei maggiori pendii. Più a valle i querceti lascerebbero alle piante rupestri i più ripidi affioramenti calcarei o gessosi, alle erbe e agli arbusti la collina argillosa prossima ai calanchi ed alla vegetazione ripariale, ricca di pioppi e di salici, le aree adiacenti ai corsi d'acqua. Nella pianura, i querceti, estesi dalle antiche conoidi fluviali alla costa, darebbero poi spazio alla flora delle aree paludose, vallive e lagunari oppure a quella delle dune presso la spiaggia<sup>63</sup>. Queste condizioni climax di riferimento non escluderebbero però una certa variabilità nelle caratteristiche e nella distribuzione della vegetazione romagnola in relazione alle oscillazioni climatiche verificatesi dopo l'Ottimo climatico olocenico<sup>64</sup>.

In ogni caso, prima dell'intervento antropico, il territorio romagnolo, con l'eccezione degli affioramenti montani di roccia nuda, degli alvei fluviali, degli invasi lacustri, paludosi e lagunari, nonché delle spiagge soggette al moto ondoso, era in generale coperto da un ricco manto vegetale capace di reagire positivamente alle oscillazioni climatiche. Questa

<sup>62</sup> Si veda in proposito la Carta della vegetazione italiana in: V. GIACOMINI, L. FENAROLI, *La flora*, Milano, Touring Club Italiano, 1958, p. 272. Pietro Zangheri ha fatto però rilevare che, «col suo corredo di piante arboree, arbustive ed erbacee la vecchia Pineta di Ravenna ci diceva appunto questo: che le condizioni ambientali della nostra pianura, in passato influenzate dalle amplissime zone vallive, erano quelle proprie alla vegetazione del bosco di Farnia, mentre, sempre nelle fasce più prossime al mare, la parte più meridionale della Pineta di Classe e la Pineta di Cervia, ci attestavano, sempre con la vegetazione del loro sottobosco e la presenza del *Leccio/p* (*Quercus ilex*) che si protendeva fin qua, in estrema punta non più tipica, il climax della foresta sempreverde mediterranea seppure con aspetto assolutamente marginale e depauperato». Da ZANGHERI, *La Provincia di Forlì nei suoi aspetti naturali*, cit., p. 207. Attualmente viene estesa anche a queste zone la fascia della Farnia, del Carpino e del Frassino, ossia la vegetazione delle grandi pianure (Pianura padana) e dei fondovalle con dominanza di farnia, che dà luogo nelle depressioni umide e lungo le rive dei fiumi a popolamenti di ontano, pioppo bianco, salice ecc. e nelle zone costiere a pinete paraclimatiche.

<sup>63</sup> Per i particolari in merito alla situazione attuale della vegetazione romagnola si rimanda ai fondamentali lavori di Pietro Zangheri sulla Romagna fitogeografica.

<sup>64</sup> Le diminuzioni della temperatura avranno esteso verso valle la foresta caducifolia montana, riducendo il dominio del querceto. Viceversa condizioni di massimo climatico avranno spinto in alto le faggete e consentito una certa espansione nella bassa pianura al climax della foresta sempreverde mediterranea.

vegetazione climax, a sua volta, era radicata su suoli<sup>65</sup> altrettanto maturi e in equilibrio ambientale, che, in assenza di ostacoli al normale sviluppo (eccessiva pendenza della superficie, particolare composizione mineralogica del substrato litologico, pratiche agricole ecc.), restavano praticamente immutati nel tempo, perché la loro parte superficiale esaurita, asportata dall'erosione, veniva compensata da una equivalente alterazione pedogenetica del substrato litologico e della materia organica ulteriormente fornita dal mondo biologico<sup>66</sup>. Nei suoli restava così praticamente immutata la disponibilità di humus<sup>67</sup>, la cui presenza non solo determina condizioni ottimali alla vita delle piante<sup>68</sup>, ma rende anche equilibrate le interazioni tra gli apparati radicali e le fasi solida e liquida del suolo.

Il disboscamento e l'introduzione delle pratiche agricole hanno rotto questo equilibrio. I suoli, privati della copertura vegetale originaria, sono stati esposti, specie nei terreni acclivi, a processi erosivi tanto più intensi, quanto maggiori sono l'acclività e la lunghezza della superficie arata e seminata. La loro fertilità risulta poi ulteriormente ridotta dall'impoverimento in materia organica, soprattutto quando l'asportazione dei prodotti vegetali non viene compensata con un adeguato apporto di concimi organici oppure quando le arature e gli scassi profondi ne sconvolgono gli orizzonti<sup>69</sup> nell'intento di renderli omogenei, profondi e produttivi. Nelle prime fasi del popolamento agricolo i danni erano relativamente limitati sia per la scarsità della popolazione, per la modestia degli

<sup>65</sup> I suoli sono corpi naturali complessi, ricoprenti le rocce e derivanti tanto dalla loro alterazione, quanto dalla rielaborazione delle sostanze organiche in essi pervenute (foglie, rami secchi, radici in decomposizione, spoglie e feci di animali ecc.) anche ad opera degli organismi in essi viventi. Normalmente col trascorrere del tempo e soprattutto ad evoluzione completata i suoli finiscono col discostarsi nettamente dalle caratteristiche mineralogiche della roccia madre.

<sup>66</sup> Le caratteristiche di ciascun suolo sono, in ogni caso, condizionate dalla complessa interazione di una serie di fattori pedogenetici (roccia madre, clima, morfologia della superficie, vegetazione spontanea, organismi del suolo, tempo ed infine l'uomo), di cui alcuni, a seconda delle circostanze, possono diventare dominanti, mentre altri restano subordinati o addirittura assenti.

<sup>67</sup> Un complesso a lenta mineralizzazione di sostanze organiche per lo più colloidali dovuto alla decomposizione e rielaborazione della materia organica,

<sup>68</sup> Una buona dotazione di humus aumenta la fertilità dei suoli sia con l'agglomerazione delle particelle, che tende a conferire loro una struttura stabile, una migliore aereazione, una maggiore capacità di ritenzione idrica, una più elevata resistenza all'erosione, sia con un'abbondante dotazione di elementi nutritivi, dei quali ostacola il dilavamento.

<sup>69</sup> Si produce così un orizzonte superficiale, detto Ap, unificato dalle lavorazioni e con l'humus poco riconoscibile, spesso esteso fino ad inglobare e distruggere, del tutto o in parte, la fisionomia degli originari orizzonti profondi del suolo.

strumenti tecnici disponibili e per la possibilità di abbandonare alla natura i campi esauriti, sia perché l'attività agricola romagnola si è inizialmente sviluppata soprattutto nelle aree pianeggianti dell'alta pianura e dei terrazzamenti appenninici prossimi ai corsi d'acqua. Tuttavia, già nel VI-IV secolo a.C. «i ritrovamenti nel territorio forlivese indicano una intensa occupazione lungo la fascia pedemontana e la bassa e media collina, lungo le direttrici di traffico transappenniniche, con uso di percorsi trasversali e di fondovalle»<sup>70</sup> ed anche la verosimile esistenza di percorsi verso il mare. Si trattava però ancora «di un popolamento scarso, con insediamenti anche di una certa entità, che tuttavia non evolve in uno sviluppo urbano»<sup>71</sup>.

Nel III secolo a.C., dopo la fondazione della colonia latina di Rimini (268 a.C.) e la conquista di Sarsina (266 a.C.), è iniziata la grande bonifica agraria (centuriazione) della pianura romagnola, estesa fino alle aree paludose e lagunari prossime alla costa e contraddistinta dalla regolare disposizione degli appezzamenti, delle strade e dei canali secondo il tipico reticolo a maglie quadrate, che ancora oggi caratterizza il paesaggio in prossimità ed a valle della via Emilia. L'analisi delle foto aeree, eseguita nell'ambito delle ricerche per la pianificazione urbanistica del Comune di Cesena<sup>72</sup>, ha, ad esempio, evidenziato lineamenti geomorfologici naturali riconducibili a paleoalvei, che verosimilmente costituivano l'antica rete di scolo naturale della zona. L'orientamento originario del deflusso, indirizzato da sud-ovest verso nord-est, è stato poi completamente trascurato dalla centuriazione. Durante l'età romana anche i bacini montani sono stati ampiamente interessati dalla viabilità, sebbene le coltivazioni, anche nel periodo imperiale, probabilmente non siano andate molto oltre il terrazzamento alluvionale e le più dolci pendici collinari. La superficie del restante rilievo, ancora essenzialmente integra, offriva pascoli e legname.

L'intervento agricolo nel territorio romagnolo, e più in generale nella Pianura padana, non è stato certamente privo di conseguenze per quanto concerne l'erosione del suolo: ad esso può essere ragionevolmente

<sup>70</sup> G. BERMOND MONTANARI, L. PRATI, *L'età del ferro in Romagna*, in *Quando Forlì non c'era*, cit., p. 257.

<sup>71</sup> Ivi, p. 257.

<sup>72</sup> COMUNE DI CESENA (Settore Programmazione urbanistica), P.R.G. '98. *Piano Strutturale. Relazione febbraio 1999*, inedito presso il Comune di Cesena. Collaboratori, per gli studi geologici, ALBERTO ANTONIAZZI, PARIDE ANTOLINI e ALDO ANTONIAZZI.

attribuito gran parte dell'incremento del delta del Po dall'età etrusca al basso Medioevo, evidente nella figura n. 3. Non sembra, invece, aver determinato importanti processi erosivi lo spostamento alto medioevale delle popolazioni verso le zone collinari e montane con la conseguente estensione delle colture anche su pendici in precedenza considerate prive di interesse agronomico. Questo è probabilmente riconducibile tanto alla relativamente limitata entità degli insediamenti, quanto al contemporaneo abbandono e rinselvatichimento di buona parte delle aree pianeggianti.

Il problema dell'erosione del suolo è poi divenuto nuovamente significativo quando, con l'incremento della popolazione, si è verificato il graduale ampliamento delle colture tanto in pianura, quanto nelle pendici montane. Occupandosi del protendimento del delta del Marecchia, del conseguente prolungamento del porto canale di Rimini e della continua lotta contro il suo interramento, accentuatosi dalla fine del 1400 in poi, Ruggiero Giuseppe Boscovich, nel 1765, poteva lucidamente affermare che nell'erosione del suolo

conviene vedere l'origine della sua sempre maggiore infelicità ita crescendo negli ultimi due secoli. Essa è stata quella cagione medesima, per cui tante parti d'Italia hanno tanto sofferto, e soffrono tuttora senza rimedio... L'Italia una volta era piena di selve e prati e massimamente le sue colline e montagne non erano ridotte a coltura. La coltivazione sopravvenuta ha fatto sì, che ora i fiumi sono assai più torbidi per la materia smossa dall'aratro e dalla zappa e strascinata dalle acque piovane, di quanto fosse una volta<sup>73</sup>.

L'evoluzione storica del porto di Rimini<sup>74</sup> pone in chiara evidenza l'importanza di questo fenomeno (*fig. 4*).

Con l'incremento della popolazione, raddoppiata, ad esempio, nell'ex Provincia di Forlì tra il 1371 e il 1861 e nuovamente duplicata tra il 1861 e il 1961 (*tabella n. 1*), le colture ed i pascoli hanno continuato ad estendersi anche nelle pendici montane, intaccandone in modo sempre più grave il patrimonio forestale e trasformando le zone più erte in poveri campi coltivati oppure in nudi affioramenti rocciosi. La minima estensione dei boschi, ormai confinati nelle aree montane e subordinatamente in

<sup>73</sup> R. G. BOSCOVICH, *Memoria sopra il Porto di Rimini*, Ricci, Pesaro 1765, p. 71.

<sup>74</sup> ALBERTO ANTONIAZZI, *L'erosione marina nel litorale tra Cervia e Pesaro*, Forlì, Camera di Commercio, 1976, pp. 121-128.

quelle collinari, è stata poi raggiunta nel territorio delle Province di Forlì-Cesena e Rimini nel 1929<sup>75</sup> (44.542 ettari pari al 15,3% della superficie totale)<sup>76</sup>. D'altra parte, ancora nella prima metà del XX secolo, estendere i seminativi sulle aree appenniniche o su quelle bonificate della pianura pareva ancora l'unico mezzo idoneo a coprire il fabbisogno nazionale di grano: un impegno naturalmente accentuatosi durante le due guerre mondiali e nell'intermedia "battaglia del grano". Pietro Zangheri, considerando le conseguenze nel rilievo romagnolo dei processi erosivi, poteva pertanto sconsolatamente affermare che i nostri monti «guardati dalla sommità dell'Appennino appaiono tutti, salvo i più alti, come una distesa di squallido biancore, con rare piccole oasi un po' verdi»<sup>77</sup>.

Tabella n. 1 – Popolazione nelle Province di Forlì-Cesena e Rimini

Anni	Abitanti <sup>78</sup>	Variazione
1371	121.576	1,00
1861	266.516	2,19
1936	444.528	3,66
1961	521.128	4,29
2009	695.599	5,72

<sup>75</sup> ID., *L'utilizzazione del suolo nella Provincia di Forlì* (con una carta in scala 1:100.000), Camera di Commercio, Forlì 1966, pp. 23-26.

<sup>76</sup> Oltre al disboscamento, le principali attività antropiche, che hanno favorito l'erosione del suolo, sono riconducibili: al dissodamento di terreni in pendio; all'eccessivo sfruttamento dei cedui e dei pascoli; alla natura della vegetazione coltivata ed al prolungato sfruttamento del suolo; alla pendenza, alla disposizione e alle dimensioni degli appezzamenti; alle caratteristiche delle lavorazioni e delle sistemazioni agricole; all'impoverimento in materia organica dei suoli, che ne riduce la fertilità e li espone maggiormente all'erosione; agli incendi, che eliminano la protezione vegetale del suolo e il suo apporto di materia organica; all'abbandono dei campi, che rende incontrollato il deflusso superficiale, determinando sia localizzati ristagni idrici e smottamenti, sia erosioni idriche diffuse ed incanalate; ad altri interventi imprudenti sul territorio, che possono anche determinare la rapida erosione di interi pendii e la messa in movimento di notevoli frane, come, ad esempio, lavori stradali, praticati senza le dovute cautele, oppure la realizzazione di laghetti collinari in pendici argillose instabili. Alcuni di questi interventi antropici hanno ormai solo un'importanza storica, altri, come sarà chiarito in seguito, derivano invece dalla situazione dell'agricoltura collinare e montana, conseguente allo spopolamento e alla trasformazione economica e sociale della seconda metà del XX secolo.

<sup>77</sup> ZANGHERI, *La Provincia di Forlì nei suoi aspetti naturali*, cit., p. 213.

<sup>78</sup> I dati del 2009 derivano dalle statistiche provinciali, quelli precedenti da ALBERTO ANTONIAZZI, *L'utilizzazione del suolo nella Provincia di Forlì*, Camera di Commercio, Forlì 1966, pp. 15-22.

Lo sviluppo economico-sociale, verificatosi dopo l'ultima guerra mondiale, ha modificato la pressione antropica sul territorio romagnolo allentandola in alcune parti ed aggravandola in altre. In ambito agricolo le lavorazioni del terreno sono state interamente meccanizzate e l'introduzione delle macchine ha completamente eliminato il bestiame da lavoro, in precedenza appannaggio di ogni singola azienda e, tra l'altro, ottima fonte di concime organico. Nelle aree montane e collinari, il notevole spopolamento provocato dallo sviluppo economico della pianura, ha determinato una profonda riorganizzazione delle colture ed ha messo in crisi l'agricoltura tradizionale, normalmente attenta ad incidere il meno possibile sulla compagine del terreno ed a controllare i processi erosivi mediante un puntuale governo del deflusso idrico superficiale: impegno questo che nei pendii coltivati riusciva però più a contenere, che ad impedire, l'erosione del terreno. Le colture sono state limitate alle aree meno acclivi e più fertili. In positivo questo ha favorito la lenta ripresa del bosco spontaneo o d'impianto<sup>79</sup>; in negativo ha dato spazio a nuovi operatori agricoli troppo fiduciosi nella tecnologia e nella chimica, ma poco consapevoli della necessità di conservare il suolo e il suo humus e di controllare l'erosione idrica, e dotati di mezzi meccanici idonei a realizzare arature più profonde del necessario, ad estendere le colture su lunghissimi pendii<sup>80</sup> ed a tracciare solchi secondo la pendenza dei campi, favorendo così l'erosione idrica ed anche l'asportazione dei concimi, in netta prevalenza chimici, precedentemente immessi nel terreno. Quanti, affascinati dalle nuove capacità tecnologiche e soddisfatti degli immediati successi conseguiti, si sono poi stupiti della perdita di fertilità dei loro campi non sapevano o non ricordavano che

non si dovrebbe mai agire senza la prudente premessa della ubbidienza a quel che la Natura sempre insegna a chi si degna di interrogarla prima di intraprendere le opere intese a demolire gli assetti naturali. La distruzione di quel che è Natura col concetto presuntuoso che la Natura è sola al servizio dell'uomo, il

<sup>79</sup> Questi rimboschimenti sono stati però spesso eseguiti con essenze poco adatte alla situazione pedoclimatica locale.

<sup>80</sup> Quasi ovunque nelle pendici collinari e montane sono stati attuati movimenti di terra per ottenere pendici regolari ove realizzare i nuovi impianti. Spesso, a tale scopo, sono stati sbancati piccoli spartiacque locali, distruggendo i suoli presenti spostandoli lateralmente. Così, ad esempio, non è infrequente osservare vigneti, impiantati su piani inclinati artificiali di questo tipo, stentati nella loro parte centrale, ove sono praticamente radicati sulla roccia, e più rigogliosi ai lati, ove ricadono sul terreno di riporto, e tuttavia coinvolti dalla sua instabilità.

quelle collinari, è stata poi raggiunta nel territorio delle Province di Forlì-Cesena e Rimini nel 1929<sup>75</sup> (44.542 ettari pari al 15,3% della superficie totale)<sup>76</sup>. D'altra parte, ancora nella prima metà del XX secolo, estendere i seminativi sulle aree appenniniche o su quelle bonificate della pianura pareva ancora l'unico mezzo idoneo a coprire il fabbisogno nazionale di grano: un impegno naturalmente accentuatosi durante le due guerre mondiali e nell'intermedia "battaglia del grano". Pietro Zangheri, considerando le conseguenze nel rilievo romagnolo dei processi erosivi, poteva pertanto sconsolatamente affermare che i nostri monti «guardati dalla sommità dell'Appennino appaiono tutti, salvo i più alti, come una distesa di squallido biancore, con rare piccole oasi un po' verdi»<sup>77</sup>.

Tabella n. 1 – Popolazione nelle Province di Forlì-Cesena e Rimini

Anni	Abitanti <sup>78</sup>	Variazione
1371	121.576	1,00
1861	266.516	2,19
1936	444.528	3,66
1961	521.128	4,29
2009	695.599	5,72

<sup>75</sup> ID., *L'utilizzazione del suolo nella Provincia di Forlì* (con una carta in scala 1:100.000), Camera di Commercio, Forlì 1966, pp. 23-26.

<sup>76</sup> Oltre al disboscamento, le principali attività antropiche, che hanno favorito l'erosione del suolo, sono riconducibili: al dissodamento di terreni in pendio; all'eccessivo sfruttamento dei cedui e dei pascoli; alla natura della vegetazione coltivata ed al prolungato sfruttamento del suolo; alla pendenza, alla disposizione e alle dimensioni degli appezzamenti; alle caratteristiche delle lavorazioni e delle sistemazioni agricole; all'impoverimento in materia organica dei suoli, che ne riduce la fertilità e li espone maggiormente all'erosione; agli incendi, che eliminano la protezione vegetale del suolo e il suo apporto di materia organica; all'abbandono dei campi, che rende incontrollato il deflusso superficiale, determinando sia localizzati ristagni idrici e smottamenti, sia erosioni idriche diffuse ed incanalate; ad altri interventi imprudenti sul territorio, che possono anche determinare la rapida erosione di interi pendii e la messa in movimento di notevoli frane, come, ad esempio, lavori stradali, praticati senza le dovute cautele, oppure la realizzazione di laghetti collinari in pendici argillose instabili. Alcuni di questi interventi antropici hanno ormai solo un'importanza storica, altri, come sarà chiarito in seguito, derivano invece dalla situazione dell'agricoltura collinare e montana, conseguente allo spopolamento e alla trasformazione economica e sociale della seconda metà del XX secolo.

<sup>77</sup> ZANGHERI, *La Provincia di Forlì nei suoi aspetti naturali*, cit., p. 213.

<sup>78</sup> I dati del 2009 derivano dalle statistiche provinciali, quelli precedenti da ALBERTO ANTONIAZZI, *L'utilizzazione del suolo nella Provincia di Forlì*, Camera di Commercio, Forlì 1966, pp. 15-22.

Lo sviluppo economico-sociale, verificatosi dopo l'ultima guerra mondiale, ha modificato la pressione antropica sul territorio romagnolo allentandola in alcune parti ed aggravandola in altre. In ambito agricolo le lavorazioni del terreno sono state interamente meccanizzate e l'introduzione delle macchine ha completamente eliminato il bestiame da lavoro, in precedenza appannaggio di ogni singola azienda e, tra l'altro, ottima fonte di concime organico. Nelle aree montane e collinari, il notevole spopolamento provocato dallo sviluppo economico della pianura, ha determinato una profonda riorganizzazione delle colture ed ha messo in crisi l'agricoltura tradizionale, normalmente attenta ad incidere il meno possibile sulla compagine del terreno ed a controllare i processi erosivi mediante un puntuale governo del deflusso idrico superficiale: impegno questo che nei pendii coltivati riusciva però più a contenere, che ad impedire, l'erosione del terreno. Le colture sono state limitate alle aree meno acclivi e più fertili. In positivo questo ha favorito la lenta ripresa del bosco spontaneo o d'impianto<sup>79</sup>; in negativo ha dato spazio a nuovi operatori agricoli troppo fiduciosi nella tecnologia e nella chimica, ma poco consapevoli della necessità di conservare il suolo e il suo humus e di controllare l'erosione idrica, e dotati di mezzi meccanici idonei a realizzare arature più profonde del necessario, ad estendere le colture su lunghissimi pendii<sup>80</sup> ed a tracciare solchi secondo la pendenza dei campi, favorendo così l'erosione idrica ed anche l'asportazione dei concimi, in netta prevalenza chimici, precedentemente immessi nel terreno. Quanti, affascinati dalle nuove capacità tecnologiche e soddisfatti degli immediati successi conseguiti, si sono poi stupiti della perdita di fertilità dei loro campi non sapevano o non ricordavano che

non si dovrebbe mai agire senza la prudente premessa della ubbidienza a quel che la Natura sempre insegna a chi si degna di interrogarla prima di intraprendere le opere intese a demolire gli assetti naturali. La distruzione di quel che è Natura col concetto presuntuoso che la Natura è sola al servizio dell'uomo, il

<sup>79</sup> Questi rimboschimenti sono stati però spesso eseguiti con essenze poco adatte alla situazione pedoclimatica locale.

<sup>80</sup> Quasi ovunque nelle pendici collinari e montane sono stati attuati movimenti di terra per ottenere pendici regolari ove realizzare i nuovi impianti. Spesso, a tale scopo, sono stati sbancati piccoli spartiacque locali, distruggendo i suoli presenti spostandoli lateralmente. Così, ad esempio, non è infrequente osservare vigneti, impiantati su piani inclinati artificiali di questo tipo, stentati nella loro parte centrale, ove sono praticamente radicati sulla roccia, e più rigogliosi ai lati, ove ricadono sul terreno di riporto, e tuttavia coinvolti dalla sua instabilità.

quale può soggiogarla (per modo di dire) come crede, produce facilmente dei danni, spesso irreparabili, non immediatamente, ma dopo il primo periodo (più o meno breve) di apparente successo<sup>81</sup>.

Benché quella di Pietro Zangheri, e di pochi altri come lui, fosse nel 1961 ancora una *vox clamantis in deserto*, la sua analisi delle relazioni uomo ambiente nelle Province di Forlì-Cesena e Rimini ha indotto la Camera di Commercio forlivese a promuovere un pionieristico programma di ricerche<sup>82</sup>, attuato tra il 1965 e il 1982, volto ad inquadrare la situazione del suolo nell'ex Provincia di Forlì e ad individuare gli indirizzi di una sua corretta utilizzazione. In merito all'erosione del suolo, distinta in normale, debole, moderata, forte, fortissima<sup>83</sup>, con riferimento alla presumibile condizione matura del terreno nel sito considerato, questa ricerca ha portato ai risultati compendati nella *tabella n. 2*.

<sup>81</sup> ZANGHERI, *La Provincia di Forlì nei suoi aspetti naturali*, cit., p. 213.

<sup>82</sup> I risultati di questo studio sono stati riferiti nei seguenti lavori: ALBERTO ANTONIAZZI, *Un programma di studi sullo stato attuale del suolo nella Provincia di Forlì e sugli indirizzi della sua futura utilizzazione*, Camera di Commercio, Forlì 1965, pp. 1-67; ALBERTO ANTONIAZZI, V. PROLI, *Pendenze superficiali e zone altimetriche nella Provincia di Forlì* (con una carta in scala 1:100.000), Camera di Commercio, Forlì 1966, pp. 61; ALBERTO ANTONIAZZI, *L'utilizzazione del suolo nella Provincia di Forlì* (con una carta in scala 1:100.000), Camera di Commercio, Forlì 1966, pp. 35; ALBERTO ANTONIAZZI, V. PROLI, *Lineamenti climatici della Provincia di Forlì*, Camera di Commercio, Forlì 1968, pp. 87; IID, *L'erosione del suolo nella Provincia di Forlì* (con una carta in scala 1:100.000), Camera di Commercio, Forlì 1968, pp. 94. ALBERTO ANTONIAZZI, P. MALUCELLI, V. VITTORI, *Rocce madri del suolo ed alcuni caratteri chimici e fisici fondamentali dei suoli coltivati nella Provincia di Forlì* (con una carta in scala 1:100.000), Forlì, Istituto Sperimentale per la Frutticoltura di Roma e Camera di Commercio, 1971, pp. 87; ALBERTO ANTONIAZZI, *La carta dei terreni geomorfologicamente idonei alla coltura della vite nel comprensorio dell'albana e del sangiovese in Provincia di Forlì* (con una carta in scala 1:100.000), Forlì, Camera di Commercio, 1974, pp. 19; ID., *I suoli della Provincia di Forlì e i fattori naturali limitanti la loro utilizzazione* (con una carta dei suoli e una carta dei fattori limitanti in scala 1:100.000), publ. n. 41 del Centro di Studio della Genesi, Classificazione e Cartografia del Suolo del C.N.R., Forlì 1978, pp. 134; ID., *Vocazioni culturali della Provincia di Forlì* (con una carta in scala 1:100.000), Camera di Commercio, Forlì 1982, pp. 111. Concerne i suoli dell'area romagnola anche: ID., *La carta dei suoli della media valle del Santerno* (con una carta dei suoli e una carta dei fattori limitanti in scala 1:50.000), publ. n. 39 del Centro di Studio della Genesi, Classificazione e Cartografia del Suolo del C.N.R., Forlì 1978, pp. 45.

<sup>83</sup> *I suoli con erosione normale* sono terreni coltivati pianeggianti con fenomeni di erosione limitati al normale ricambio del suolo. *I suoli con erosione debole* sono terreni in condizioni naturali con una limitata erosione superficiale dell'orizzonte A oppure terreni coltivati ove le lavorazioni interessano l'orizzonte A residuo ed eventualmente gli orizzonti differenziati sottostanti. *I suoli con erosione moderata* sono terreni naturali con l'orizzonte A profondamente eroso oppure terreni coltivati ove le lavorazioni interessano l'orizzonte A residuo e gli orizzonti sottostanti. *I suoli con erosione forte* sono terreni naturali con asportazione più o meno completa dell'orizzonte A oppure terreni coltivati ove le lavorazioni intaccano i substrati pedogenetici. *I suoli con erosione fortissima* sono affioramenti di rocce nude poco alterate con lembi residui di suoli.

L'erosione normale o debole del suolo è diffusa soprattutto nella pianura, nelle alluvioni terrazzate, nelle aree montane ove domina ancora il bosco d'alto fusto, nonché nelle zone ove l'andamento e l'uso della superficie hanno salvaguardato il terreno. I suoli con erosione moderata o forte si presentano nella maggior parte delle aree collinari e montane ove prevale, quasi ovunque, l'erosione forte, mentre le erosioni moderate sono limitate solo alle aree con boschi cedui poco degradati e, a volte, anche a quelle coltivate in dolce pendio. L'erosione fortissima domina, infine, soprattutto nell'alta collina e montagna, specie nelle più ripide pendici prive della copertura forestale. Per quanto concerne gli altri fenomeni, considerati nella *tabella n. 2*, si è già accennato ai dissesti, mentre ci si soffermerà in seguito sull'erosione e sulla sedimentazione fluviale e marina.

*Tabella n. 2* – Erosione del suolo nelle Province di Forlì-Cesena e Rimini

Classi considerate	Incidenza	
	Ha	%
Suoli con erosione normale, debole o moderata	82.803	28,45
Suoli con erosione forte	166.171	57,11
Suoli con erosione fortissima	10.507	3,61
Suoli in dissesto	24.430	8,39
Suoli soggetti all'erosione e alla sedimentazione fluviale	6.659	2,29
Suoli soggetti all'abrasione e alla sedimentazione marina	430	0,15
<i>Totale</i>	291.000	100,00

Un tentativo di valutare quantitativamente i materiali erosi nelle aree in rilievo, elaborando i dati idrogeologici ufficiali relativi alle portate solide dei corsi d'acqua, ha portato Pietro Zangheri a concludere che, nel territorio collinare e montano dell'ex Provincia di Forlì, «la quantità di materiale solido asportato può, con sufficiente approssimazione e con prudenza, venire calcolata almeno in 1.800-1.900 tonnellate annue per chilometro quadrato, equivalente a circa 750 metri cubi per chilometro quadrato»<sup>84</sup> e che, pertanto, ogni anno viene asportato circa un millimetro di terreno dalle montagne e dalle colline forlivesi, cesenati e rimi-

<sup>84</sup> ZANGHERI, *La Provincia di Forlì nei suoi aspetti naturali*, cit., p. 39.

nesi. Questa stima è stata ripetuta durante l'indagine promossa dalla Camera di Commercio forlivese, tenendo anche conto tanto dei nuovi dati sull'erosione del suolo, quanto delle classi di quantità presuntive di materiali asportati dalle pendici emiliano-romagnole<sup>85</sup>. È stata così ottenuta, per quanto concerne lo stesso territorio, un'asportazione media annua dell'ordine di 1.204 metri cubi per chilometro quadrato, quantità superiore ai 750 metri cubi per chilometro quadrato, considerati come valore minimo da Pietro Zangheri, ma comunque inferiore ai 1.416 metri cubi per chilometro quadrato, riscontrati nei primi otto anni di interramento del lago artificiale di Quarto<sup>86</sup>. Con gli stessi criteri è stato poi stimato che l'erosione totale annua attuale può essere quattro o cinque volte superiore a quella in atto prima dell'agricoltura.

I più attenti operatori agricoli hanno però ormai preso coscienza di questi problemi e nelle aree acclivi si cominciano a diffondere pratiche colturali conservative del suolo come quelle di mantenere una copertura vegetale protettiva anche quando le normali coltivazioni lo lascerebbero nudo, di alternare nelle lunghe pendici fasce di piante protettive e di colture da reddito meno tutelanti, di lasciare nel terreno i residui delle precedenti coltivazioni ed apportarvi abbondanti concimazioni organiche, di interrompere i campi in pendenza con terrazzamenti e con fossi di scolo, di lavorare il terreno secondo le curve di livello. Tuttavia queste pratiche si stanno propagando meno velocemente di quanto sarebbe necessario perché, anche tra le persone più colte ed attente, non si è ancora affermata la consapevolezza dell'insidiosità dell'erosione del suolo, probabilmente a causa della scarsa evidenza immediata del fenomeno e della sua estraneità alle consuete esperienze cittadine<sup>87</sup>.

L'attività antropica ha inciso ed incide sull'evoluzione morfologica della Romagna non solo accrescendo o cercando di ridurre l'erosione del

suolo ed il dissesto, ma anche con la realizzazione di laghi e laghetti artificiali, con l'attività estrattiva, con le escavazioni fluviali, con la bonifica della pianura e con le opere di difesa dalle inondazioni. Allo scopo di creare riserve idriche il rilievo romagnolo è stato disseminato di laghetti collinari ad uso irriguo e degli allevamenti, sbarrando con argini in terra piccole vallecole naturali, in qualche caso sono stati però realizzati invasi con grandi dighe in calcestruzzo. Il lago artificiale di Quarto, originariamente della capienza di circa 9 milioni di metri cubi ed attualmente praticamente riempito dai sedimenti fluviali, è stato creato nel 1925 sbarrando il fiume Savio poco a monte di Sarsina<sup>88</sup>. Il lago di Ridracoli, situato nell'alto Appennino nei pressi dell'abitato omonimo, è stato invece ottenuto nel 1982 costruendo sul Bidente una grande diga ad arco alta oltre 100 metri. È stata così ottenuta una riserva idrica di 33 milioni di metri cubi d'acqua, che consente di dissetare gran parte della Romagna.

Le cave di sabbia e ghiaia alluvionale per l'edilizia e le costruzioni stradali, di arenaria debolmente cementata per rilevati e riempimenti, di materiali argillosi per laterizi, di gesso ad uso industriale ed ornamentale, di calcare e di arenaria per l'edilizia<sup>89</sup> hanno sempre interessato il territorio romagnolo. Si tratta di materiali abbastanza comuni, il cui uso è spesso indispensabile, ma la cui incontrollata asportazione può arrecare notevoli danni paesaggistici ed ambientali. Infatti, prima degli interventi legislativi regionali<sup>90</sup>, le cave esaurite potevano lasciare gravi ferite aperte nel rilievo oppure ampie fosse nella pianura. Attualmente questo non accade più perché ogni nuova autorizzazione estrattiva è subordinata alla preliminare approvazione di un adeguato piano di sistemazione morfologica ambientale, la cui attuazione è garantita dal deposito di congrue cauzioni finanziarie. Così, sia nei monti sia nella pianura, sono ormai frequenti le cave esaurite e sistemate, integrate nel paesaggio al punto da

<sup>88</sup> Questo invaso è stato creato praticamente nella stessa zona ove un precedente specchio d'acqua era già stato temporaneamente originato da una frana nel 1812.

<sup>89</sup> Nel 2000 in Emilia-Romagna erano aperte 372 cave con 1200 addetti.  
www.assomineraria.org/news/attach/03.ferranti.pdf.  
www.assomineraria.org/news/attach/fabbri\_s.pdf.

<sup>90</sup> Ad iniziare dalla promulgazione della legge regionale Emilia-Romagna 26 gennaio 1976, n. 8 (Norme provvisorie per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di cave e torbiere), della legge regionale Emilia-Romagna 26 gennaio 1977, n. 4 (Norme modificative, integrative ed interpretative della legge regionale 26 gennaio 1976, n. 89) e della legge regionale Emilia-Romagna 2 maggio 1978, n. 13 (Nuove norme sulle funzioni regionali in materia di cave e torbiere).

<sup>85</sup> G. BASSI, F. BERNARDINI, G. PUPPINI, G. SACERDOTI, *Coordinamento tra le opere idrauliche di pianura e la bonifica montana*, supplemento al Bollettino «La Bonifica Integrale» fasc. IV, Bologna 1959, pp. 76-80.

<sup>86</sup> A. ANTONIAZZI, V. PROLI, *L'erosione del suolo nella Provincia di Forlì*, cit., pp. 79-86.

<sup>87</sup> In questa sede è parso opportuno soffermarsi a lungo su questo fenomeno, perché per riportarlo entro limiti accettabili nella collina e nella montagna dovrebbe essere fatto molto di più, nel più breve tempo possibile, e perché ciò accada è necessaria un'opinione pubblica informata e consapevole che il dissesto idrogeologico non è confinato nelle aree in rilievo, ma ha pericolose ripercussioni nella pianura, come insegnano la desertificazione di ampie aree mediterranee un tempo "granaio" di Roma e le continue inondazioni di fertili e popolose pianure.

non lasciar intravedere la loro passata esistenza. Anche il problema delle vecchie cave abbandonate senza ricupero ambientale, tende ad essere risolto incoraggiando gli operatori a realizzarlo sia nell'ambito di ulteriori interventi estrattivi, quando esistono ancora risorse estraibili, sia autorizzando riempimenti delle buche con terreni non inquinanti<sup>91</sup>. Anche la trascorsa attività mineraria, in particolare l'estrazione dello zolfo, ha spesso lasciato chiare evidenze morfologiche nelle aree interessate, riconducibili essenzialmente alle sistemazioni del terreno ed agli accumuli di detriti litologici.

Nel territorio romagnolo sono ancora evidenti anche i danni ambientali, prodotti dalle incontrollate estrazioni di sabbia e ghiaia per l'edilizia dagli alvei fluviali, prima dell'interruzione imposta dalla legislazione regionale. Fino all'ultima guerra mondiale questi scavi, effettuati a mano da carrettieri divenuti poi camionisti, incidevano in modo poco significativo sul trasporto solido fluviale, certo assai meno delle arginature e degli imbrigliamenti, contemporaneamente effettuati nei corsi d'acqua. Ugo Buli, ad esempio, valutava in sei milioni di metri cubi il materiale trattenuto in seguito ai lavori di sistemazione del Marecchia, eseguiti tra il 1911 e il 1928<sup>92</sup>. A sua volta il bacino del lago artificiale di Quarto, realizzato nell'alto Savio, ha bloccato quasi quattro milioni di metri cubi di materiali tra il 1925 e il 1958<sup>93</sup>.

L'incidenza morfologica dell'estrazione dagli alvei è divenuta invece significativa quando le sabbie e ghiaie fluviali sono state largamente impiegate nella ricostruzione postbellica e nelle prime intense urbanizzazioni del "bum economico". Nel 1960 Giorgio Supino stimava certamente superiore a 300.000 metri cubi annui il materiale tolto dai bacini del Conca, del Marecchia e dell'Uso per le costruzioni e riteneva che «attualmente l'asportazione dei materiali dai corsi d'acqua sia la causa principale dell'arretramento della spiaggia»<sup>94</sup>. La stima, effettuata nell'ambito del programma di ricerche sull'erosione marina, promosso dalla Camera di

<sup>91</sup> Tra i ripristini di grande valenza ambientale si può, ad esempio, menzionare la trasformazione in parco museo di una grande cava di gesso nei pressi di Brisighella.

<sup>92</sup> U. BULI, *Studio sulle variazioni della linea di spiaggia del litorale riminese*, in «Giornali di Geologia», Ser. II, vol. 11, Bologna 1936, pp. 18-19.

<sup>93</sup> T. GAZZOLO, *Il grado di erodibilità dei terreni e il trasporto solido nei bacini della regione emiliano-romagnola e marchigiana*, «Giornale del Genio Civile», 2 e 3, 1960.

<sup>94</sup> G. SUPINO, *Le variazioni delle spiagge del litorale riminese*, Bologna 2 agosto 1960, relazione inedita redatta per conto dell'Amministrazione Comunale di Rimini, p. 11.

Commercio di Forlì<sup>95</sup>, ha poi valutato in 9.200.000 metri cubi (575.000 metri cubi annui) l'asportazione complessiva di sabbia e ghiaia dagli alvei del Savio, dell'Uso, del Marecchia e del Conca dal 1957 al 1972, di cui 2 milioni di metri cubi prelevati dal Savio, 224.000 metri cubi dall'Uso, 6.496.000 metri cubi dal Marecchia e 480.000 metri cubi dal Conca<sup>96</sup>.

La conseguenza morfologica di simili escavazioni è ben nota a quanti percorrono i nostri fiumi. Nel Santerno, in seguito alla totale asportazione delle sabbie e ghiaie dall'alveo, ove erano ancora abbondantemente presenti nel 1952, in 20-25 anni si sono formati «lungi *canyons* incassati fino a 12-13 metri»<sup>97</sup> nelle erodibili argille sottostanti. Per lo stesso motivo e all'incirca nello stesso periodo, anche nel Marecchia, a valle di Ponte Verucchio, si è formata una gola altrettanto stretta e profonda. In altri corsi d'acqua romagnoli, ove le rocce sottostanti alle alluvioni erano più resistenti, l'eliminazione del materasso ghiaioso ha prodotto incisioni meno vistose<sup>98</sup>, ma ugualmente nocive. Infatti l'approfondimento degli alvei ha provocato scalzamenti di ponti, di briglie e di opere di difesa, nonché danni meno immediatamente percepibili, ma assai gravi, come la ridotta alimentazione o addirittura il drenaggio delle falde acquifere sotterranee, l'aumento della velocità di scorrimento dell'acqua negli alvei, aumentando il pericolo di inondazione nelle aree poste più a valle, l'erosione delle spiagge in seguito alla riduzione del trasporto solido<sup>99</sup>.

<sup>95</sup> I cui risultati sono stati esposti in: ALBERTO ANTONIAZZI, *L'erosione marina nel litorale forlivese, conoscenze attuali, prime ipotesi sul fenomeno, un programma di studi*, Camera di Commercio, Forlì 1968, p. 67; ID., *Lo stato attuale delle ricerche sul fenomeno dell'erosione marina nel litorale forlivese*, «Studi Romagnoli», XX, Faenza 1969, pp. 151-189; ID., *Lineamenti granulometrici e calcimetrici della spiaggia emersa e sottomarina lungo il litorale romagnolo-marchigiano tra le foci dei fiumi Savio e Foglia*, Forlì, Camera di Commercio, 1971, pp. 35; ID., *Variazioni della linea di spiaggia lungo il litorale adriatico tra le foci dei fiumi Savio e Foglia nel periodo dal 1820 al 1970*, Forlì, Camera di Commercio, 1972, p. 35 ed appendice cartografica; ID., *L'erosione marina nel litorale tra Cervia e Pesaro*, Forlì, Camera di Commercio, 1976, p. 161.

<sup>96</sup> A giudizio degli esperti tale stima è da considerare assai prudente in quanto porta ad ammettere un'estrazione media di poco più di un metro cubo di materiali per ogni metro quadrato di superficie escavata.

<sup>97</sup> G. B. VAI, *Un fiume per la gente? Il Santerno e gli insediamenti umani ad una svolta tra passato e futuro*, «Pagine di vita e storia imolesi», Imola, CARS, 1987, p. 156.

<sup>98</sup> Nel Savio, ad esempio, la roccia nuda affiora ormai in quasi tutto l'alveo tra Cesena e la diga di Quarto.

<sup>99</sup> L'importanza delle escavazioni nel determinare l'approfondimento più o meno localizzato degli alvei è divenuta ormai talmente evidente da non poter più considerare determinanti altre cause, come la scomparsa di vecchie dighe di mulini o lentissimi sollevamenti appen-

Le grandi portate fluviali ed i sedimenti abbandonati dai corsi d'acqua hanno sempre creato problemi nelle aree pianeggianti romagnole, salvo quelle dell'alta pianura ove gli alvei solcano e terrazzano i più antichi depositi sedimentari. Più a valle, quando i fiumi procedono sulle alluvioni della pianura ed il flusso idrico è confinato tra argini artificiali, tendenti a realizzare sezioni idonee ad ospitare le maggiori piene, si possono invece verificare allagamenti dovuti a tracimazioni oppure a cedimenti arginali. Questi pericoli aumentano nella bassa pianura dove la scarsa pendenza degli alvei può determinare processi sedimentari che innalzano i corsi d'acqua sulla pianura, rendendoli pensili<sup>100</sup>. Vaste aree depresse possono così non solo essere temporaneamente inondate a causa di un eccesso di precipitazioni nei bacini imbriferi, di indebolimenti del sistema arginale e di rallentamenti o impedimenti del deflusso, dovuti ad eccessi sedimentari, ma essere anche esposte alla formazione di ristagni idrici permanenti o addirittura di nuovi tracciati fluviali in seguito all'abbandono, da parte delle acque, dei vecchi alvei pensili.

A valle della centuriazione romana, secolari interventi di bonifica, tesi al controllo del deflusso idrico ed al ricupero di vaste aree all'agricoltura, hanno condizionato la spontanea evoluzione geomorfologica della bassa pianura romagnola e ne hanno profondamente modificato il paesaggio. In queste zone è stato, infatti, necessario non solo salvaguardare colture ed abitati dalle inondazioni, ma anche rendere coltivabili vaste aree depresse, acquitrinose ed insalubri<sup>101</sup>. Questo è stato ottenuto sia con la realizzazione di canali e con modellamenti della superficie, quando le pendenze consentivano di attivare lo scolo naturale delle acque, sia ricorrendo a bonifiche per colmata, ossia colmando aree depresse facendovi decantare il trasporto solido fluviale, oppure al sollevamento meccanico delle acque<sup>102</sup>.

inici, come poteva essere ancora fatto nel 1964 (A. VEGGIANI, *Ancora un esempio di danni causati dalla ripresa del ciclo erosivo dei fiumi appenninici*, estratto dal «Bollettino mensile» della Camera di Commercio di Forlì del dicembre 1963, Castrocaro, Zauli, 1964, p. 7).

<sup>100</sup> I processi sedimentari tra gli argini, determinati dalla scarsa pendenza degli alvei, ne impongono continue elevazioni per conservare sezioni idonee ad ospitare il deflusso.

<sup>101</sup> Per quanto concerne la lunga tradizione degli interventi di bonifica nel territorio in esame si rimanda al lavoro di L. GAMBI, *L'insediamento umano nella regione della bonifica romagnola*, «Memorie di Geografia Antropica», vol. III, C.N.R., Roma (1948) 1949, p. 225. Si veda anche: TITO MENZANI, *Le bonifiche in Romagna. La realizzazione del canale in destra di Reno (secc. XVIII-XX)*, La Mandragora, Imola 2010, p. 362.

<sup>102</sup> Questo tipo di intervento è però divenuto significativo solo dal XIX secolo in poi ossia dopo l'introduzione delle idrovore, i cui moderni esemplari anche attualmente tutelano le aree depresse prossime al litorale.

Due grandi opere idrauliche hanno stabilizzato la morfologia e gli equilibri ambientali della bassa pianura romagnola: l'immissione del Reno nell'alveo dell'antico Po di Primaro, attuata nella seconda metà del XVIII secolo con notevoli lavori di arginatura e di scavo, e la realizzazione del Canale in destra Reno per captare una parte delle acque della pianura romagnola e indirizzarle autonomamente al mare presso Casal Borsetti. Quest'ultimo intervento, della lunghezza di 38 chilometri, completato negli anni '30 del XX secolo<sup>103</sup>, è stato imposto dall'esigenza di ridurre il sovraccarico idrico del nuovo corso del Reno, i cui «rigurgiti» ed esondazioni «facevano sì che la palude continuasse a regnare incontrastata in molte aree settentrionali della provincia ravennate»<sup>104</sup>.

Le bonifiche per colmata sono state attuate nel ravennate fin dal XVI secolo, utilizzando principalmente le torbide fluviali dei fiumi Santerno, Senio e Lamone<sup>105</sup>. La grande cassa di colmata del Lamone, realizzata nel XIX secolo in seguito alla disastrosa rottura degli argini del 1839, ha interessato vaste aree depresse a nord di Ravenna. Più a sud, nelle aree paludose a monte di Cervia e Cesenatico, sono state indirizzate, durante il XVIII secolo, dapprima le acque torbide del Savio poi, a partire dal 1790, quelle del Pisciatello. Lo specchio d'acqua interessato, «prolungandosi e assottigliandosi poi verso sud-est, ad occidente e a mezzogiorno di Cesenatico, fin circa alla grondaia del rio Rubicone, su una lunghezza di otto km vi formava un'esile zona di depressioni acquidose, larghe da uno a due km»<sup>106</sup>.

L'insieme delle opere di bonifica, eseguite fin dai tempi dell'antica Roma, hanno stabilito nella bassa pianura romagnola un delicato equilibrio, che deve essere attentamente mantenuto nel tempo. Ai tradizionali elementi di debolezza di questo sistema, nel XX secolo si è aggiunta l'accelerazione della subsidenza ossia l'improvviso incremento di un abbassamento del suolo già da lungo tempo in atto nella zona<sup>107</sup>. In condizio-

<sup>103</sup> I successivi ampliamenti e miglioramenti non hanno modificato l'impianto di questa grande opera idraulica.

<sup>104</sup> MENZANI, *Le bonifiche in Romagna...*, cit., p. 254.

<sup>105</sup> Ivi, p. 78.

<sup>106</sup> GAMBI, *L'insediamento umano nella regione della bonifica romagnola*, cit., p. 134.

<sup>107</sup> Gli effetti dell'abbassamento del suolo sono stati approfonditi nel convegno «I problemi della subsidenza nella politica del territorio e della difesa del suolo», tenutosi a Pisa il 9-10 novembre 1978 sotto l'egida del Comune di Pisa, del Comune di Ravenna, della Regione Emilia-Romagna e della Regione Toscana.

ni naturali il suo valore medio era poco superiore ad un millimetro all'anno. Infatti, «negli ultimi 2500 anni circa, per i quali è possibile una ricostruzione storica dell'evoluzione del delta del Po, la subsidenza di quest'area può essere mediamente valutata in circa 3 metri, sia pure con valori diversi nel tempo e nello spazio»<sup>108</sup>. Nel sessantennio 1897-1957<sup>109</sup> la comparazione di due livellazioni di alta precisione, eseguite dall'Istituto Geografico Militare di Firenze, ha invece posto in evidenza un abbassamento del litorale romagnolo di circa 20-35 centimetri, che ha raggiunto valori medi annui di 5,37 millimetri a Ravenna, di 3,30 millimetri a Rimini, di 2,90 millimetri a Riccione e di 3,35 millimetri a Cattolica<sup>110</sup>. Una successiva livellazione, realizzata lungo lo stesso tratto costiero<sup>111</sup> dall'I.G.M., ha poi riscontrato un'ulteriore subsidenza media di circa 15-17 centimetri nel ventennio 1950-1970<sup>112</sup>, pari a 7,5-8,5 millimetri annui, con una particolare accentuazione in corrispondenza degli abitati di Cesenatico (17,5 millimetri annui) e di Bellaria (20 millimetri annui)<sup>113</sup>. Per quanto concerne l'intera pianura emiliano-romagnola sono stati poi misurati, nel periodo 1973/1993-1999, valori della subsidenza quasi ovunque maggiori di 0,4 cm/anno, ma con punte di 5 cm/anno<sup>114</sup>.

Nella *tabella n. 3* sono riportati i più recenti valori della subsidenza, rilevati dalla Regione Emilia-Romagna<sup>115</sup>, nel litorale romagnolo dopo il

<sup>108</sup> M. CIABATTI, *Ricerche sull'evoluzione del delta padano*, «Giornale di Geologia», XXXIV, Bologna 1966, p. 22.

<sup>109</sup> Le due livellazioni sono state riferite a questi due anni e sono state corrette dell'innalzamento medio del mare e del divario esistente tra gli anni in cui sono state effettivamente eseguite le misure e quelli di riferimento.

<sup>110</sup> G. SALVIONI, *I movimenti del suolo nell'Italia centro-settentrionale. Dati preliminari dedotti dalla comparazione di livellazioni*, «Bollettino Geodesia e Scienze affini», XVI (1967), pp. 325-366.

<sup>111</sup> La linea di livellazione considerata segue all'incirca la S.S. n. 16 nel tratto Ravenna-Rimini.

<sup>112</sup> O. MANFERTI, *Intervento raccolto negli atti della Tavola rotonda tenutasi il 3 aprile 1971 sui movimenti del suolo nel Ravennate*, Ravenna, Lions Club - Rotary Club, 1971, pp. 23-29.

<sup>113</sup> Nel periodo 1949-1972 è stato anche riscontrato un abbassamento medio del suolo presso la foce del Savio di 25 centimetri. Si veda in proposito: W. BERTONI, L. CARBOGNIN, P. GATTO, G. MOZZI, *Note interpretative preliminari sulle cause della subsidenza in atto a Ravenna*, Comune di Ravenna e C.N.R. Venezia, Ravenna 1973.

<sup>114</sup> [www.regione.emilia-romagna.it/wcm/geologia/canali/subsidenza/supporto\\_sgss/Intro.htm](http://www.regione.emilia-romagna.it/wcm/geologia/canali/subsidenza/supporto_sgss/Intro.htm).

<sup>115</sup> Trattati da: PRETI, RUGGERI, *La subsidenza della fascia costiera emiliano-romagnola: storia, problemi e prospettive*, cit., p. 8.

1984. Questi dati mostrano, dopo il 1999, variazioni di segno opposto della velocità di abbassamento del suolo. Ad esempio: in diminuzione a Bellaria, Gatteo a Mare, Cesenatico ed in aumento a Cattolica, Rimini, Torre Pedrera.

Tabella n. 3 – Abbassamenti del suolo nella costa romagnola nel periodo 1984-2005

Località	Abbassamento 1984-2005 (cm)	Velocità di abbassamento (mm/anno) nei periodi	
		1987-1999	1999-2005
Cattolica	8	2	4
Rimini	21	6	9
Torre Pedrera	14	2	6
Bellaria	-	9	10
Gatteo a Mare	31	12	10
Cesenatico	33	10	9
Pinarella di Cervia	22	6	8
Milano Marittima	28	9	10
Lido del Savio	24	9	10
Foce Bevano	21	8	12
Lido di Dante	32	12	19
Lido Adriano	31	13	15
Punta Marina	25	11	10
Marina di Ravenna	22	10	8
Porto Corsini	33	15	13
Casal Borsetti	25	11	10
Dosso degli Angeli	36	18	13

Cosa ha determinato nel XX secolo questa brusca accentuazione della subsidenza? Il fenomeno è certamente correlato alla complessa perturbazione degli equilibri ambientali indotta nella pianura romagnola dalla trasformazione economica e sociale accentuatasi in modo determinante dopo l'ultima guerra mondiale.

L'urbanizzazione della pianura ha sottratto all'agricoltura vaste aree coltivate, quindi in condizioni di seminaturalità: un processo ancora in atto, anche a causa del persistente, seppur attenuato, sviluppo degli insediamenti artigianali, industriali e turistici. L'incremento di due centri

urbani, di cui uno in un'area pianeggiante dell'entroterra (Forlì) ed uno nella zona costiera (Cesenatico), può dare un'idea dello sviluppo delle città romagnole (*tabella n. 4*)<sup>116</sup>.

*Tabella n. 4* – Estensione delle aree urbanizzate di Forlì e Cesenatico

Anno	Forlì		Cesenatico	
	Superficie Ha	Variazione	Superficie Ha	Variazione
1894	134	1	11	1
1948	392	2,9	103	9,4
2005	3.358	25,1	1.130	102,7

Nel XX secolo l'estensione di Forlì è aumentata di 25 volte, mentre quella del piccolo centro di Cesenatico è centuplicata. Alla fine del XIX secolo Forlì era ancora confinata entro l'antica cinta muraria e nella prima metà del secolo successivo aveva appena cominciato ad estendersi oltre le mura in direzione sud-est e nord-est. Nel 1985 la sua espansione, sviluppatasi in tutte le direzioni, era però già giunta ad inglobare le frazioni più vicine pur lasciando qua e là spazi agricoli più o meno ampi solo in seguito riempiti dall'urbanizzazione. Analogamente, ed anche maggiore, è stato il contemporaneo sviluppo delle altre maggiori città dell'entroterra romagnolo. Per quanto concerne la zona costiera, Cesenatico, alla fine del XIX secolo, era un paesino a ridosso della strada statale adriatica e della parte interna del porto canale. Nella seconda metà del XX secolo il suo sviluppo era però già divenuto significativo nella fascia costiera a sud della struttura portuale, mentre nel 1986 praticamente tutto il litorale comunale era ormai un'unica fascia edificata poi completata nell'entroterra da ulteriori urbanizzazioni. Un fenomeno analogo si è verificato lungo l'intera costa romagnola. In realtà, nel riminese l'inizio del turismo marino era stato più precoce, ma del tutto elitario. Solo tra le due guerre mondiali, una sempre più diffusa tendenza alle vacanze balneari ha fatto della riviera tra Cattolica e Bellaria una delle

<sup>116</sup> I dati riferiti al 1984 e 1948, riportati nella tabella n. 4, sono stati ricavati dalla cartografia dell'I.G.M., quelli relativi al 2005 sono stati ottenuti dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Forlì-Cesena.

spiagge più note e frequentate d'Italia. Ma solo dopo gli anni '50 del XX secolo l'intero litorale romagnolo è progressivamente diventato un'unica grande metropoli<sup>117</sup>.

Simili espansioni edilizie hanno sottratto all'agricoltura ampie e fertili aree, sottovalutando, di fronte a guadagni immediati, anche l'importanza della continuità economica insita nella produzione agricola. Questo ha, tra l'altro, modificato drasticamente, nelle vaste superfici interessate, i rapporti intercorrenti tra il deflusso superficiale e le infiltrazioni nel sottosuolo dell'acqua di precipitazione, aumentando il pericolo di intumescenze fluviali nel caso di importanti precipitazioni. La continua espansione delle costruzioni anche nelle campagne impone un profondo ripensamento della gestione urbanistica del territorio, non solo per ragioni ambientaliste, ma soprattutto perché non si può continuare a distruggere terreno agricolo mentre nel mondo, in seguito all'enorme incremento dell'umanità e alle variazioni climatiche in atto, e malgrado i grandi progressi dell'agricoltura, si incominciano ad intravedere i primi sintomi, anche economici, di carenze nella produzione alimentare e nelle risorse energetiche ottenibili dalle coltivazioni.

Le esigenze idriche dell'intenso sviluppo economico e sociale, verificatosi nella pianura romagnola nella seconda parte del XX secolo, sono state in gran parte soddisfatte, prima della realizzazione del lago artificiale di Ridracoli nell'Appennino forlivese e del Canale emiliano-romagnolo, con ingenti emungimenti idrici dal sottosuolo della pianura non solo ad uso civile, ma anche agricolo ed industriale. Si tratta di quantità ingenti. Ad esempio, nel 2000, i circa 60.000 pozzi, censiti nel catasto regionale<sup>118</sup>, hanno prelevato dalla pianura emiliano-romagnola ben 676 milioni di metri cubi d'acqua<sup>119</sup>, di cui circa 110 (*tabella n. 5*) in quella delle Province di Ravenna, Forlì-Cesena e Rimini.

<sup>117</sup> C. CENCINI, L. CUCCOLI, P. FABBRI, et AL., *Le spiagge di Romagna: uno spazio da proteggere. Agenti fisici e storia dell'uomo nella evoluzione del litorale in Romagna*, C.N.R. Progetto finalizzato conservazione del suolo. Sottoprogetto dinamica dei litorali, Quaderno n. 1, Bologna, Lo Scarabeo, 1979, pp. 160.

<sup>118</sup> Questo catasto non considera i pozzi di uso "domestico", la cui risorsa prelevata da falde superficiali, ormai è impiegata solo per annaffiare giardini o orti familiari.

<sup>119</sup> M. T. DE NARDO, *Le acque sotterranee della pianura emiliano-romagnola*, [http://www.regione.emilia-romagna.it/wcm/geologia/canali/acque/divulgazione/acque\\_sotterr\\_pianura.htm](http://www.regione.emilia-romagna.it/wcm/geologia/canali/acque/divulgazione/acque_sotterr_pianura.htm).

Tabella n. 5 – Estrazione di acque sotterranee dalla pianura delle Province romagnole

Provincia	Prelievi in milioni di metri cubi			Emung. totale
	Emungimenti per uso			
	civile	industriale	agrozootecnico	
Ravenna	4,9	15,4	26,3	46,6
Forlì-Cesena	7,6	9,6	15,9	33,1
Rimini	20,9	3,9	5,2	30,0
Totale	33,4	28,9	47,4	109,7

Gli emungimenti idrici, vertiginosamente aumentati nel volgere di qualche decennio, hanno interessato falde acquifere sempre più profonde, presenti in un serbatoio naturale, costituito da terreni incoerenti saturi, dotati di un alto grado di porosità e pertanto assai compressibili, che può giungere a spessori di oltre 200-300 metri, in cui i livelli permeabili ghiaiosi o sabbiosi, contenenti acqua in pressione, sono intercalati entro una potente successione argilloso-limosa praticamente impermeabile. Simili estrazioni idriche hanno determinato uno squilibrio tra la quantità d'acqua prelevata e il minore ravvenamento delle falde<sup>120</sup> e la conseguente riduzione di pressione dell'acqua sotterranea, non è più riuscita a bilanciare il peso dei sedimenti sovrastanti e ne ha determinato la compattazione, la diminuzione del volume<sup>121</sup> ed il progressivo abbassamento della superficie.

Benché la subsidenza possa essere dovuta a più cause concomitanti, nella pianura romagnola essa dipende essenzialmente dall'estrazione di fluidi dal sottosuolo (acqua e metano). Per quanto concerne i prelievi idrici, è stata riscontrata una significativa corrispondenza tra il sovra-

<sup>120</sup> Che questo bilancio non sia stato rispettato lo dimostra il continuo e progressivo abbassamento del livello statico delle falde acquifere. Ancora nell'immediato dopoguerra, nei pozzi profondi della pianura romagnola, spesso le acque sotterranee salivano spontaneamente alla superficie, oggi si trovano, invece, ad oltre 35 metri di profondità.

<sup>121</sup> Questo avviene sia con la riduzione della porosità in seguito all'assestamento dei granuli, sia espellendo l'acqua trattenuta nei pori. Nei sedimenti permeabili, come le sabbie e ghiaie acquifere, la costipazione si verifica contemporaneamente alla depressione. Invece nei terreni argillosi, in cui la porosità è molto elevata, ma le dimensioni dei pori sono così minute da poter trattenere un grande volume idrico, ma in condizioni tali da non potersene liberare facilmente, tale fenomeno può richiedere anni ed anche decenni.

sfruttamento delle acque sotterranee e l'abbassamento del suolo riscontrato nella seconda parte del XX secolo. Anche un modello di simulazione idrologica appositamente realizzato<sup>122</sup> ha evidenziato, nel periodo 1950-1995, un progressivo abbattimento delle piezometriche, localizzato in prossimità dei centri di maggiore captazione, tra i quali Forlì<sup>123</sup>, «con la formazione di coni di depressione che, nelle zone di maggior emungimento, hanno raggiunto anche punte di 30÷40 metri»<sup>124</sup>. Anche l'estrazione del metano, specie nel ravennate, ha a sua volta contribuito alla subsidenza. Gli studi in merito hanno, infatti, concluso che la coltivazione di un giacimento metanifero determina nel territorio sovrastante un abbassamento di 6-8 millimetri annui<sup>125</sup>. Allontanandosi da esso questo fenomeno si riduce progressivamente pur essendo risentito fino ad una distanza di 5-10 chilometri<sup>126</sup>.

Il progressivo aumento della subsidenza ha determinato nella pianura romagnola notevoli danni ambientali. Nell'entroterra costiero si sono estese le aree a drenaggio naturale impedito. La formazione di irregolarità e di depressioni lungo il percorso ha perturbato il regolare deflusso di corsi d'acqua, di reti idrauliche di bonifica e di acquedotti. Nei grandi agglomerati urbani ed industriali è anche diminuita la funzionalità delle fognature. Il graduale abbassamento della costa rispetto al livello del mare è poi divenuto determinante nell'erosione della spiaggia. Quest'ultimo fenomeno potrebbe essere ridotto soprattutto rendendo equilibrato il bilancio tra gli emungimenti idrici e l'alimentazione delle falde, anche ricorrendo al ravvenamento artificiale, e compensando le estrazioni metanifere con l'immissione di acqua nei giacimenti. Tutto ciò potrebbe essere favorito anche da una generalizzata diffusione di consumi idrici oculati e privi di sprechi.

<sup>122</sup> Realizzato presso il Dipartimento Metodi e Modelli Matematici per le Scienze Applicate dell'Università degli Studi di Padova, considerando sia il regime naturale degli apporti idrici, sia le variazioni dello sfruttamento delle falde.

<sup>123</sup> W. BERTONI, G. GAMBOLATI, S. GREGGI, *Qualità delle acque di falda, potenzialità degli acquiferi sotterranei e problemi della subsidenza nella prospettiva dell'uso integrato delle risorse idriche in Romagna*, Romagna Acque, Bologna 1996, pp. 17-28.

<sup>124</sup> Ivi, p. 21.

<sup>125</sup> PRETI, RUGGERI, *La subsidenza della fascia costiera emiliano-romagnola: storia, problemi e prospettive*, cit., p. 14.

<sup>126</sup> È stato calcolato che, se il periodo produttivo di un giacimento metanifero è di 30 anni, in corrispondenza del giacimento l'abbassamento della superficie risulterà dell'ordine di 18-24 centimetri.

Se si trascura il breve tratto di costa alta a sud di Cattolica, i restanti circa 89 chilometri del litorale romagnolo sono caratterizzati da una spiaggia sabbiosa<sup>127</sup>, costituita da materiali sciolti, che il moto ondoso<sup>128</sup> sposta continuamente sia tra la sponda e gli scanni sottomarini, sia lungo la riva ad opera delle correnti di spiaggia. Nel litorale in esame esse procedono normalmente da sud verso nord, ma talvolta anche in senso opposto, sebbene solo in corrispondenza dei lati meridionali dei delta fluviali del Savio, dei Fiumi Uniti e del Reno<sup>129</sup>. La linea di costa, in quanto risultante momentanea dei dinamismi localmente in atto nell'atmosfera, nell'idrosfera, nella litosfera e nella biosfera, è un sensibile indice delle modifiche temporanee o permanenti che si verificano nel paraggio. Le variazioni transitorie, immediatamente evidenti, come il ritmico pulsare delle maree o il mutevole impeto delle onde, oppure impercettibili, come gli effetti dei mutamenti della pressione atmosferica determinati dal passaggio delle perturbazioni meteorologiche, non provocano cambiamenti permanenti nell'assetto costiero. Lo fanno invece i processi unidirezionali che determinano modifiche nell'apporto di materiali idonei al ripascimento dell'arenile, che interferiscono nel loro moto litoraneo, che cambiano la capacità di trasporto delle correnti di spiaggia, che provocano variazioni nel livello del mare e del suolo.

La vicinanza degli edifici e dei bagni alla riva, a volte addirittura prossimi al limite dei frangenti<sup>130</sup>, ha ben presto richiamato l'attenzione sull'erosione marina, sulle sue cause e sugli interventi più idonei a contener-

<sup>127</sup> In condizioni naturali nella spiaggia, procedendo dalla costa verso il mare, si riconoscono: la fascia delle dune, estesa tra il limite delle massime ondate e l'entroterra; l'alta spiaggia, compresa tra le dune e la linea raggiunta dalle massime alte maree; la bassa spiaggia, interposta tra le linee raggiunte dall'alta marea massima e dalla bassa marea minima; la spiaggia sottomarina, situata al di sotto della bassa marea minima, comprende l'intera fascia degli scanni subacquei.

<sup>128</sup> Quando l'onda frange, formando un angolo con la riva, l'acqua riceve un impulso, di cui una componente è normale e l'altra è parallela alla linea di spiaggia. Quest'ultima componente dà luogo alla corrente di spiaggia (*longshore current*) entro la fascia interessata dai frangenti.

<sup>129</sup> Prominenze litoranee, spesso di forma grossomodo triangolare col vertice avanzante nel mare, formatesi in corrispondenza delle foci dei corsi d'acqua in seguito al deposito del trasporto solido fluviale eccedente la capacità di trasporto dei processi marini operanti nel paraggio.

<sup>130</sup> L'urbanizzazione ha infatti quasi ovunque sostituito il sistema delle dune, benché alla sua distruzione abbiano contribuito, in un primo tempo, anche l'estensione verso la costa dei campi coltivati nel primo dopoguerra e l'escavazione di materiali per l'edilizia e le costruzioni stradali.

la ed ha imposto un'esatta conoscenza dei reali spostamenti della linea di costa. Queste variazioni sono state dapprima definite con riferimento ad alcuni capisaldi fissi<sup>131</sup>, poi, più sistematicamente, confrontando successive linee di spiaggia<sup>132</sup>. Tale procedura ha, ad esempio, fornito il quadro delle variazioni della costa tra le foci del Foglia e del Savio<sup>133</sup> nel periodo 1835-1970, compendiato nella *tabella n. 6*. Il suo esame pone in evidenza un costante arretramento della costa alta marchigiana a sud del porto di Cattolica, mediamente dell'ordine di grandezza di 0,18 metri all'anno. Il divenire della spiaggia romagnola è stato invece più complesso. Infatti, dopo un'uniforme avanzata sul mare tra il 1835 e il 1915, sia pure con valori variabili a seconda dei luoghi, si sono verificate, tra il 1915 e il 1944, i primi fenomeni erosivi lungo la costa tra il porto di Cattolica e la foce del Conca e tra il porto di Rimini e la foce dell'Uso. Tra il 1944 e il 1955 queste erosioni si sono praticamente annullate, mentre arretramenti della costa di una certa importanza si sono verificati tra i moli di Milano Marittima e la foce del Savio. Nell'ultimo periodo considerato (1955-1970) si è poi nettamente accentuato il ritiro della riva tra i porti di Rimini e di Cesenatico e tra Milano Marittima e la foce del Savio. Più a nord erano, inoltre, in erosione il delta dei Fiumi Uniti, nonché il tratto costiero tra Casal Borsetti e la foce del Reno<sup>134</sup>.

<sup>131</sup> G. BORCHI, *Le spiagge romagnole da Cervia a Gabicce*, in *Ricerche sulle variazioni delle spiagge italiane*. VII. *Le spiagge padane*, C.N.R., Roma 1938, pp. 95-119. Il rilievo riferito ai capisaldi stabiliti da Borghi è stato poi aggiornato al 1997 in: ANTONIAZZI, *L'erosione marina*, cit., pp. 33-40; D. HYDRAULICS LABORATORY, 1968, *The coast of Provincia of Forlì*, rapporto n. 429.

<sup>132</sup> A. ANTONIAZZI, *Variazioni della linea di spiaggia lungo il litorale adriatico tra le foci dei fiumi Savio e Foglia nel periodo dal 1820 al 1970*, Camera di Commercio, Forlì 1972, pp. 1-35; M. CIABATTI, G. GIORGI, F. MARABINI, *Variazioni della spiaggia lungo il litorale emiliano-romagnolo*. 1- *Litorale ferrarese, Regione Emilia-Romagna*, Pitagora, Bologna 1978, pp. 37; M. CIABATTI, G. GIORGI, F. MARABINI, M. ZAGHINI, *Variazioni della spiaggia lungo il litorale emiliano-romagnolo*. 2 - *Litorale ravennate, Regione Emilia-Romagna*, Pitagora, Bologna 1979, pp. 57; IID., *Variazioni della spiaggia lungo il litorale emiliano-romagnolo*. 3 - *Litorale forlivese, Regione Emilia-Romagna*, Pitagora, Bologna 1979, pp. 67; G. GEORGIU, F. MARABINI, *Ricerca sull'evoluzione del litorale ravennate*, Regione Emilia-Romagna, Bologna, Pitagora, 1978, p. 98.

<sup>133</sup> ANTONIAZZI, *Variazioni della linea di spiaggia lungo il litorale adriatico tra le foci dei fiumi Savio e Foglia nel periodo dal 1820 al 1970*, cit., pp. 35-79.

<sup>134</sup> L. VARANI, *Nuove osservazioni sulle variazioni di spiaggia del litorale ravennate*, «Studi Romagnoli», XX, Faenza (1969), pp. 130-150. M. BONDESAN, G. CALDERONI, R. DAL CIN, *Il litorale delle Province di Ferrara e di Ravenna (Alto Adriatico): evoluzione morfologica e distribuzione dei sedimenti*, in «Bollettino della Società Geologica Italiana», 97 (1978), Roma 1979, pp. 247-287.

Tabella n. 6 – Variazioni della linea di spiaggia tra il Foglia e il Savio (1835-1970)

Tratto del litorale considerato	Lunghezza (m)	Variazioni medie annue in metri nei periodi				
		1835-1915	1915-1944	1944-1955	1955-1970	1835-1970
Dalla foce del Foglia al porto di Cattolica	13.469	-	-	-	-	-0,18
Dal porto di Cattolica alla foce del Conca	2.344	+1,08	-0,26	+0,24	+0,06	+0,61
Dalla foce del Conca al porto di Riccione	6.504	+1,94	+1,34	+0,14	+0,08	+1,46
Dal porto di Riccione al porto di Rimini	10.306	+1,71	+1,47	+2,35	+1,61	+1,70
Dal porto di Rimini allo scolo Pedrera	7.341	+0,61	-0,85	-0,07	+0,03	+0,18
Dallo scolo Pedrera alla foce dell'Uso	3.911	+0,70	-0,37	+0,22	-2,22	+0,11
Dalla foce dell'Uso al porto di Cesenatico	9.003	+1,73	+0,21	+0,80	-0,65	+1,06
Dal porto di Cesenatico al porto di Cervia	7.860	+3,74	+2,19	+0,62	+1,00	+2,85
Dal porto di Cervia al molo di M. Marittima	1.441	+4,82	+2,95	+1,64	+1,07	+3,74
Dai moli di M. Marittima alla foce del Savio	4.613	+2,76	+0,78	-0,92	-2,15	+1,49

L'erosione della spiaggia romagnola è dovuta ad un insieme di cause<sup>135</sup>, tra le quali sono di particolare importanza la riduzione dell'apporto di materiali idonei al ripascimento, l'interferenza delle opere marittime sul trasporto litoraneo ed il concomitante effetto della subsidenza e dell'innalzamento del livello marino. Le ingenti estrazioni di sabbia e ghiaia dagli alvei fluviali, com'è già stato fatto rilevare, ed anche, ma in misura limitata, la difesa artificiale della costa alta tra Pesaro e Gabicce, hanno drasticamente impoverito il trasporto solido litoraneo<sup>136</sup>. Il movimento della

<sup>135</sup> ANTONIAZZI, *Variazioni della linea di spiaggia lungo il litorale adriatico tra le foci dei fiumi Savio e Foglia nel periodo dal 1820 al 1970*, cit., pp. 145-154.

<sup>136</sup> All'impoverimento delle spiagge hanno anche contribuito le asportazioni di sabbia, non quantificabili, ma certamente notevoli, effettuate nel dopoguerra e largamente impiegate nelle costruzioni prima dei divieti (ne sono pervenute perfino a Forlì!). Non sono, inoltre, disponibili dati quantitativi in merito ad eventuali variazioni nella quantità di detriti calcarei organogeni di origine marina pervenuti ad arricchire la spiaggia. Anche l'azione del vento, che, soffiando da terra, poteva determinare parziali e spesso modeste restituzioni al mare delle sabbie accumulate nelle dune costiere, è ormai senza importanza in un litorale privato della fascia delle dune e completamente urbanizzato.

sabbia lungo il litorale<sup>137</sup> è stato poi perturbato e, in qualche caso più o meno temporaneamente interrotto, dai moli portuali e dalle scogliere frangiflutti, realizzate a breve distanza dalla costa. Le opere perpendicolari alla riva, inclusi i pennelli, determinano, infatti, processi sedimentari, e quindi avanzamenti della spiaggia, dalla parte ove provengono le correnti di spiaggia ed impoverimenti dalla parte opposta. Anche le scogliere frangiflutti, pur attuando un'efficace protezione dalle mareggiate, determinano effetti analoghi: provocano, infatti, ripascimenti all'inizio delle loro successioni, ma spostano l'erosione nei successivi tratti costieri non protetti. Dalla seconda metà del XX secolo in poi, il progressivo incremento della subsidenza ed il concomitante graduale innalzamento del livello marino sono divenuti determinanti nei fenomeni erosivi in atto nel litorale romagnolo, data la scarsità di materiali idonei al ripascimento delle spiagge. Infatti la subsidenza, nei 55 anni tra il 1950 e il 2005, ha causato un abbassamento del suolo di settanta centimetri a Rimini e di oltre un metro da Cesenatico al Delta del Po<sup>138</sup>. Inoltre l'incremento medio del livello marino negli ultimi 50 anni è stato di 1,8 millimetri all'anno<sup>139</sup>: un graduale aumento determinato dalla lenta, ma progressiva, fusione dei ghiacciai, provocata dalla variazione climatica in atto.

La Regione Emilia-Romagna, dalla fine degli anni '70 del secolo scorso, ha sistematicamente affrontato la problematica del proprio litorale, conseguendo importanti risultati conoscitivi ed operativi<sup>140</sup>. Specifiche

<sup>137</sup> Non sono disponibili elementi in merito a possibili cambiamenti nell'ultimo secolo nella velocità e nella capacità di trasporto delle correnti di spiaggia, conseguentemente a significative variazioni nel regime dei venti e quindi del moto ondoso. È noto però che anche in passato la direzione prevalente del moto dei materiali lungo la spiaggia romagnola è stata prevalentemente da sud verso nord, tuttavia, come ha dimostrato Antonio Veggiani, la capacità di trasporto è variata attraverso i tempi. Infatti, mentre in epoca romana è giunta a trasportare ghiaie dal Metauro fino al ravennate, attualmente queste non riescono a superare i moli portuali di Pesaro.

<sup>138</sup> PRETI, RUGGERI, *La subsidenza della fascia costiera emiliano-romagnola: storia, problemi e prospettive*, cit., p. 9. La subsidenza ha provocato notevoli fenomeni di acqua alta a Cesenatico, che hanno richiesto importanti interventi volti a porre sotto controllo la situazione. Si tratta, in ogni caso, di un processo irreversibile e difficilmente contenibile in quanto, pur con una certa tendenza alla riduzione, è ancora in continuo aggravamento e manca un adeguato e compensativo apporto di sabbia idonea al ripascimento della spiaggia.

<sup>139</sup> F. ANTONIOLI, S. SILENZI, *Variazioni relative del livello del mare e vulnerabilità delle pianure costiere italiane*, Quaderni della Società Geologica Italiana, n. 2, ottobre 2007, p. 14. Nel determinare l'aumento medio annuo del livello marino sono state considerate centinaia di stazioni in tutto il mondo, depurate della rispettiva componente isostatica.

<sup>140</sup> IDROSER, *Piano progettuale per la difesa della costa adriatica emiliano-romagnola. Relazione generale*, Regione Emilia-Romagna, Bologna 1981, pp. 386; ID., *Progetto di piano per la*

ricerche sulle variazioni della costa, hanno posto in evidenza il persistere dell'erosione marina nella costa romagnola, sia pure con variazioni di intensità e di posizione correlabili anche agli interventi di difesa eseguiti. Le *tabelle n. 7 e n. 8* e il grafico<sup>141</sup>, riportato nella figura n. 5, forniscono una sintesi schematica dei risultati di tali indagini <sup>142</sup>.

Tabella n. 7 – Variazioni indicative della linea di spiaggia romagnola (1968-1978)

Litorale considerato		Velocità medie					
Tratto da	km	Avanzamento		Stabile		Arretramento	
		km	m/anno	km	m/anno	km	m/anno
Porto di Cattolica a Porto di Rimini	19,4	13,0	+ 1÷3	3,5	-	2,9	- 6÷7
Porto di Rimini a Porto di Cesenatico	20,0	14,1	+ 1÷2	-	-	5,9	- 1÷2
Porto di Cesenatico a Foce del Savio	14,2	11,2	+ 1÷2	-	-	3,0	- 1÷2
Foce del Savio a Porto Corsini	19,8	15,0	+ 1÷2	-	-	4,8	- 4÷5
Porto Corsini a Foce del Reno	14,4	3,9	+ 1÷7	-	-	10,5	- 4÷5

Gli interventi di difesa dall'erosione marina, avviati negli anni '30 del XX secolo e ripresi nel dopoguerra, hanno protetto oltre la metà delle spiagge emiliano-romagnole (circa 74 chilometri) con scogliere parallele emerse (circa 40 chilometri), con scogliere radenti, con scogliere semi-sommerse, con barriere in sacchi e con pennelli trasversali. Poiché que-

*difesa dal mare e la riqualificazione ambientale del litorale della regione Emilia-Romagna. Relazione generale*, Regione Emilia-Romagna, Bologna 1996, pp. 365. ARPA EMILIA-ROMAGNA, *Erosione costiera*, capitolo 9 dell'«Annuario regionale dei dati ambientali edizione 2009», [www.arpa.emr.it/cms3/documenti/\\_cerca\\_doc/stato\\_ambiente/annuario2009/cap\\_09c.pdf](http://www.arpa.emr.it/cms3/documenti/_cerca_doc/stato_ambiente/annuario2009/cap_09c.pdf), pp. 755-782.

<sup>141</sup> ARPA EMILIA-ROMAGNA, *Erosione costiera*, cit., p. 767.

<sup>142</sup> Va tenuto conto che lo studio regionale ha suddiviso la spiaggia emiliano-romagnola, che va da Cattolica alla Foce del Po di Volano in sei macrocelle, alle quali ha aggiunto la settima costituita dalla Sacca di Goro.

Tabella n. 8 – Tendenza evolutiva del litorale emiliano-romagnolo al 1993

Tratto considerato	Lunghezza totale km	Settori		
		In avanz. km	Stabili km	In arretr. km
Cattolica-Rimini	19	8	7	4
Rimini-Cesenatico	20	4	9	7
Cesenatico-Foce del Savio	14	-	9	5
Foce del Savio-Porto Corsini	20	6	8	6
Porto Corsini-Porto Garib.	21	7	10	4
Porto Garib.-Foce Po di V.	18	7	6	5
Sacca di Goro	18	7	10	1
Totale	130	39	59	32

ste opere di difesa, pur riducendo efficacemente l'energia del moto ondoso, hanno un notevole impatto paesaggistico ambientale, la Regione Emilia-Romagna ha poi promosso il ripascimento artificiale delle spiagge, che permette di allargare in breve tempo gli arenili, sfruttando la capacità di trasporto delle correnti di spiaggia. Tra il 1983 e il 2007 sono stati, infatti, apportati nel litorale emiliano-romagnolo circa 8 milioni di metri cubi di sabbia, di cui 3 milioni tra il 1983 e il 1999 e 5 milioni tra il 2000 e il 2007, provenienti dapprima da cave nell'entroterra e subordinatamente da accumuli litoranei, poi, dopo il 2000, soprattutto da depositi sottomarini o da spiagge in avanzamento (70% del totale), ma anche da cave nell'entroterra, da scavi edili e da dragaggi di porti e darsene. Nel litorale romagnolo ripascimenti di questo tipo hanno interessato essenzialmente i tratti tra Cattolica e Rimini e tra Cesenatico e Porto Garibaldi <sup>143</sup>.

Anche nell'entroterra la Regione ha assunto importanti iniziative tecniche e legislative idonee a favore della stabilizzazione della costa, come il blocco delle estrazioni dagli alvei fluviali e la costruzione di rilevanti opere acquedottistiche per approvvigionare gli insediamenti litoranei, incidendo così sulle cause locali della subsidenza. Tutto ciò ha già migliorato la situazione. Infatti, ormai solo il 20% del litorale emiliano-romagnolo richiede continui interventi di protezione. Delle restanti parti il 33% è in sostanziale equilibrio, a causa dell'efficienza delle opere rigide

<sup>143</sup> ARPA EMILIA-ROMAGNA, *Erosione costiera*, cit., pp. 772-779.

presenti e dei ripascimenti effettuati, e il 47% è costituito da spiagge stabili prive di difese (27%) o in fase di accumulo (20%). La stabilità e l'evoluzione futura del litorale continuano però ad essere minacciate dal persistere del continuo incremento della subsidenza aggravato dal progressivo innalzamento del livello marino.

Questo rapido esame delle conseguenze dell'intervento antropico nell'evoluzione geomorfologica del territorio romagnolo ha posto in evidenza gli effetti negativi sull'assetto ambientale, determinati, ad un tempo, dall'indiscutibile necessità umana di utilizzarne le risorse e dalla scarsa consapevolezza degli esiti delle proprie azioni. Ne è scaturita una situazione allarmante, specie per quanto concerne il dissesto idrogeologico, la cattiva gestione delle risorse ambientali e l'erosione marina. Sono tuttavia ormai disponibili conoscenze e capacità tecniche idonee non solo a rendere compatibili le esigenze umane e gli equilibri ambientali, ma anche a correggere gli aspetti negativi dello stato di fatto. A questo punto bisogna fermarsi, riflettere e rimboccarsi le maniche.

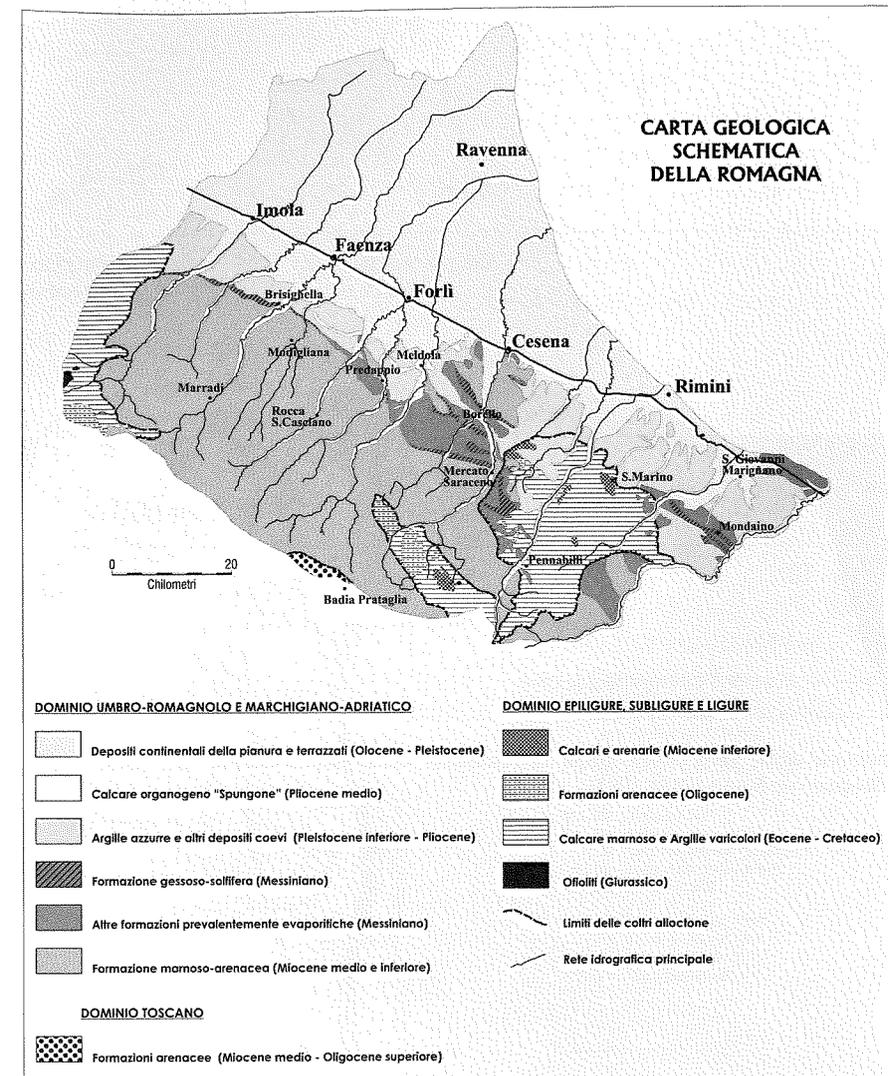


Fig. 1 – Carta geologica schematica della Romagna.

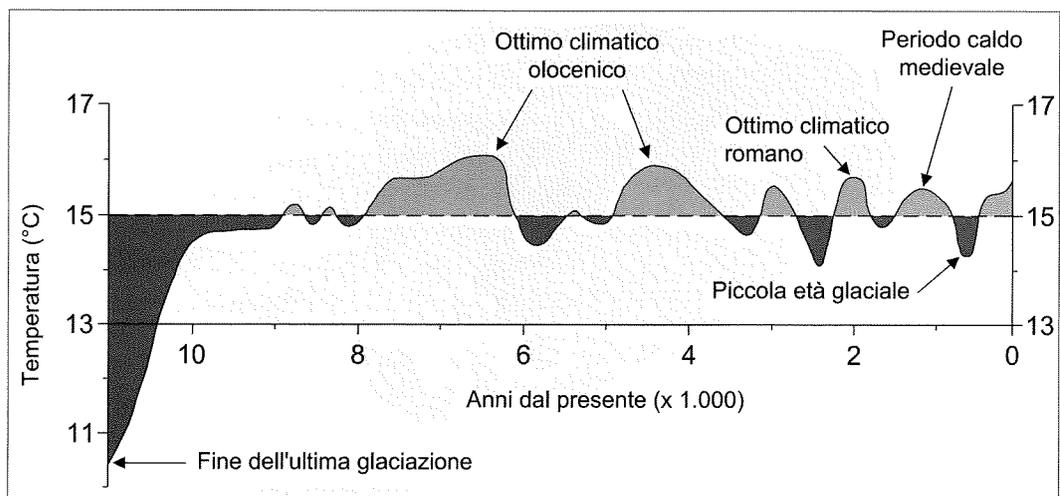


Fig. 2 - Variazioni della temperatura media nell'emisfero settentrionale durante gli ultimi undicimila anni (ridisegnato da SCHÖNWIESE 1995).

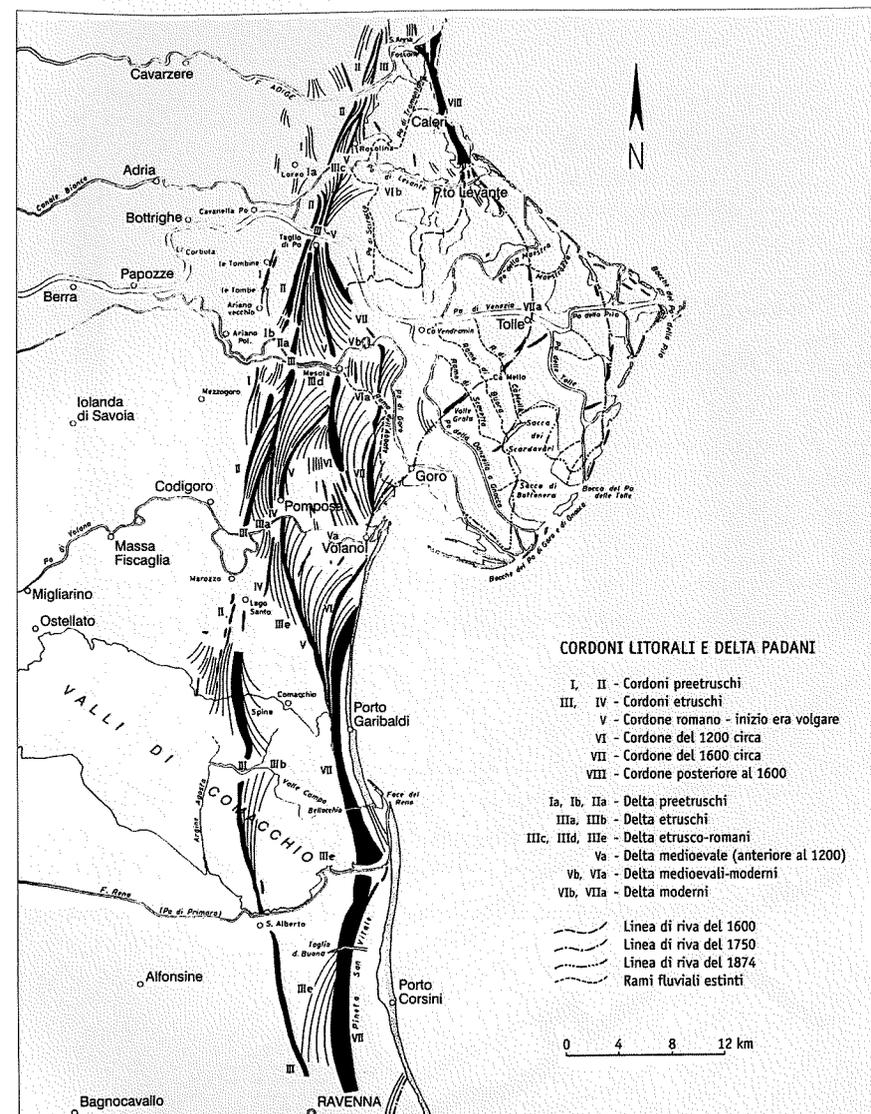


Fig. 3 - Evoluzione del delta del Po dai tempi etruschi in poi (da CIABATTI 1966).

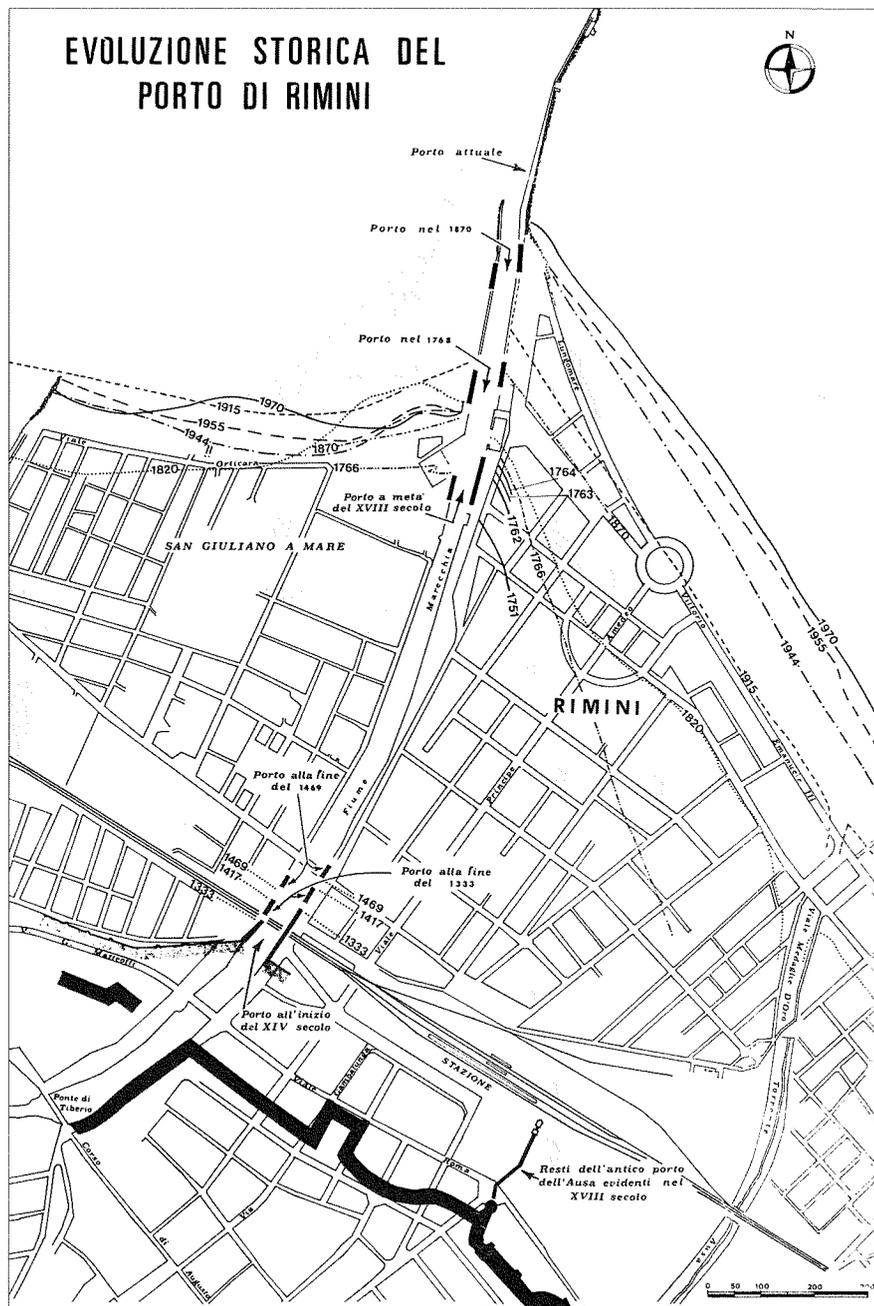


Fig. 4 – Sviluppo storico del delta del Marecchia e del porto di Rimini (da ANTONIAZZI 1976).

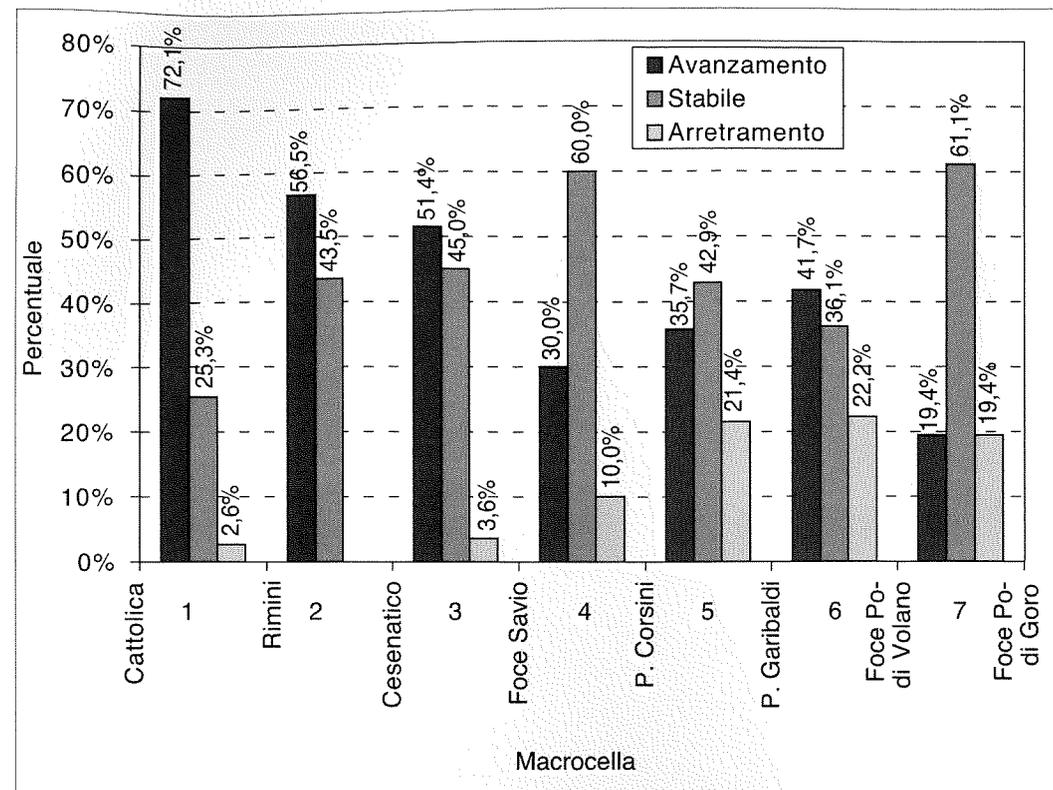


Fig. 5 – Variazioni della linea di costa emiliano-romagnola nel periodo 1998-2006 (da ARPA 2009).