

## AUTOSTRADA (A14) : BOLOGNA-BARI-TARANTO

### AMPLIAMENTO ALLA TERZA CORSIA DEL TRATTO RIMINI NORD-PEDASO

TRATTO: CATTOLICA - FANO

OPERE COMPENSATIVE COMUNE DI PESARO

### PROGETTO DEFINITIVO


#### DOCUMENTAZIONE GENERALE

#### GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA NUOVO SVINCOLO DI PESARO SUD

#### RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E D'INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

<b>IL GEOLOGO</b> Dott. Vittorio Boerio Ord. Geol. Lombardia N.794 RESPONSABILE UFFICIO GEO	<b>IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</b> Ing. Michele Angelo Parrella Ord. Ingg. Avellino N.933 CAPO COMMESSA/PROJECT ENGINEER	<b>IL DIRETTORE TECNICO</b> Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano N. 16492 RESPONSABILE DIREZIONE OPERATIVA TECNICA E PROGETTAZIONE
--	---	---

WBS	RIFERIMENTO ELABORATO							DATA: MARZO 2015	REVISIONE	
	DIRETTORIO			FILE					n.	data
=	codice commessa	N.Prog.	unita'	ufficio	n. progressivo	Rev.				
=	11143101	STP	GE	00010	--		SCALA: -			

 <b>ingegneria europea</b>	<b>PIANIFICAZIONE COMMESSE</b> Ing. Massimiliano Giacobbi Ord. Ingg. Milano N. 20746	<b>ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI :</b>	
		<b>ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI :</b>	Dott. Geol. Barbara Tognala
<b>CONSULENZA A CURA DI :</b>	-	<b>IL RESPONSABILE UNITA' STP :</b>	Ing. Andrea Tanzi Ord. Ingg. Parma N.1154

	<b>VISTO DEL COMMITTENTE</b>  Geom. Mauro MORETTI	<b>VISTO DEL CONCEDENTE</b>  Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI
--	--	---

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>RICERCA BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE .....</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....</b>	<b>12</b>
5.1	APPENNINO UMBRO MARCHIGIANO.....	13
5.2	AVANFOSSA MARCHIGIANA.....	15
<b>6</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO .....</b>	<b>18</b>
6.1	FASCIA MONTANA.....	18
6.2	FASCIA PEDEMONTANA.....	19
6.3	LE PIANURE .....	19
6.4	FASCIA COSTIERA .....	21
<b>7</b>	<b>IDROGRAFIA E IDROLOGIA .....</b>	<b>23</b>
<b>8</b>	<b>INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE.....</b>	<b>25</b>
8.1	COMPLESSI IDROGEOLOGICI DELLE PIANURE ALLUVIONALI.....	25
8.2	COMPLESSO IDROGEOLOGICO DELLA SEQUENZA PLIO-PLEISTOCENICA .....	27
8.3	COMPLESSO IDROGEOLOGICO DEI DEPOSITI TERRIGENI .....	29
8.4	CHIMISMO DELLE ACQUE .....	30
<b>9</b>	<b>CARATTERISTICHE SISMICHE GENERALI .....</b>	<b>32</b>
9.1	SISMICITÀ STORICA .....	33
9.2	SISMICITÀ RECENTE (2005 – 20015).....	36
9.3	FAGLIE CAPACI .....	39

9.4	STRUTTURE SISMOGENETICHE.....	42
9.5	EVOLUZIONE RECENTE DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA.....	48
<b>10</b>	<b>CARTOGRAFIA E LEGENDA GEOLOGICA.....</b>	<b>55</b>
10.1	SUCCESSIONI QUATERNARIE.....	55
10.2	SUCCESSIONI MARINE PLIO-QUATERNARIE.....	56
10.3	SUCCESSIONI MARINE MIO-PLIOCENICHE.....	57
<b>11</b>	<b>CARTOGRAFIA E LEGENDA GEOMORFOLOGICA .....</b>	<b>58</b>
11.1	FORME STRUTTURALI .....	58
11.2	FORME DI VERSANTE DOVUTE ALLA GRAVITA' .....	59
11.3	FORME FLUVIALI DOVUTE AL DILAVAMENTO.....	60
11.4	FORME ANTROPICHE .....	61
<b>12</b>	<b>VERIFICA DI PAI, IFFI , PRG .....</b>	<b>62</b>
12.1	PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI).....	62
12.2	INVENTARIO FENOMENI FRANOSI IN ITALIA (PROGETTO IFFI).....	64
<b>13</b>	<b>CARTOGRAFIA DEI COMPLESSI IDROGEOLOGICI E LEGENDA.....</b>	<b>65</b>
13.1	COMPLESSI DEI DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI .....	65
13.2	COMPLESSI DEI DEPOSITI MARINI PLIO-QUATERNARI E DI AVANFOSSA ADRIATICA.....	65
13.3	COMPLESSI DEI DEPOSITI TERRIGENI.....	66
<b>14</b>	<b>DESCRIZIONE DEI TRACCIATI.....</b>	<b>67</b>
<b>15</b>	<b>PRINCIPALI ELEMENTI GEOLOGICI DI INTERESSE INGEGNERISTICO.....</b>	<b>71</b>
<b>16</b>	<b>MONITORAGGIO PIEZOMETRICO .....</b>	<b>73</b>
<b>17</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>75</b>

## 1 PREMESSA

Il presente studio è stato redatto a supporto della progettazione definitiva del nuovo svincolo di Pesaro sud, questo intervento si inserisce in un progetto più ampio relativo alla progettazione definitiva delle opere compensative nel comune di Pesaro.

Lo scopo del lavoro consiste nell'illustrare gli elementi geologici, geomorfologici ed idrogeologici di inquadramento utili a focalizzare i principali aspetti progettuali riconducibili alla natura ed alle caratteristiche dei terreni interessati dall'intervento in progetto.

Il presente lavoro prende spunto da un precedente studio geologico relativo alla progettazione esecutiva per l'ampliamento alla 3<sup>a</sup> corsia del tratto di A14 compreso tra Cattolica e Fano. Le attività di studio sono state articolate secondo il seguente schema:

- inquadramento e caratterizzazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica, ottenuta mediante la ricerca bibliografica di dati pregressi ed esecuzione di una specifica campagna d'indagine geognostica. L'intera area di studio è stata descritta per ambiti omogenei di inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico.

Nell'ambito degli obiettivi precedentemente esposti, si intende definire quanto segue:

- unità geologiche presenti, sulla base di una caratterizzazione litologico-tecnica e strutturale delle singole formazioni che, nel contempo, tenga conto delle classificazioni litostratigrafiche e cronostatigrafiche convenzionali;
- assetto geomorfologico del territorio con particolare riferimento ai fenomeni in atto.

L'obiettivo è stato raggiunto redigendo elaborati planimetrici in scala 1:5.000 quali la planimetria di ubicazione delle indagini geognostiche, la carta geologica, la carta geomorfologica, la cartografia PAI e la carta dei complessi idrogeologici oltre a profili geologici longitudinali in scala 1:5.000 e 1:5.000/500.

La presente relazione descrive quanto rappresentato negli elaborati grafici allegati al progetto. La relazione contiene anche un capitolo di sismica generale, che inquadra il territorio dal punto di vista della sismicità; ed un capitolo di inquadramento idrogeologico, che

espone un quadro conoscitivo utilizzabile come punto di partenza per studi quantitativi di idrologia sotterranea.

La definizione dell'accelerazione sismica di riferimento, della quota di falda di progetto, delle interferenze fra infrastruttura e la falda idrica, la stima quantitativa dei volumi potenzialmente instabili, la definizione degli interventi di minimizzazione / stabilizzazione, la caratterizzazione delle terre provenienti dagli scavi in ordine alla loro possibile riutilizzabilità, la definizione del modello geotecnico, i criteri per la scelta delle fondazioni delle opere, non sono argomenti oggetto della presente relazione geologico – geomorfologica. Qualora la progettazione delle opere in argomento e/o i vincoli territoriali implicassero la definizione dei tematismi sopra elencati, essi sarebbero sviluppati nell'ambito di specifiche relazioni ingegneristiche.

## 2 RICERCA BIBLIOGRAFICA

Per la redazione dello studio è stata utilizzata la documentazione disponibile, sia attraverso pubblicazioni di settore, sia interessando gli enti e istituzioni territorialmente competenti.

In coda alla relazione sono riportati i riferimenti bibliografici relativi a tutta la documentazione reperita, utilizzata e citata nel testo.

I dati di base utili all'inquadramento geologico e geomorfologico dell'area in esame sono stati ricavati dai seguenti documenti:

- Carta Geologica d'Italia 1:50.000 (Progetto CARG): Foglio 268 Pesaro
- Geoportale Regione Marche: cartografia on-line (Carta Geologica Regionale, edizione CTR scala 1:10.000, sezioni 268080-268100-268110-268120)
- Comune di Pesaro: Cartografia online annessa al PRG
- Autorità di Bacino Marche - Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) dei bacini di rilievo regionale approvato con Deliberazione di Consiglio Regionale n. 116 del 21/01/2004
- Inventario Fenomeni Franosi (Progetto IFFI)
- Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) – classificazione sismica
- Dipartimento di Protezione Civile (Presidenza del Consiglio dei Ministri) - Classificazione Sismica
- Regione Marche, dipartimento di Protezione Civile – Rischio sismico Regione Marche.

### 3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Le Marche costituiscono la parte meridionale più esterna dell'Appennino settentrionale; l'aspetto orografico di questa regione è molto diversificato e può essere suddiviso in tre fasce longitudinali, che da ovest ad est sono: la fascia pre-appenninica, la fascia appenninica propriamente detta e la fascia sub-appenninica.

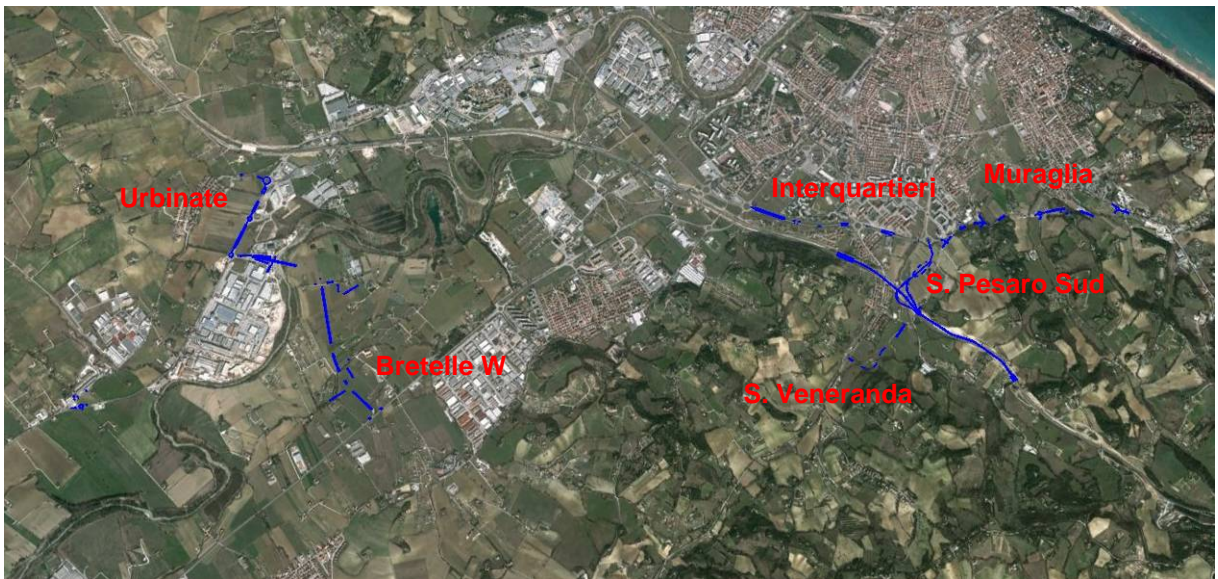
In particolare, la fascia sub-appenninica in cui si colloca l'area di studio, è estesa ad oriente fino al litorale Adriatico, essenzialmente collinare, ad eccezione della parte pedemontana che da Cingoli si spinge fino ai M.ti della Laga, dove si raggiungono quote elevate fino ai 1.954 m s.l.m. di Colle la Tana. Locali aree più elevate, quali i M.ti della Cesana, il M. Conero, la dorsale di Cingoli, la dorsale di Acquasanta, interrompono l'uniformità del paesaggio collinare di questa fascia.



Fig. 1 - Individuazione del tratto in esame (Atlante stradale De Agostini, ridisegnato).

Le opere interessate dalla progettazione ricadono nella porzione centro orientale del comune di Pesaro nel tratto compreso tra il km 160+500 ed il km 162+200 dell'autostrada A14, nella porzione di territorio posta a nord-est del tracciato autostradale tra via Italo Bonini Bonino e la strada Pantano Castagni, in prossimità della località Santa Veneranda.

Lo Svincolo di Pesaro sud si sviluppa nella valle del Rio Genica con andamento all'incirca parallelo a quello del corso d'acqua ed interseca il tracciato dell'autostrada A14 all'altezza del km 161+050 circa. L'area del casello si sviluppa nella piana alluvionale mentre le rampe lambiscono, mantenendosi a quote di circa 30 m s.l.m., la parte basale dei rilievi collinari che raggiungono in questa zona quota di circa 75 m s.l.m. Morfologicamente l'area è caratterizzata da blandi rilievi collinari degradanti verso mare e da una estesa pianura alluvionale.



*Fig. 2 - Inquadramento geografico dell'area.*



#### **4 INDAGINI GEOGNOSTICHE**

Le indagini geognostiche finalizzate alla progettazione dello svincolo di Pesaro sud, sono state condotte contestualmente alle indagini sviluppate per la progettazione delle Opere Compensative nel Comune di Pesaro di cui di seguito si riporta una sintesi. In particolare, per la progettazione dei tratti stradali è stata predisposta una campagna di indagini geognostiche (indagini in sito e prove di laboratorio) condotta in diverse fasi: 2009, 2010, oltre ad una campagna integrativa condotta nei mesi di aprile maggio e dicembre 2014.

Le indagini geognostiche sono state eseguite, come previsto dalla norma vigente, sulla base di un progetto redatto in maniera multidisciplinare dalla figure indicate, secondo la seguente suddivisione di responsabilità: dal geologo responsabile dell'ufficio geologia (GEO) per quanto riguarda la componente geologica; dall'ingegnere responsabile dell'ufficio opere all'aperto (APE) per quanto riguarda la caratterizzazione geotecnica delle terre; dall'ingegnere responsabile dell'ufficio idraulica (IDR) per quanto riguarda l'idrologia sotterranea e dall'ingegnere responsabile del monitoraggio ambientale (MAM) per quanto riguarda la caratterizzazione chimica delle acque e delle terre da scavo.

Alle indagini sopra menzionate si affianca la geognostica pregressa realizzata per la progettazione alla 3<sup>a</sup> corsia dei tratti autostradale compresi tra Cattolica - Fano. In particolare le indagini sono distinte in tre fasi di cui la prima (fase A) è stata condotta durante i primi mesi del 2003, la seconda nell'inverno 2004-2005 (fase B) e l'ultima (fase E) nel primo semestre 2006.

Nei paragrafi seguenti si sintetizza brevemente la tipologia delle indagini effettuate, con particolare riguardo a quelle in sito, particolarmente utili ai fini della ricostruzione geologica del sottosuolo.

##### *Indagini geognostiche opere compensative (campagna 2014):*

Sono stati realizzati complessivamente n. 12 sondaggi geognostici, dei quali 8 eseguiti a carotaggio continuo ed 4 a distruzione di nucleo spinti a profondità variabili fino a 40 m da p.c, oltre a n. 13 pozzetti esplorativi superficiali.

Nei fori di sondaggio, sono state eseguite prove di permeabilità tipo Lefranc, prove pressiometriche di tipo Menard, prove penetrometriche dinamiche tipo SPT, oltre al prelievo

di campioni rimaneggiati e indisturbati. I fori di sondaggio sono stati generalmente attrezzati con strumentazione piezometrica dedicata al monitoraggio della falda; in alcuni casi è stata anche installata la tubazione per l'esecuzione di prove sismiche in foro tipo Cross – Hole (n. 3 prove sismiche in foro tipo Cross-Hole all'interno di coppie di fori di sondaggio appositamente strumentati). Nei pozzetti esplorativi sono state eseguite prove di carico su piastra e di densità in sito.

Sui campioni prelevati in sondaggio ed in pozzetto è stata eseguita una caratterizzazione geotecnica comprendente prove fisiche e meccaniche finalizzate alla determinazione delle caratteristiche di resistenza e di compressibilità dei litotipi attraversati.

Sono state infine eseguiti 59 campionamenti finalizzati ad analisi chimico ambientali del terreno , in accordo alla normativa ambientale (verifica della rispondenza dei terreni in ottemperanza a quanto prescritto dal Testo Unico Ambientale - Allegato 5 Tabella 1 colonne A e B Dlgs. 152/2006 e succ.).

Di queste indagini ricadono in prossimità dello Svincolo di Pesaro sud n. 2 pozzetti esplorativi (con prelievo di campioni ambientali) e n. 10 pozzetti ambientali.

*Indagini geognostiche opere compensative (campagna 2010 - OC):*

Sono stati realizzati complessivamente n. 4 sondaggi geognostici eseguiti a carotaggio continuo spinti a profondità variabili fino a 40 m da p.c, oltre a n. 6 pozzetti esplorativi superficiali.

Nei fori di sondaggio, sono state eseguite prove di permeabilità tipo Lefranc, prove penetrometriche dinamiche tipo SPT, oltre al prelievo di campioni rimaneggiati e indisturbati. I fori di sondaggio sono stati attrezzati con strumentazione piezometrica dedicata al monitoraggio della falda. Nei pozzetti esplorativi sono state eseguite prove di carico su piastra e di densità in sito.

Sui campioni prelevati in sondaggio ed in pozzetto è stata eseguita una caratterizzazione geotecnica comprendente prove fisiche e meccaniche finalizzate alla determinazione delle caratteristiche di resistenza e di compressibilità dei litotipi attraversati.

Di queste indagini ricadono in prossimità dello Svincolo di Pesaro sud n. 1 sondaggio geognostico S(OC)4.

Indagini geognostiche opere compensative (campagna 2009 - OCP):

Sono stati realizzati complessivamente n. 6 sondaggi geognostici eseguiti a carotaggio continuo spinti a profondità variabili fino a 35 m da p.c. oltre a n. 10 pozzetti esplorativi superficiali.

Nei fori di sondaggio, sono state eseguite prove di permeabilità tipo Lefranc, prove penetrometriche dinamiche tipo SPT, oltre al prelievo di campioni rimaneggiati e indisturbati. I fori di sondaggio sono stati attrezzati con strumentazione piezometrica dedicata al monitoraggio della falda. Nei pozzetti esplorativi sono state eseguite prove di carico su piastra e di densità in sito.

Sui campioni prelevati in sondaggio ed in pozzetto è stata eseguita una caratterizzazione geotecnica comprendente prove fisiche e meccaniche finalizzate alla determinazione delle caratteristiche di resistenza e di compressibilità dei litotipi attraversati.

Di queste indagini ricadono in prossimità dello Svincolo di Pesaro sud n. 2 sondaggi geognostici S(OCP)4, S(OCP)5 e n. 2 pozzetti esplorativi.

Indagini geognostiche FASE E (campagna 2006 per ampliamento 3<sup>a</sup> corsia A14)

Le opere Compensative si sviluppano in un settore del territorio comunale di Pesaro compreso tra il km 155+00 ed il km 162+300 dell'autostrada A14, in questo tratto sono state eseguiti I:

- sondaggi geognostici verticali eseguiti a carotaggio continuo spinti a profondità variabile, con esecuzione di prove in foro tipo SPT, prove di permeabilità di tipo Lefranc e prove pressiometriche di tipo Menard e prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati; installazione di strumentazione piezometrica e di strumentazione per la realizzazione di analisi sismiche in foro tipo Down-Hole;
- prove penetrometriche dinamica (DPSH) eseguita dalla sede autostradale, spinta a fino a 15 m da p.c.;

- pozzetti esplorativi superficiali, spinti a profondità variabile fino a 4 m da p.c., con esecuzione di prove di carico su piastra, determinazioni della densità in sito e prelievo di campioni rimaneggiati da sottoporre a prove di caratterizzazione fisica (granulometrie e limiti);
- prove geotecniche di laboratorio sui campioni prelevati dai sondaggi geognostici e dai pozzetti esplorativi, costituite da prove di caratterizzazione fisica (granulometrie e limiti) e prove meccaniche con determinazione delle caratteristiche di resistenza.
- Sono state inoltre realizzate analisi chimico-ambientali su campioni di terreno prelevati in quattro punti lungo il corpo autostradale esistente (nel tratto tra il km 155+00 ed il km 162+300). Le analisi sono state finalizzate alla verifica della rispondenza dei terreni in ottemperanza a quanto prescritto dal Testo Unico Ambientale (colonne A e B Dlgs. 152/2006, Allegato 5 Tabella 1).

*Indagini geognostiche FASE B (campagna 2004-2005 per ampliamento 3<sup>a</sup> corsia A14)*

Le opere Compensative si sviluppano in un settore del territorio comunale di Pesaro compreso tra il km 155+00 ed il km 162+300 dell'autostrada A14, in questo tratto sono state eseguiti:

- Sondaggi geognostici verticali eseguiti a carotaggio continuo, spinti a profondità variabili con esecuzione di prove in foro SPT, prove di permeabilità di tipo Lefranc, prove pressiometriche di tipo Menard e prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati; installazione di strumentazione piezometrica.
- Prove penetrometriche statiche (CPTU).
- Pozzetti esplorativi superficiali, spinti a profondità variabile fino a 4 m da p.c., con esecuzione di prove di carico su piastra, determinazioni della densità in sito e prelievo di campioni rimaneggiati;
- Prove geotecniche di laboratorio sui campioni prelevati dai sondaggi geognostici e dai pozzetti esplorativi, costituite da prove di caratterizzazione fisica (granulometrie e limiti) e prove meccaniche con determinazione delle caratteristiche di resistenza. Sono inoltre

state eseguite prove di laboratorio finalizzate alle verifiche di idoneità per il recupero delle terre mediante trattamento a leganti idraulici (calce).

Indagini geognostiche FASE A (campagna 2003 per ampliamento 3<sup>a</sup> corsia A14)

Le opere Compensative si sviluppano in un settore del territorio comunale di Pesaro compreso tra il km 155+00 ed il km 162+300 dell'autostrada A14, in questo tratto sono state eseguiti:

- Sondaggi geognostici verticali eseguiti a carotaggio continuo ed a distruzione di nucleo, spinti a profondità variabili, con esecuzione di prove in foro tipo SPT e prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati; installazione di strumentazione piezometrica e di strumentazione per la realizzazione di analisi sismiche in foro tipo Cross-Hole;
- Prove penetrometriche statiche con punta elettrica (CPT-E);
- Pozzetti esplorativi superficiali, spinti a profondità variabile fino a 4 m da p.c., con esecuzione di prove di carico su piastra e prelievo di campioni rimaneggiati;
- Prova sismica in foro tipo Cross-Hole all'interno di coppie di fori di sondaggio appositamente strumentati.
- Prove geotecniche di laboratorio sui campioni prelevati dai sondaggi geognostici e dai pozzetti esplorativi, costituite da prove di caratterizzazione fisica (granulometrie e limiti) e prove meccaniche con determinazione delle caratteristiche di resistenza.
- Alle indagini sopra menzionate si affianca la geognostica pregressa, realizzata in periodi differenti per conto di Autostrade.

Tutte le indagini geognostiche disponibili sono state riportate negli elaborati cartografici in scala 1:5000 in funzione della loro reale ubicazione plano-altimetrica (planimetria di ubicazione delle indagini geognostiche, elaborato GEO0004) con simbologia differente in relazione al tipo di indagine ed al tipo di strumentazione installata.

## 5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area marchigiana è caratterizzata da una notevole complessità geologica, in quanto interessata da formazioni ed unità provenienti da domini paleogeografici e strutturali anche molto diversi; in particolare si individuano due settori principali: l'Appennino Umbro-Marchigiano, in cui affiorano alcune tra le formazioni più antiche che si rinvengono nella catena appenninica, e l'Avanfossa Marchigiana.

L'Umbro - Marchigiano è un settore paleo-geografico che, a partire dal Giurassico, si è differenziato dalla Piattaforma carbonatica laziale - abruzzese in seguito all'azione di una importante fase tettonica distensiva (entrambi questi domini appartengono all'Appennino centrale).

L'Avanfossa invece è suddivisibile in Bacino Marchigiano Interno ed in Bacino Marchigiano Esterno, si è formata in seguito alle prime fasi di corrugamento mioceniche che hanno determinato l'individuazione di bacini di avanfossa orientati in senso appenninico e progressivamente migranti verso est.

Le peculiari caratteristiche della fascia di territorio in oggetto consentono di effettuare una distinzione in unità geologico - strutturali sulla base della litostratigrafia e dell'assetto tettonico. Infatti una fase tettonica compressiva, iniziata nel Tortoniano, ha determinato notevoli raccorciamenti ed ispessimenti in corrispondenza della catena appenninica, formando complessi edifici a thrust con vergenza orientale; tali strutture compressive, accompagnate dalla formazione di bacini di avanfossa, si sono progressivamente spostate nel tempo da W verso E ed oggi si ritrovano, sepolte sotto i sedimenti marini, al largo della costa.

La fase compressiva termina nel Pliocene inferiore nell'ambito della porzione interna della catena (Calamita et alii, 1990), mentre continua lungo la costa adriatica (Dramis et alii, 2002), seguita a sua volta da una fase tettonica distensiva, che ha determinato lo sviluppo di faglie normali di notevole rigetto, a principale direzione appenninica e ribassanti verso W.

Nel Pleistocene inferiore un generale sollevamento ha determinato un forte approfondimento dei sistemi idrografici (Conti et alii, 1983; Gentili & Pambianchi, 1987); infine durante tutto il Quaternario domina la morfogenesi da parte degli agenti esogeni, che si sovrappone ai processi tettonici e sedimentari (Passeri, 1994).

Di seguito saranno descritte le principali unità geologico - strutturali, corrispondenti all'Appennino Umbro - Marchigiano e all'Avanfossa Marchigiana.

### **5.1 APPENNINO UMBRO MARCHIGIANO**

L'Appennino Umbro-Marchigiano non è direttamente attraversato dal tracciato autostradale e risulta compreso tra il dominio umbro interno (disposto ad W) e l'Avanfossa marchigiana (disposta ad E), corrisponde all'area di catena in cui dominano i rilievi carbonatici (Fig. 3).

Dal punto di vista litologico, l'Appennino Umbro-Marchigiano è caratterizzato da successioni sedimentarie prevalentemente pelagiche, in cui la parte basale è riferibile ad ambienti sedimentari di acqua bassa, ascrivibili al Trias sup. - Liassico inf.

I litotipi rilevati sono infatti costituiti da evaporiti (Anidridi di Burano), calcari e marne (Formazione del Monte Cetona), che giacciono al di sotto di calcari appartenenti alla formazione del Calcare Massiccio.

La parte superiore (ambiente pelagico ed emipelagico) è costituita da sedimenti calcareo - marnosi ed argillosi del Giurassico – Paleogene, che procedendo dal basso verso l'alto della serie sono inquadrabili nell'ambito delle seguenti formazioni: Corniola, Marne del M. Serrone, Rosso Ammonitico, Calcari e Marne a Posidonia, Calcari Diasprigni, Calcare a Saccocoma ed Aptici, Bugarone, Maiolica, Marne a Fucoidi, Scaglia Bianca, Scaglia Rossa, Scaglia Variegata e Scaglia Cinerea (Passeri, 1994).

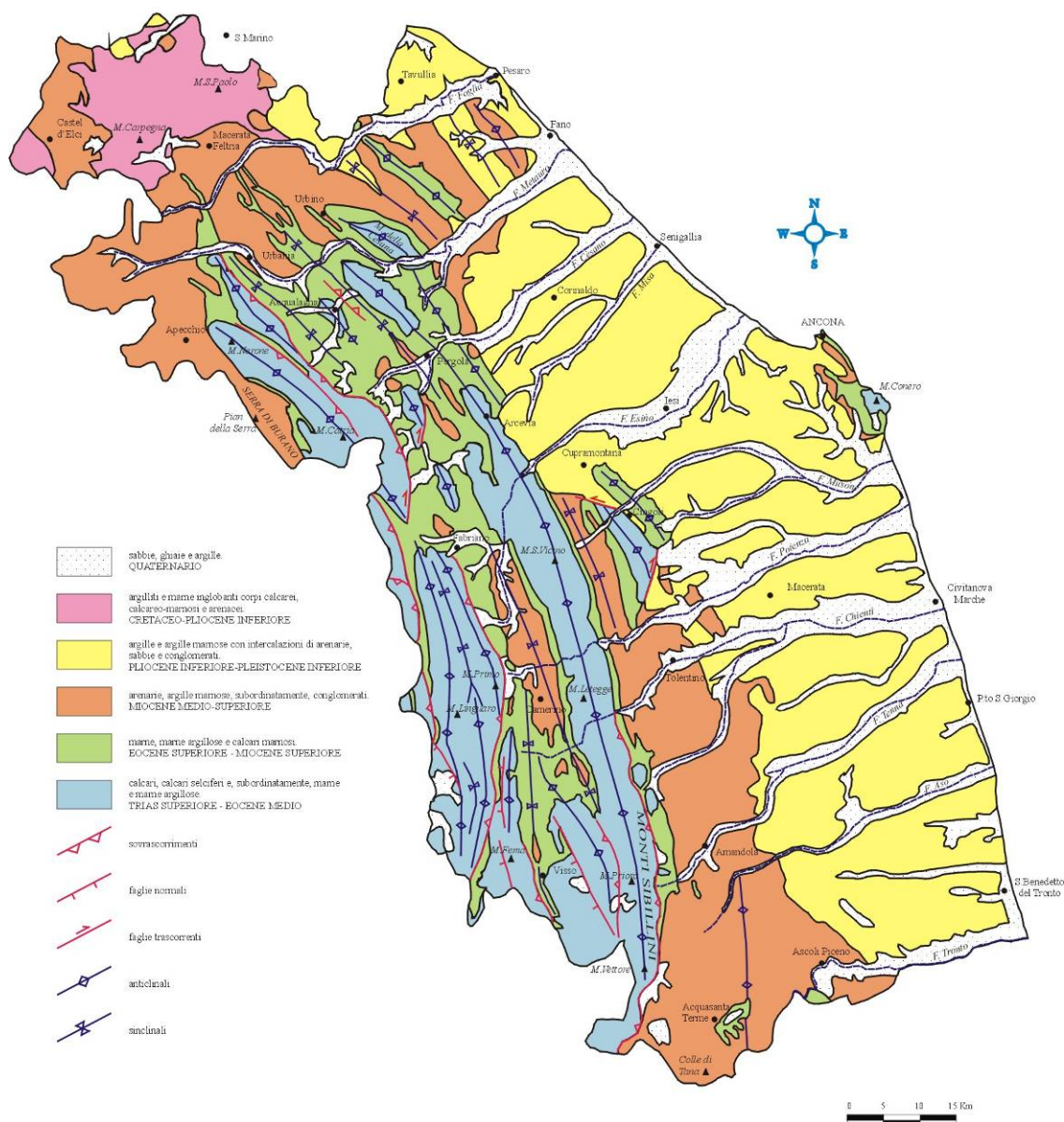


Fig. 3 Carta geologica schematica delle Marche (tratta da Deiana & Pambianchi, 2002).

Inoltre, sempre nell'Appennino Umbro-Marchigiano si rinvencono depositi continentali quaternari principalmente costituiti da detriti di versante, conoidi alluvionali, depositi travertinosi e suoli. I travertini, molto diffusi e generalmente di limitate dimensioni (Cilla et alii, 1994), si rinvencono nelle aree sorgentizie situate a margine delle dorsali carbonatiche. I suoli presenti nell'Appennino calcareo Umbro-Marchigiano si distinguono in base alle diverse situazioni fisiografiche (Passeri, 1994).



Dal punto di vista tettonico, l'Appennino Umbro-Marchigiano è caratterizzato da domini strutturali con forma arcuata e convessità orientale, formati durante le fasi tettoniche compressive e disarticolati da sforzi distensivi; lo stile tettonico è principalmente a pieghe e sovrascorrimenti, subordinatamente a faglie inverse, trascorrenti e traspressive (Fig. 4).

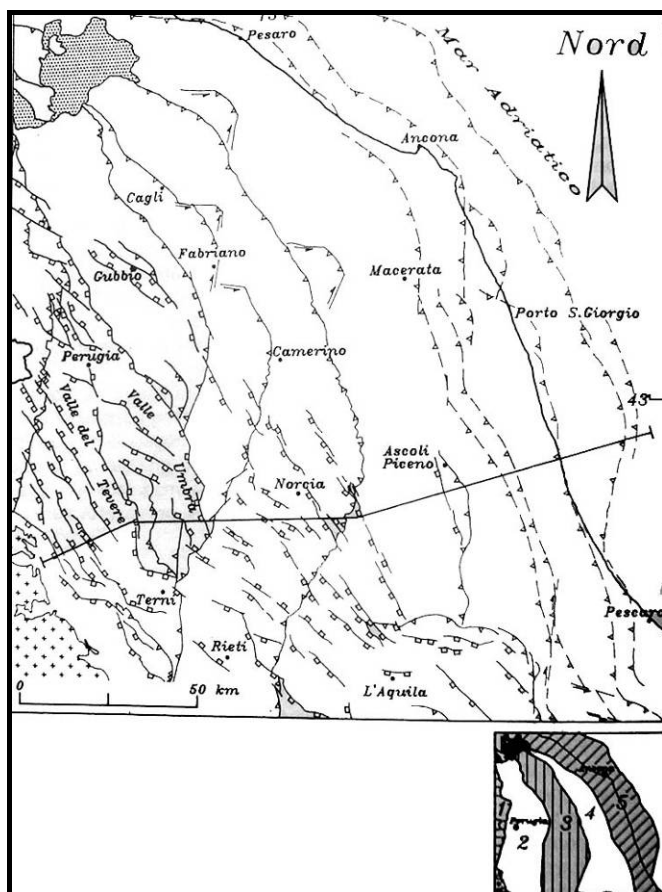


Fig. 4 - Carta strutturale dell'area umbro-marchigiana (tratto da PASSERI, 1994). 1) vulcaniti pleistoceniche (Vulsini); 2) colata della Val Marecchia; 3) sovrascorrimenti, faglie inverse e trasgressive; 4) sovrascorrimenti sepolti dall'avanfossa marchigiana ed adriatica; 5) faglie dirette e transtensive. In basso a destra, schema dei domini strutturali compressivi, deformati e traslati verso E nel tempo: 1) dominio della falda del Cervarola; 2) dominio umbro interno; 3) catena carbonatica appenninica; 4) avanfossa marchigiana deformata; 5) avanfossa adriatica deformata.

I lineamenti strutturali più importanti sono il fronte di sovrascorrimento dell'Unità Falterona-Cervarola, che determina l'accavallamento delle rocce appartenenti al Dominio Toscano su quello Umbro-Romagnolo, e la linea Ancona - Anzio, che separa il Dominio Umbro-Marchigiano da quello Laziale - Abruzzese (Passeri, 1994).

## 5.2 AVANFOSSA MARCHIGIANA

L'Avanfossa Marchigiana rappresenta un tratto dell'avanfossa appenninica. E' suddivisa in Bacino Marchigiano Interno e Bacino Marchigiano Esterno (o Bacino Periadriatico Auct.); è limitata a SW dalla Catena Appenninica Marchigiana, di cui si è precedentemente parlato, ed

a NW dalla Colata Gravitativa della Val Marecchia (Ruggieri, 1958); quest'ultima è un complesso alloctono costituito in prevalenza da depositi argillitici caotici (Argille scagliose Auct.) formatasi per effetto di fenomeni gravitativi succedutisi da W verso E (Veneri, 1986; AA.VV, 1990).

L'Avanfossa Marchigiana è una vasta depressione a forte subsidenza venutasi a creare, unitamente al Bacino Umbro-Romagnolo, in seguito alla migrazione verso E dell'avampaese appenninico (Passeri, 1994). Tale struttura appare in grado di controllare la sedimentazione miocenica (Boccaletti et alii, 1986), determinando la perdita di uniformità del dominio umbro-marchigiano (Calamita et alii, 1986).

Dal punto di vista litologico, l'Avanfossa Marchigiana è caratterizzata da una successione terrigena, costituita da sedimenti marnosi e calcareo - siliceo - marnosi, appartenenti alla Formazione del Bisciario, seguiti da formazioni marnose e marnoso - calcareo - argillose tra loro eteropiche, rappresentate dallo Schlier, dalle Marne con Cerrognana e dalle Marne a Pteropodi (Passeri, 1994). Superiormente tale successione terrigena assume caratteristiche torbiditiche in facies prevalentemente pelitico-arenacea ed arenacea; in particolare il Bacino Marchigiano Esterno è costituito dalla Formazione Marnoso Arenacea "urbinate" e dalla Formazione di S. Donato nella parte settentrionale, dalla Formazione della Laga nel settore meridionale. Inoltre, sono ben rappresentati anche i depositi evaporitici messiniani appartenenti alla Formazione Gessoso - Solfifera, seguiti da argille e marne con intercalazioni calcaree di origine chimica, appartenenti, invece, alla Formazione delle Argille a Colombacci.

La formazione Mio - Pliocenica delle argille a Colombacci, i sedimenti marini del Plio-Pleistocene ed i depositi continentali quaternari rappresentano i terreni affioranti nell'area di studio.

I sedimenti marini Plio - Pleistocenici segnano il passaggio dall' ambiente marino a quello continentale (Passeri, 1994); affiorano unicamente nel Bacino Marchigiano Esterno e sono caratterizzati da una continuità di sedimentazione nelle zone più profonde e nelle aree più distali del bacino, mentre negli alti strutturali e nelle zone marginali sono presenti lacune sedimentarie e superfici di discontinuità angolari, che consentono di individuare 5 principali sequenze deposizionali marine (Mithcum et alii, 1977).

I depositi continentali quaternari sono invece principalmente costituiti da depositi alluvionali, da depositi di versante e da coperture pedologiche. I depositi alluvionali sono prevalentemente dei sedimenti provenienti dall'entroterra calcareo marchigiano (Fancelli & Radrizzani, 1964), ghiaie sabbiose argillose ed argille limose, spesso contenenti prodotti di rimaneggiamento dei depositi di versante (Nesci & Savelli, 1986); si distinguono poi alluvioni attuali e terrazzate. Queste ultime sono organizzate in diversi ordini di terrazzi poligenici (Passeri, 1994), di cui si osservano numerosi lembi discontinui nei tratti alto-collinari e fasce larghe anche fino a qualche km nei tratti medio collinari e costieri (Coltorti et alii, 1995); essi sono posti a quote variabili fino a 200 metri sugli attuali fondovalle (Passeri, 1994) e generalmente in sinistra idrografica, mentre quelli recenti affiorano unicamente in destra idrografica (Cantalamesa et alii, 1986); tuttavia, il numero dei terrazzi può localmente aumentare per effetto diretto o indiretto dell'attività neotettonica (Dramis & Bisci, 1986; Coltorti & Nanni, 1987) o per il verificarsi di più fasi di terrazzamento (Coltorti et alii, 1995). I depositi di versante, derivanti principalmente da movimenti di massa e da coperture eluvio-colluviali, bordano i blandi rilievi che si spingono fino alla costa adriatica.

Dal punto di vista strutturale, l'Avanfossa Marchigiana è caratterizzata da ampie sinclinali, interessate da movimenti di subsidenza più marcati (Bartolini et alii, 1982), separate fra loro da anticlinali molto strette, orientate NW-SE ed interessate da faglie longitudinali (Carloni et alii, 1971). Il suo assetto morfostrutturale è controllato da un'intensa attività tettonica plio-quaternaria che, unitamente alle variazioni climatiche ed eustatiche, ne ha condizionato la sedimentazione, indirizzandola verso ambienti marini o continentali (Bigi et alii, 1997).

I depositi marini plio-pleistocenici sono disposti secondo una struttura monoclinale debolmente immergente verso E, in quanto basculati in seguito al sollevamento regionale estremamente differenziato tra catena appenninica ed area adriatica (Bigi et alii, 1995).

L'attività tettonica quaternaria è anche testimoniata dall'andamento del reticolo idrografico, dalla presenza di numerose paleofrane e di deformazioni gravitative profonde, dalla genesi di faccette triangolari e trapezoidali ed infine dalla concentrazione di fluidi gassosi e vulcanelli di fango lungo le dislocazioni tettoniche più recenti (Bigi et alii, 1997).

## **6 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO**

Le forme del paesaggio sono riconducibili ai processi geomorfologici che si sono succeduti dal Pleistocene superiore ai giorni nostri; la geomorfologia dell'area rappresenta dunque l'espressione dell'interazione tra le caratteristiche intrinseche delle formazioni geologiche e gli agenti climatici o l'attività antropica.

Tale interazione conduce alla distinzione di quattro settori fondamentali:

- fascia montana
- fascia pedemontana
- pianure
- costa

### **6.1 FASCIA MONTANA**

Le due catene principali della fascia montana marchigiana corrispondono ad altrettante strutture aventi assetto anticlinalico:

la Dorsale Umbro-Marchigiana ad ovest e la Dorsale Marchigiana ad est sono caratterizzate da quote comprese tra circa 750 e 2.476 m s.l.m. (la quota più elevata nella regione Marche risulta il Monte Vettore con 2.476 m s.l.m.).

La rete idrografica marchigiana è caratterizzata dalla presenza di tratti vallivi trasversali alle dorsali, spesso profondamente incise. L'approfondimento dei corsi d'acqua ha dato luogo ad un paesaggio abbastanza aspro, caratterizzato da rilievi con ripidi versanti e solcati da valli molto strette, generalmente prive di depositi alluvionali, che diventano vere e proprie forre in corrispondenza delle litologie più competenti.

Nel Pleistocene medio e superiore l'area è stata interessata da ripetute oscillazioni climatiche, responsabili di processi di modellamento differenziati; durante i periodi più freddi sui massimi rilievi erano presenti ghiacciai che hanno prodotto tipiche forme di erosione e di deposito quali circhi glaciali, valli a "U" e morene (Passeri, 1994). Infine risulta particolarmente evidente l'influenza della natura litologica del substrato sul modellamento dei

rilievi calcarei, dove si sviluppano fenomeni carsici superficiali, e nei terreni argillosi diffusamente interessati da movimenti franosi e dalla formazione di calanchi.

## **6.2 FASCIA PEDEMONTANA**

Ad oriente della Dorsale Marchigiana affiora una stretta fascia di rocce prevalentemente torbiditiche che funge da raccordo con la fascia pianeggiante e costiera, composta da terreni più recenti e generalmente più erodibili.

A nord la fascia pedemontana ha origine nei pressi di Urbino e prosegue senza soluzioni di continuità fino alla valle del Fiume Misa, per poi riprendere in corrispondenza della confluenza con la valle del Fiume Esinante (affluente di destra del Fiume Esino); di qui essa prosegue senza ulteriori interruzioni fino a fondersi a sud nella struttura litologicamente affine dei Monti della Laga.

Il paesaggio caratteristico di questa fascia di raccordo è prevalentemente collinare, degradante dolcemente verso mare, con valori medio - bassi dell'acclività e dell'energia di rilievo e spessori notevoli dei depositi superficiali; esso è modellato prevalentemente sui terreni pelitici ed arenacei plio-pleistocenici appartenenti alla monoclinale che forma il Bacino Marchigiano Esterno. Questa zona è fortemente dissecata da corsi d'acqua, prevalentemente disposti perpendicolarmente alla linea di costa.

Il più antico elemento morfologico dell'area collinare è rappresentato dalla "paleo-superficie sommitale": si tratta di lembi di un paesaggio a debole energia di rilievo, il cui modellamento è iniziato con ogni probabilità già durante le prime fasi di emersione, per effetto di prevalenti processi areali ed è proseguito fino a quando, per effetto del sollevamento regionale generalizzato, la stessa non è stata profondamente incisa e frammentata dalle valli fluviali.

## **6.3 LE PIANURE**

Le piane alluvionali della Regione Marche sono in genere poco sviluppate, tranne che nei tratti più prossimi alla foce dei fiumi, dove tuttavia non si raggiungono sezioni trasversali di larghezza superiore a qualche chilometro (Dramis & Bisci, 1986).

Nell'area si riconoscono tre ordini principali di terrazzi alluvionali, posti a varie altezze sul fondovalle, con quote progressivamente decrescenti dall'entroterra alla costa e con energia di rilievo molto bassa, generalmente di poche decine di metri. I terrazzi alluvionali sono sovrastati in molti casi da un terrazzo orografico privo di depositi di copertura, incastrato nella superficie di chiusura del Pleistocene marino.

I terrazzi alluvionali sono ben conservati in sinistra idrografica, mentre in destra idrografica risultano essere incompleti o assenti (Coltorti et alii, 1991) (Fig. 5). Lungo i corsi d'acqua principali è possibile rilevare un IV ordine di terrazzi.

I terrazzi del I ordine affiorano in lembi con sviluppo areale modesto, anche se talora presentano spessori elevati (fino ad alcune decine di metri) e risultano fortemente alterati in superficie con la presenza di paleo-suoli fersiallitici; più spesso appaiono troncati dall'erosione che li riduce a sottili livelli ciottolosi. Le quote di affioramento variano da alcune decine di metri fino ad oltre i 200 m sul fondovalle attuale, per effetto soprattutto di sollevamenti tettonici differenziali.

Le alluvioni del II e III ordine si presentano in lembi più estesi e continui, con spessori fino a 20-30 metri.

Le superfici sommitali dei depositi alluvionali del IV ordine rappresentano a luoghi il letto di esondazione attuale dei fiumi (Gentili & Pambianchi, 1987).

Nei tratti medio - terminali dei fiumi i depositi alluvionali del IV ordine e quelli del III ordine ospitano ricche falde acquifere di rilievo (Coltorti & Nanni, 1987).

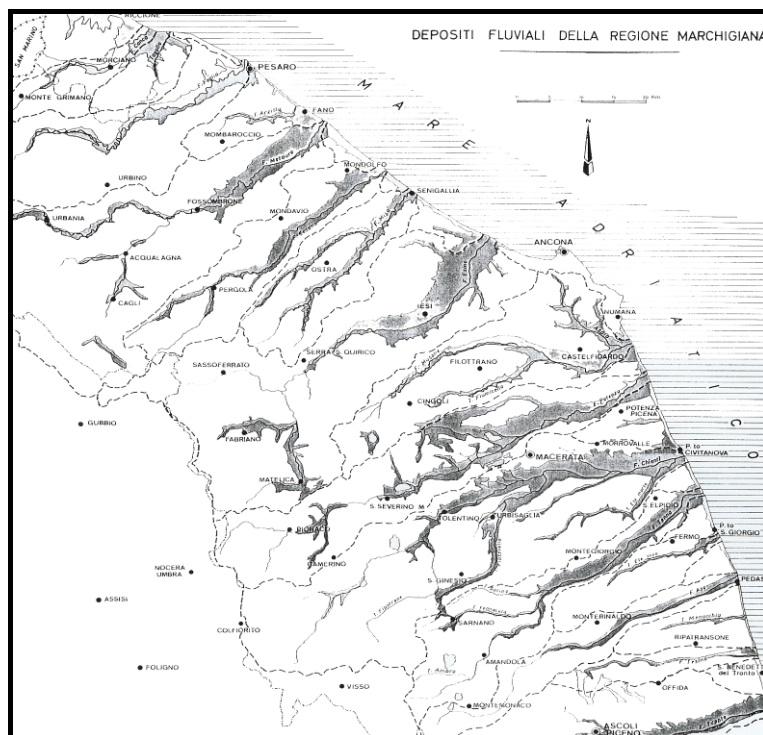


Fig. 5 - Estensione dei depositi alluvionali dei corsi d'acqua delle Marche (tratto da Carloni et alii, 1975).

#### 6.4 FASCIA COSTIERA

Il litorale marchigiano è costituito da un sedimento sabbioso e/o ciottoloso che generalmente si estende per poche decine di metri verso l'entroterra, proseguendo senza bruschi cambiamenti entro le acque del Mare Adriatico, dove generalmente si hanno fondali bassi (Curzi, 1986).

In tutta la parte meridionale della regione, dal Conero fino al Fiume Tronto e oltre, si ripetono i caratteri del litorale più settentrionale compreso tra la foce del Fiume Foglia ad Ancona. Si tratta di uno stretto litorale sviluppatosi lungo il margine esterno di una serie di rilievi interrotti da torrenti che scendono al mare.

Numerosi esempi di frane sono storicamente documentati lungo la costa adriatica; inoltre, altre vecchie aree di frana (paleofrane) sono rese riconoscibili da evidenza topografica e geomorfologica. Una lista di tali aree, o almeno delle più evidenti, è riportata in figura 6 (Cancelli et alii, 1984).

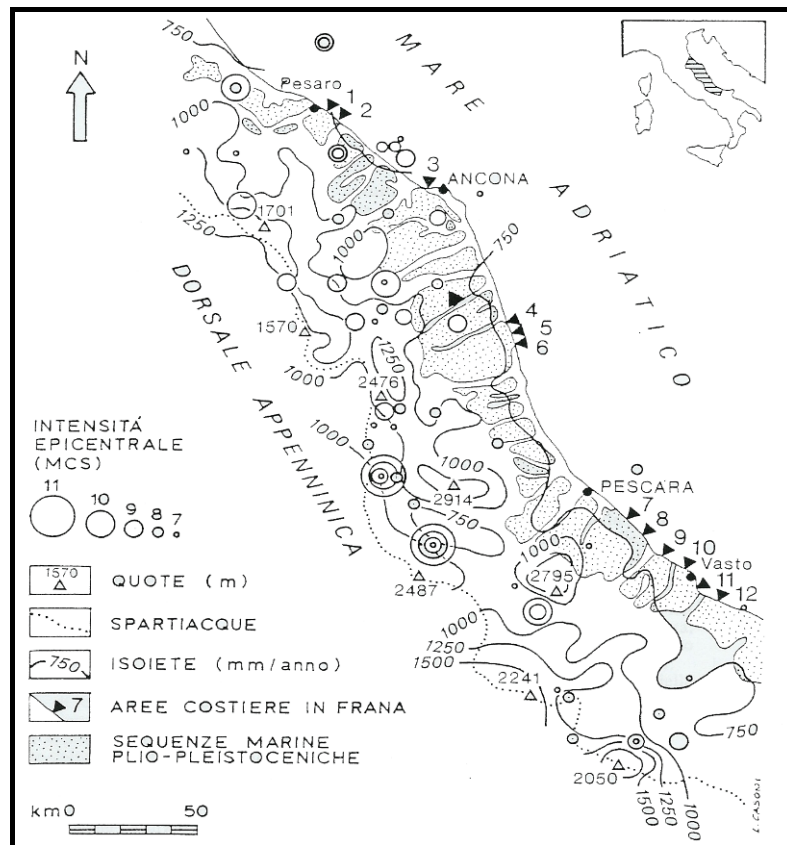


Fig. 6 - Regione marchigiano-abruzzese: distribuzione delle formazioni plio-pleistoceniche marine, frane studiate, isoiete e volumi focali (tratta da Cancelli et alii, 1984).



## 7 IDROGRAFIA E IDROLOGIA

I maggiori corsi d'acqua della Regione Marche (Foglia, Metauro, Cesano, Esino, Musone, Potenza, Chienti, Tenna, Aso e Tronto) attraversano da ovest ad est la fascia appenninica e quella sub-appenninica, con valli strette e profonde nella prima fascia e più ampie nella seconda (AA.VV., 1990).

I corsi d'acqua presenti nell'area di studio sono caratterizzati da un continuo approfondimento del loro alveo; questa tendenza ha avuto inizio assai recentemente e sembra essere connessa anche a fattori antropici, quali l'edificazione di sbarramenti artificiali lungo i fiumi, l'uso del suolo e l'estrazione di inerti in alveo (Gentili & Pambianchi, 1988).

L'immediata conseguenza dell'assetto orografico delle Marche è rappresentata dalla diminuzione pressoché costante delle quote procedendo dal margine occidentale della regione verso il litorale. Nel suo complesso il reticolo idrografico risulta fortemente condizionato da due fattori principali: il gradiente regionale e la presenza di importanti dislocazioni tettoniche; in particolare il controllo tettonico ha influenzato i tracciati dei reticoli del drenaggio superficiale, determinando l'orientamento di molte valli fluviali.

La quasi totalità dei corsi d'acqua sfocia nel Mare Adriatico; fa eccezione il Fiume Nera che, pur nascendo in territorio marchigiano, dopo alcuni chilometri supera il confine umbro per confluire nel Fiume Tevere, di cui è noto il recapito tirrenico.

Tutti i corsi d'acqua presentano un generale sviluppo sub-parallelo (Fig. 7). Tra le caratteristiche comuni possiamo sottolineare il loro regime torrentizio, il profilo trasversale asimmetrico delle valli, la ridotta lunghezza e le ridotte dimensioni dei relativi bacini imbriferi. Nessuno dei fiumi marchigiani risulta navigabile se non per l'estremo tratto della foce, spesso adattato a porto-canale.

Il carattere torrentizio dei corsi d'acqua marchigiani, può essere ben evidenziato osservando l'andamento nel tempo delle portate, caratterizzate da piene estremamente copiose rispetto alle medie ed alle magre. Tale regime è direttamente connesso con il regime climatico dell'area, caratterizzato da estati secche e da piogge concentrate soprattutto nel periodo autunnale e invernale. Inoltre il regime torrentizio è da mettere in relazione con la diffusa presenza di acquiferi calcarei, che restituiscono in tempi piuttosto brevi ai fiumi le acque piovane, non rendendo graduale il rilascio delle stesse e quindi non laminando le piene.

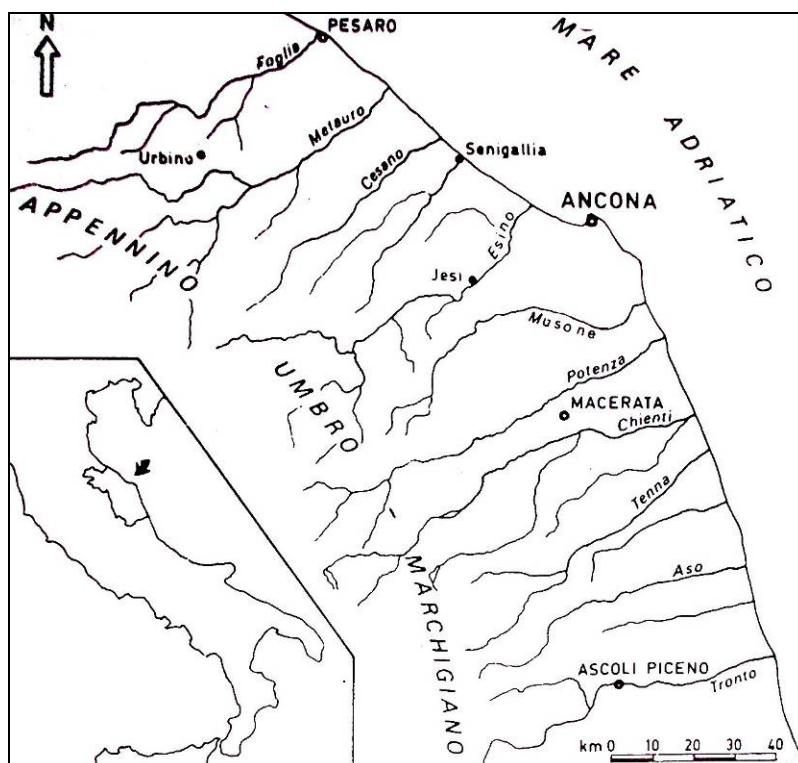


Fig. 7 Schema della Regione Marche mostrante l'andamento dei principali fiumi (tratto da Nanni & Vivalda, 1986).

Il regime dei corsi d'acqua ha condizionato la morfologia degli alvei, che presentano letti ghiaiosi assai ampi entro cui, tranne che in brevi periodi di maggior portata, le acque divagano entro alvei di magra assai ridotti. Durante il periodo di magra, in alcuni casi, la circolazione idrica superficiale scompare quasi totalmente, in quanto le acque scorrono prevalentemente all'interno dei detriti di sub-alveo.

Il corso d'acqua principale ricadente nell'area di studio è rappresentato dal Rio Genica.

## **8 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE**

Sulla base del quadro geologico appena descritto, le formazioni individuate a scala regionale ed i depositi continentali possono essere distinti in tre macrocomplessi idrogeologici, differenziabili sulla base delle loro caratteristiche idrodinamiche e di immagazzinamento (porosità, trasmissività ecc). Di seguito vengono sinteticamente descritte le caratteristiche di ciascuno dei macrocomplessi individuati: “Complesso idrogeologico delle pianure alluvionali”, “Complesso idrogeologico della sequenza plio-pleistocenica” e “Complesso idrogeologico dei depositi terrigeni”.

### **8.1 COMPLESSI IDROGEOLOGICI DELLE PIANURE ALLUVIONALI**

Gli acquiferi delle pianure alluvionali costituiscono una delle principali fonti di approvvigionamento idropotabile delle Marche. Nei depositi alluvionali hanno infatti sede gli acquiferi di subalveo, che vengono utilizzati mediante captazioni per uso idropotabile, industriale ed agricolo nella maggior parte dei comuni della fascia costiera.

In questo settore i depositi alluvionali, antichi e recenti, sono formati da limi e argille con sabbie più o meno limose frammiste a ghiaie, soprattutto in prossimità dei paleoalvei o degli alvei attuali dove tendono a predominare sulle litologie più fini. I depositi terrazzati di alto ordine (terrazzi bassi), sempre in continuità idraulica tra loro, rappresentano il vero acquifero di subalveo, mentre quelli di basso ordine (terrazzi alti) costituiscono spesso acquiferi isolati e sono legati ai terrazzi bassi da depositi eluvio colluviali di spessore variabile.

Dove presenti con continuità apprezzabile anche i depositi terrazzati alti possono essere in contatto idraulico con quelli più recenti del Pleistocene superiore fungendo, quindi, da zone di ricarica per le aree di pianura alluvionale attuale.

Gli spessori delle alluvioni nell’ambito delle diverse pianure risultano molto variabili e sono compresi fra spessori massimi di 60 metri (pianure alluvionali in prossimità della costa) e minimi di 0-15 metri (per i lembi di alluvioni terrazzate più piccoli); gli spessori dei depositi dei terrazzi intermedi si aggirano mediamente sui 20-30m.

Nei depositi alluvionali generalmente sono presenti falde a superficie libera, solo in prossimità della costa si segnalano acquiferi multistrato con falde semiconfinate;

l'alimentazione degli acquiferi deriva principalmente dalle acque fluviali. Nelle aree costiere l'acquifero è inoltre interessato da infiltrazione di acque marine. Questo fenomeno, intensificato dagli sfruttamenti idrici, determina un peggioramento nella qualità delle acque sotterranee soprattutto in termini di aumento oltre le soglie di legge del tenore in cloruri e solfati.

Quando si ritrovano depositi prevalentemente fini ed a permeabilità bassa gli acquiferi risultano caratterizzati da forte escursione stagionale della piezometrica.

Dati bibliografici reperiti presso enti pubblici segnalano che le alluvioni del Fiume Foglia, nella zona a valle dell'autostrada A14, verso mare, possono essere sede di due acquiferi distinti ed in particolare di una falda libera superficiale e di una falda profonda in pressione. I quantitativi d'acqua presenti sono significativi e sfruttati a scopi idropotabili mediante una serie di campi pozzi. Purtroppo lo sfruttamento di tali acque, soprattutto a scopi idropotabili, è limitata dalla loro scarsa qualità e dalla medio-elevata vulnerabilità che l'acquifero stesso mostra nei confronti degli inquinanti provenienti dalle attività antropiche.

I dati riguardanti i parametri idrodinamici dei depositi alluvionali si riferiscono generalmente ai litotipi più grossolani (sabbie – ghiaiose), in quanto ottenuti mediante le prove di portata dei pozzi, che mediamente sono realizzati negli ambiti maggiormente produttivi; questi presentano valori di trasmissività compresi tra  $1.7 \times 10^{-2}$  e  $2.5 \times 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s e di permeabilità variabili da circa  $5 \times 10^{-2}$  m/s a  $2 \times 10^{-3}$  m/s. La permeabilità dei litotipi limoso - argillosi presenta invece valori variabili da  $2 \times 10^{-4}$  a  $8 \times 10^{-8}$  m/s. La porosità media effettiva dei depositi alluvionali, definita sulla base di indagini condotte da enti pubblici, risulta essere di circa il 10%.

Per quanto concerne l'andamento della freaticimetria, in corrispondenza dei terrazzi bassi e della piana alluvionale l'andamento risulta abbastanza complesso e diverso da un subalveo all'altro. Questo è da imputare, oltre che a differenze di permeabilità, anche alla morfologia del substrato, alla presenza di numerose opere di captazione ed all'infiltrazione di acque superficiali dagli alvei degli affluenti principali. In prossimità della costa si osserva, invece, un andamento più regolare delle curve isofreatiche, che tendono a disporsi parallelamente alla linea di costa, con un gradiente medio di circa 0.0037 (Nanni, 1986).

I caratteri freaticometrici rimangono pressoché costanti durante tutto l'anno; solo nella parte bassa dell'acquifero ed in prossimità della costa si verificano sensibili variazioni stagionali legate ai forti prelievi durante la stagione estiva. L'escursione freaticometrica media annuale è di circa 2 m con un massimo di 5 m (costa e stagione estiva); i massimi freaticometrici si registrano in primavera (marzo, aprile, maggio), mentre i minimi in autunno (ottobre-novembre).

Confrontando le freaticometrie storiche con il regime pluviometrico dell'area si nota, inoltre, una stretta relazione fra queste due grandezze; la risposta degli acquiferi alle precipitazioni, infatti, si risente generalmente con un ritardo di circa 1-2 mesi.

Nell'area di studio il complesso acquifero dei depositi alluvionali è caratterizzato principalmente da depositi alluvionali attuali costituiti da limi ed argille alternati a sabbie e ghiaie organizzate in strati e lenti di vario spessore; in generale contengono gli acquiferi più potenti dell'area d'interesse progettuale. La permeabilità è di tipo primario per porosità, caratterizzata da spiccata variabilità, in relazione alla eterogeneità granulometrica locale dei depositi; mediamente essa è classificabile da bassa a discreta ( $10^{-6}$ ÷ $10^{-4}$  m/s), con locali incrementi fino a buona ( $10^{-4}$ ÷ $10^{-2}$  m/s).

In questi depositi sono presenti sia falde monostrato a superficie libera che costituiscono una fonte di approvvigionamento idrico di discreta importanza; sia acquiferi multistrato con falde semiconfiniate o confinate in prossimità della costa. La ricarica degli acquiferi è legata principalmente all'infiltrazione delle acque superficiali e la trasmissività è piuttosto variabile (indicativamente da  $10^{-1}$  a  $10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s).

## **8.2 COMPLESSO IDROGEOLOGICO DELLA SEQUENZA PLIO-PLISTOCENICA**

Nelle porzioni interne della regione Marche affiora il complesso dei depositi arenacei, arenaceo-conglomeratici, arenaceo-sabbiosi; si tratta di terreni intercalati alle argille plio-pleistoceniche, che risultano essere sede di acquiferi a permeabilità elevata (arenarie poco cementate e sabbie medio - fini e livelli ghiaioso - conglomeratici).

La presenza di argille alla base e al tetto dei livelli permeabili, con funzioni di aquiclude e la geometria dei corpi arenacei e sabbiosi pliocenici, permettono la formazione, almeno parziale, di acquiferi confinati.

L'alimentazione delle falde è principalmente connessa con le piogge e, secondariamente, con le acque superficiali. Nei depositi pleistocenici costieri sono localmente presenti falde con forti escursioni annuali e strettamente dipendenti dalle precipitazioni meteoriche. A questi depositi sono connesse le sorgenti, in gran parte a regime stagionale, presenti sui versanti prossimi alla costa.

Le unità arenaceo-pelitiche hanno una notevole variazione laterale di spessore, che si riduce a volte fino ad annullarsi; generando quindi corpi a geometria lenticolare. In superficie le unità arenaceo-pelitiche pleistoceniche affiorano per aree molto estese lungo i versanti a reggipoggio e spesso costituiscono il substrato di fossi o torrenti. Quando occupano versanti a franapoggio, e l'erosione concentrata determina l'affioramento del substrato argilloso sottostante, si osservano le tipiche manifestazioni sorgentizie di versante, frequenti nella zona collinare marchigiana.

Le sorgenti hanno una portata modesta che raramente supera 1 l/s.

Le risultanze delle ricerche petrolifere condotte dall'AGIP (ENI, 1972) mostrano che le unità arenaceo plioceniche profonde sono sature di acqua salata o salmastra e, soltanto in rari casi, di acqua dolce; mentre le unità arenacee del Pliocene superiore e quelle pleistoceniche risultano sature proprio di acqua dolce.

Anche alcuni sondaggi profondi eseguiti per ricerche idriche in alcune pianure alluvionali (Molinari et alii, 1971) confermano quanto precedentemente affermato.

L'acqua degli acquiferi, grazie alla loro particolare configurazione geometrica, è frequentemente in pressione e la ricarica avviene prevalentemente, come accennato in precedenza, ad opera delle acque superficiali e delle acque meteoriche.

Nell'area di studio il complesso acquifero dei depositi marini plio-pleistoceniche è rappresentato da limi ed argille limose con sporadiche intercalazioni di livelli sabbiosi; sono caratterizzate da una circolazione idrica sotterranea molto limitata o assente. Le intercalazioni sabbiose, dove presenti con potenza superiore al metro, possono contenere piccole falde anche in pressione, il che potrebbe determinare la presenza di modeste sorgenti a regime stagionale con portata molto bassa. Generalmente i depositi presentano

permeabilità per porosità bassa o molto bassa ( $10^{-6}$ ÷ $10^{-8}$  m/s) e possono rappresentare l'aquiclude degli acquiferi presenti nella fascia di territorio di studio.

### **8.3 COMPLESSO IDROGEOLOGICO DEI DEPOSITI TERRIGENI**

Le successioni terrigene mio - plioceniche genericamente vengono distinte in depositi evaporitici, depositi arenacei e depositi argilloso – marnosi; nell'area di interesse progettuale sono stati intercettati termini litologici prevalentemente costituiti da depositi sabbioso - arenacei (Mar).

La circolazione idrica appare limitata alle unità arenacee, in particolare quando sono presenti in consistenti spessori le sabbie sono sede di falde perenni che alimentano le sorgenti maggiori e che possono avere significato nell'ambito della ricerca idrogeologica volta al reperimento di risorse idropotabili ad uso locale; quando i corpi arenacei si alternano a strati argillosi le sorgenti assumono invece carattere stagionale e le portate si riducono sostanzialmente e raramente raggiungono il l/sec.

I depositi prevalentemente argilloso – marnosi funzionano invece da acquiclude, pertanto risulta frequente la realizzazione di pozzi nelle sabbie in prossimità del limite con i litotipi argilloso - marnosi (contatto Mar – Mag).

La bibliografia specialistica riguardante gli acquiferi miocenici risulta piuttosto limitata e comunque non sufficiente a definire uno schema regionale dei caratteri idrogeologici, che saranno invece descritti in ambito locale nel corso della presente relazione.

Nell'area di studio il complesso acquifero dei depositi terrigeni miocenici è rappresentato da termini sabbioso-arenacei e da termini argilloso marnosi con intercalazioni sabbiose. La variabilità litologica e di permeabilità consente l'instaurarsi di una circolazione idrica discontinua e la presenza di corpi idrici parzialmente confinati. Sabbie molto addensate organizzate in strati spessi, di spessore anche metrico, con intercalazioni di livelli marnoso – argillosi generalmente sottili, che spesso contengono orizzonti calcarei di origine evaporitica. La capacità idrica del complesso è in genere discreta e può essere sede di acquiferi anche di un certo rilievo, sebbene nell'area di studio non siano state riscontrate emergenze degne di nota. La permeabilità si esplica sia per porosità sia per fratturazione e risulta generalmente discreta ( $10^{-4}$ ÷ $10^{-5}$  m/s), sebbene variabile in relazione al grado di fratturazione ed alla

presenza di passaggi a prevalente componente marnoso - argillosa che comporta una consistente riduzione della permeabilità.

#### **8.4 CHIMISMO DELLE ACQUE**

Il chimismo delle acque è strettamente collegato ai litotipi con cui esse entrano in contatto, sia direttamente (per circolazione idrica) che indirettamente (per mescolamento con acque a diversa composizione ionica).

Dal punto di vista idrochimico si tratta di acque a facies bicarbonato calcica con i seguenti valori tipici di alcuni parametri chimico-fisici: temperature comprese tra 12 e 14 °C, conducibilità elettrica compresa tra 1000 e 1300 mS/cm, pH tra 7 e 8, cloruri tra 70 e 150 mg/l, Nitrati tra 1 e 50 mg/l, solfati tra 90 e 200 mg/l. Tali range di valori subiscono, in particolari aree relativamente ristrette, bruschi cambiamenti a causa di apporti profondi di acque ricche in cloruri e solfati in forma ridotta, quasi sempre riconducibili alla presenza del substrato costituito dalle argille azzurre e/o da circuiti idrogeologici coinvolgenti le formazioni evaporitiche messiniane, che ne peggiorano la qualità (un discorso particolare va fatto per le sorgenti minerali e termali presenti a Carignano). Alcune cause di tipo antropico che ne limitano l'utilizzo sono da ricercarsi in genere negli elevati quantitativi di nitrati legati all'attività agricola e nella presenza di metalli pesanti, organoalogenati, ecc. legate alle numerose attività artigianali ed industriali.

Mentre le acque sulfuree a facies solfato-calcica sono legate principalmente alla lisciviazione dei litotipi evaporitici, quelle salate a facies cloruro - sodica derivano in primo luogo dalla risalita, attraverso discontinuità tettoniche, delle acque contenute nei depositi pliocenici (Nanni, 1991).

Il chimismo delle acque degli acquiferi alluvionali è stato trattato in bibliografia per i fondovalle dei fiumi Esino, Musone, Aspio, Potenza e Cesano ma i concetti di base sono estensibili ai restanti fondovalle d'interesse. La facies idrochimica generale delle acque di falda è bicarbonato-calcica con valori bassi di salinità (<1 g/l) come conseguenza dell'infiltrazione delle acque superficiali di origine appenninica.



In genere un allontanamento dall'asta fluviale corrisponde ad un aumento del tenore salino; localmente tale parametro tende a variare anche notevolmente (valori compresi fra 0.5 ed oltre 25 g/l) (Nanni, 1991).

È possibile affermare che le acque di sub-alveo, almeno per i fondovalle precedentemente nominati, derivino da un mescolamento di acque bicarbonato-calciche, cloruro-sodiche e solfato-calciche; ne consegue che la presenza di acque cloruro-sodiche-magnesiache in alcuni campioni prelevati è indice di aree in cui la falda è sottoposta ad intensi emungimenti (richiamo di acque più profonde).

Un altro aspetto importante del chimismo è la presenza di acque calcico-clorurino-sodiche ricche in magnesio e solfati nella fascia costiera (individuate nel sub-alveo dei fiumi Musone, Esino, Aspio); situazione, questa, evidentemente connessa con fenomeni di intrusione marina (Nanni, 1991).

## 9 CARATTERISTICHE SISMICHE GENERALI

Le Marche sono state interessate da una diffusa e frequente attività sismica sia in tempi storici che attuali. La distribuzione e le caratteristiche di questa sismicità sono ben conosciute sia sulla base delle ricerche condotte all'inizio del secolo da Baratta, sia grazie ai dati raccolti nel Catalogo dei Terremoti, elaborato nell'ambito del Progetto Finalizzato Geodinamica, integrati con quelli provenienti dalla Rete Sismica Nazionale dell'Istituto Nazionale di Geofisica e dalla Rete Sismometrica Marchigiana; questi dati sono anche stati rivisti in base agli studi di sismicità storica dell'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Macerata e della Regione Umbria.

La massima intensità sismica ( $I_0$ ) osservata nell'area umbro-marchigiana è pari al X grado della scala Mercalli, che corrisponde ad una percentuale di distruzione pari a circa il 75%. La massima magnitudo mai registrata, espressa secondo la scala Richter, è circa 6.5. L'attività sismica è concentrata prevalentemente nella crosta terrestre a profondità inferiore a 15 km; infatti circa il 95% degli eventi con magnitudo  $>3$ , avvenuti tra il 1983 e il 1990, si sono verificati al di sopra di questa profondità, all'interno di uno strato definibile sismogenetico; la restante percentuale è distribuita nella crosta inferiore e nel sottostante mantello litosferico.

I paragrafi seguenti riportano una descrizione della sismicità storica e recente del territorio esaminato ed un inquadramento riferito agli assetti normativi in vigore. La definizione dell'accelerazione di riferimento non è oggetto della presente relazione ma delle specifiche relazioni ingegneristiche.

I dati di base utili per la definizione degli elementi di sismica generale dell'area in esame sono stati ricavati dai seguenti documenti o siti internet:

- Sismicità storica dal 1000 al 2006: Database DBMI11 2011 (Database Macrosismico Italiano) dell'Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia (a cura di M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi, 2011. DBMI11, la versione 2011 del Database Macrosismico Italiano. Milano, Bologna) disponibile on-line all'indirizzo <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11>.
- Sismicità recente (dal 2005 al 2013): Database ISIDE (Italian Seismic Instrumental and parametric Data-basE) dell'I.N.G.V. disponibile on-line all'indirizzo <http://iside.rm.ingv.it/iside/standard/index.jsp>.

- Faglie capaci: catalogo delle faglie capaci ITHACA (ITaly HAZard from Capable faults) dell' Istituto Superiore per la Protezione e per la Ricerca Ambientale , disponibile on-line all'indirizzo <http://sgi.isprambiente.it/geoportal/catalog/main/home.page>.
- Strutture sismogenetiche: Database DISS3 (Database of Individual Seismogenic Sources) disponibile on-line all'indirizzo <http://diss.rm.ingv.it/diss/>.
- Classificazione sismica nazionale: disponibile on-line all'indirizzo <http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/classificazione.wp>.

## 9.1 SISMICITÀ STORICA

Con riferimento all'analisi della sismicità storica del territorio interessato vengono esaminati i dati riportati nel DBIMI 11 che contiene 86.071 MDP (Macroseismic Data Points) relativi a 1.684 terremoti il cui epicentro ricade all'interno dell'area CPTI11; i dati sono riferiti a 15.416 località di cui 14.150 in territorio italiano.

In particolare sono stati estratti i dati disponibili per il comune di Pesaro.

Nelle tabella seguente (Tabella 1) viene riportato, con riferimento al comune di Pesaro, l'elenco dei terremoti con intensità epicentrale uguale o superiore a 4, i valori relativi alla intensità al sito, il tempo all'origine (anno, mese, giorno, ora UTC), l'area epicentrale, il numero progressivo, l'intensità epicentrale e la magnitudo momento.

## Storia Sismica di Pesaro (numero eventi 79)

Is	Anno Me Gi Or	Area epicentrale	nP	Io	Mw
F	1328 12 01	NORCIA	13	10	6.38 ±0.41
F	1570 11 17 19:10	Ferrara	60	7-8	5.46 ±0.25
F	1599 11 06 01:25	Valnerina	20	9	5.99 ±0.32
7-8	1672 04 14 15:45	Riminese	92	8	5.61 ±0.21
F	1694 04 08 10:15	Alta Valtiberina	7	7	5.14 ±0.34
4-5	1727 12 14 19:45	S.LORENZO IN CAMPO	32	7	5.19 ±0.42
7	1741 04 24 09:00	FABRIANESE	145	9	6.21 ±0.13
5	1743 02 20 16:30	Basso Ionio	77	9	7.13 ±0.19
3-4	1747 04 17	NOCERA UMBRA	64	9	5.94 ±0.26
F	1751 07 27 01:00	Appennino umbro-marchigiano	68	10	6.25 ±0.22
3-4	1767 06 05 01:30	SPOLETINO	10	7-8	5.44 ±0.60
3	1768 10 19 23:00	Appennino romagnolo	45	9	5.87 ±0.21
4	1781 04 04 21:20	Romagna	96	9-10	5.94 ±0.17
6	1781 06 03	CAGLIESE	157	10	6.42 ±0.13
6-7	1786 12 25 01:00	Riminese	91	8	5.62 ±0.17
3	1828 10 08 22:30	Romagna meridionale	8	5-6	4.35 ±0.72
6-7	1838 06 23	PESARO	4	6	4.72 ±0.34
4	1841 04 14 04:00	CAGLI	4	5-6	4.51 ±0.34
F	1859 08 22	NORCIA	20	8-9	5.53 ±0.32
5	1873 03 12 20:04	Marche meridionali	196	8	5.95 ±0.10
2-3	1873 06 29 03:58	Bellunese	199	9-10	6.32 ±0.11
2-3	1874 12 06 15:50	Monti della Meta	43	7-8	5.52 ±0.24
7	1875 03 17 23:51	Romagna sud-orientale	144		5.93 ±0.16
3	1878 03 12 21:36	Bolognese	31	6	5.06 ±0.30
3	1881 09 28	CESENA	24	6-7	4.82 ±0.27
F	1885 02 26 20:48	SCANDIANO	78	6	5.19 ±0.15
NF	1887 02 23 05:21:50	Liguria occidentale	1516		6.97 ±0.15
F	1887 05 26	JESI	19	5	4.58 ±0.63
3	1895 03 23	COMACCHIO	37	6	4.74 ±0.31
4	1895 04 14 22:17	Slovenia	296	8	6.23 ±0.08
5-6	1897 09 21	ADRIATICO CENT.	44	7	5.46 ±0.27
2	1897 12 18 07:24:20	Appennino umbro-marchigiano	132	7	5.13 ±0.14
4-5	1911 02 19 07:18	Romagna meridionale	181	7	5.28 ±0.11
4	1911 03 26 13:51:02	RIMINI	9	5	5.00 ±0.30
2	1911 09 13 22:29	Chianti	115	7	5.19 ±0.14
4-5	1915 01 13 06:52	Avezzano	1041	11	7.00 ±0.09
6-7	1916 05 17 12:49:50	Alto Adriatico	132		5.95 ±0.14
5	1916 06 16 01:27	Alto Adriatico	17		
7	1916 08 16 07:06	Alto Adriatico	257		6.14 ±0.14
3	1916 11 16 06:35	REATINO	40	8	5.53 ±0.22
3	1917 04 26 09:35:59	Valtiberina	134	9-10	5.89 ±0.11
3	1917 11 05 22:47	NUMANA	26	6	5.07 ±0.25
4	1918 11 10 15:12:28	Appennino romagnolo	187	9	5.88 ±0.11
4	1919 06 29 15:06:12	Mugello	566	10	6.29 ±0.09
F	1920 09 07 05:55:40	Garfagnana	756	10	6.48 ±0.09
5	1924 01 02 08:55:08	Medio Adriatico	76	7-8	5.36 ±0.16

2	1926 01 01 18:04:06	Slovenia	63	7-8	5.85 ±0.18
4	1928 05 30 20:01	Adriatico centrale	17	5	4.88 ±0.28
7	1930 10 30 07:13:13	SENIGALLIA	263	8	5.81 ±0.09
4-5	1934 11 30 02:58:19	Alto Adriatico	51		5.34 ±0.17
4	1936 10 18 03:10:12	BOSCO CANSIGLIO	267	9	6.12 ±0.09
3	1940 10 16 13:17:35	RADICOFANI	106	7-8	5.26 ±0.14
F	1943 03 25 15:40	OFFIDA	7	6	5.04 ±0.31
4	1943 07 31 04:37	SENIGALLIA	5	5	4.30 ±0.34
4	1943 10 03 08:28:29	Marche meridionali-Abruzzo	131	8-9	5.83 ±0.14
4	1951 09 01 06:56:04	SARNANO	81	7	5.34 ±0.20
4	1962 01 23 17:31	Adriatico	49	5	4.52 ±0.25
4	1971 10 04 16:43:33	NORCIA	43		4.99 ±0.16
5	1972 01 25 20:24:35	Medio Adriatico	24		4.58 ±0.18
6	1972 02 04 02:42:19	Medio Adriatico	75		4.86 ±0.29
4	1972 06 14 18:55:46	Medio Adriatico	17		4.62 ±0.47
2	1972 11 26 16:03:08	MONTEFORTINO	73	8	5.38 ±0.18
4-5	1976 05 06 20:00:12	Friuli	770	9-10	6.46 ±0.09
5	1979 09 19 21:35:37	Valnerina	694	8-9	5.86 ±0.09
3	1980 11 23 18:34:52	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.89 ±0.09
NF	1983 11 09 16:29:52	Parmense	850	6-7	5.06 ±0.09
4-5	1984 04 29 05:02:60	GUBBIO/VALFABBRICA	709	7	5.65 ±0.09
3	1984 05 07 17:49:43	Appennino abruzzese	912	8	5.89 ±0.09
2-3	1984 05 11 10:41:50	Appennino abruzzese	342		5.50 ±0.09
3	1987 07 03 10:21:58	PORTO SAN GIORGIO	359		5.09 ±0.09
3	1987 07 05 13:12:37	VALMARECCHIA	90	6	4.47 ±0.09
3	1996 10 15 09:56:02	Correggio	135	7	5.41 ±0.09
4-5	1997 09 26 00:33:13	Appennino umbro-marchigiano	760		5.70 ±0.09
4-5	1997 09 26 09:40:27	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	6.01 ±0.09
4	1998 04 05 15:52:21	Appennino umbro-marchigiano	395	6	4.81 ±0.09
2-3	2001 11 26 00:56:55	Casentino	213	5-6	4.72 ±0.09
3-4	2003 01 26 19:57:03	Forlivese	35	6	4.70 ±0.09
NF	2003 12 07 10:20:33	Zona Forlì	172	5	4.22 ±0.09
NF	2006 04 10 19:03:36	Maceratese	211	5	4.51 ±0.10

Tabella 1 - Storia sismica di Pesaro, numero di eventi 79 [43.905, 12.905. M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi (a cura di), 2011. DBMI11, la versione 2011 del Database Macrosismico Italiano. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11>. DOI: 10.6092/INGV.IT-DBMI11.

Nei grafici seguenti (Fig. 8) viene riportato, con riferimento al comune di Pesaro l'elenco dei terremoti con intensità epicentrale uguale o superiore a 4.

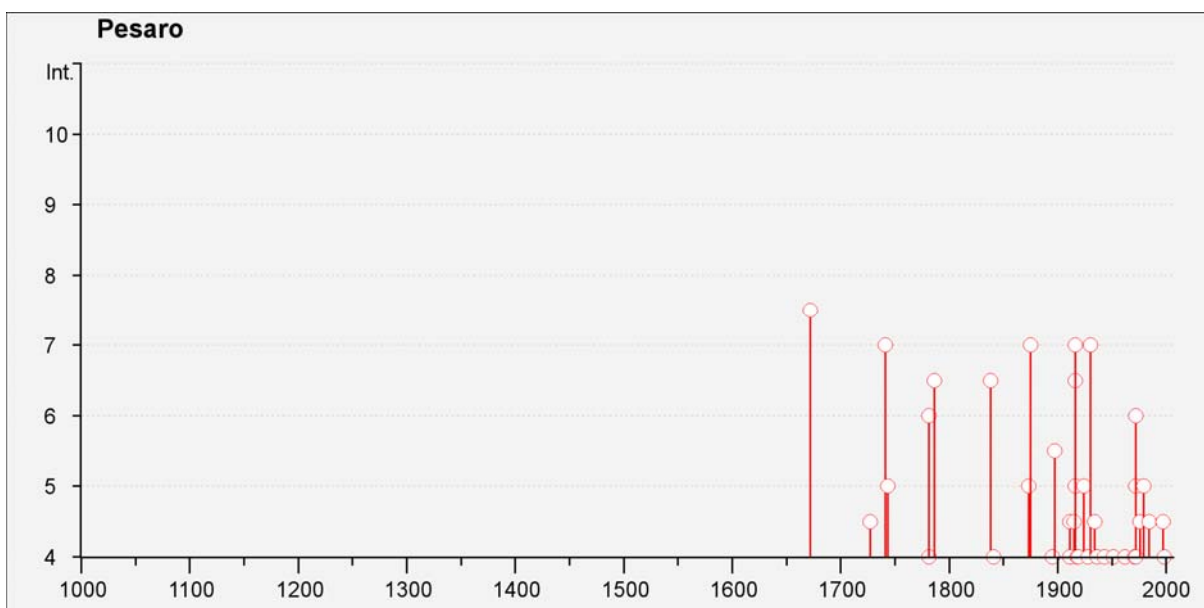


Fig. 8 - Intensità macrosismiche registrate dal data base DBMI11 per il comune Pesaro, i relativi valori sono riportati in tabella 1.

## 9.2 SISMICITÀ RECENTE (2005 – 20015)

Le informazioni riportate in questo capitolo sono state estrapolate dal Data Base ISIDE; il Catalogo fornisce i parametri dei terremoti ottenuti integrando i dati provenienti da localizzazioni effettuate in tempo quasi-reale con i dati del Bollettino Sismico Italiano.

La figura 9 illustra la distribuzione degli epicentri dei terremoti inclusi nel Data Base ISIDE in un'area 100 km di raggio calcolata sul Comune di Pesaro (Periodo 01/01/2005 – 04/02/2015). In tale area, per l'intervallo di tempo considerato, sono segnalati n. 45.363 terremoti con profondità media di 9,5 km (profondità massima 72 km, profondità minima 0,1 km) e magnitudo medio pari a 1,14 (magnitudo massima 4,9, magnitudo minima 0,0).

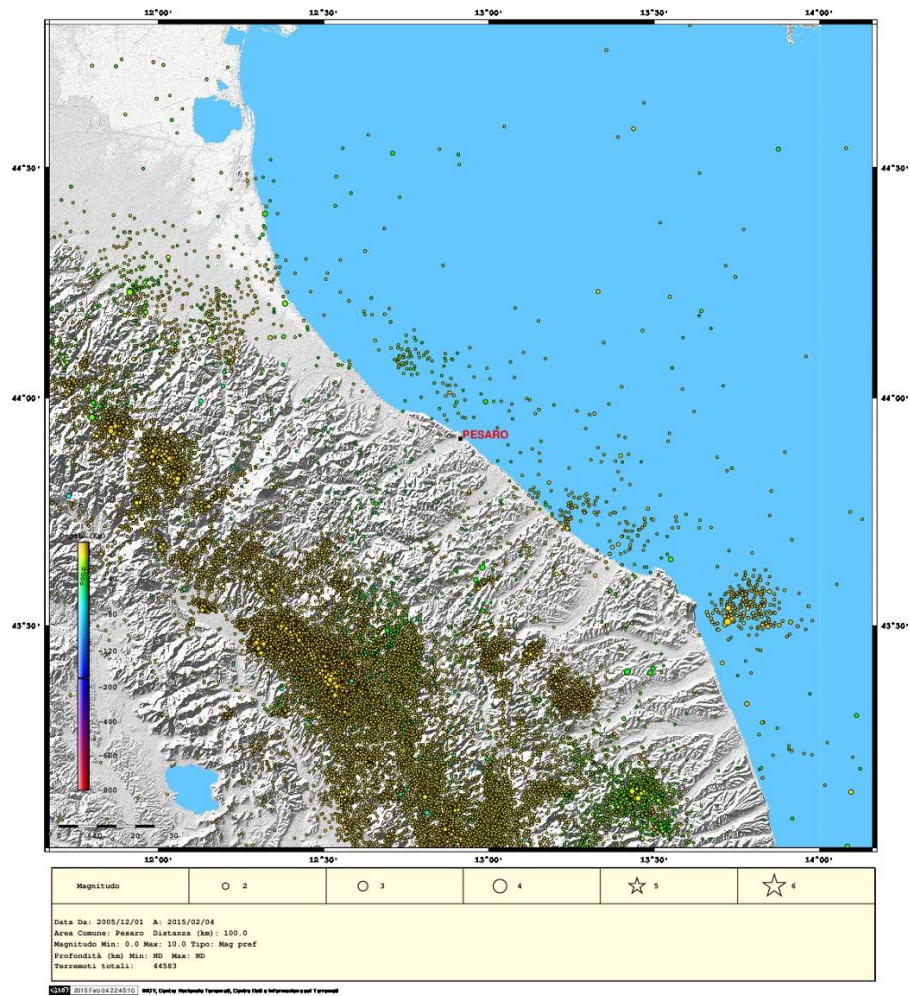


Fig. 9 – Database ISIDE – (Periodo gennaio 2005 - febbraio 2015) in un'area di raggio pari a 100 km sul comune di Pesaro (Fonte: Italian Seismic Instrumental and parametric Data-base – ISIDE).

La distribuzione delle profondità degli ipocentri e delle magnitudo nell'area considerata è stata rappresentata nei grafici in Fig. 10 e Fig. 11.

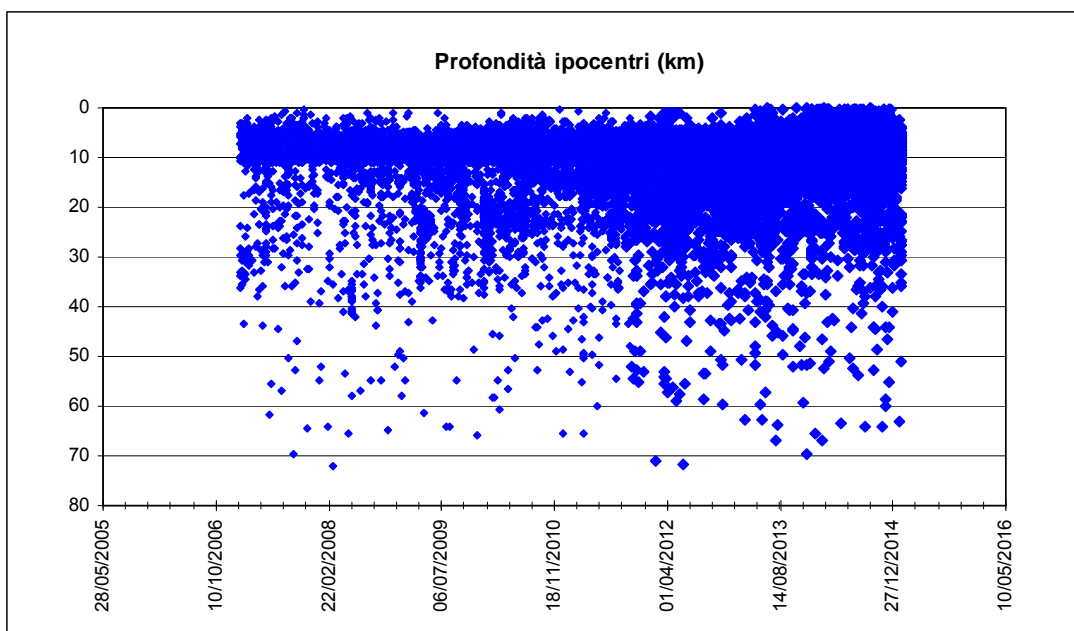


Fig. 10 – Database ISIDE "Terremoti recenti" periodo 2005-2015 - Profondità ipocentri (km) per un'area di 100 km di raggio dal comune di Pesaro.

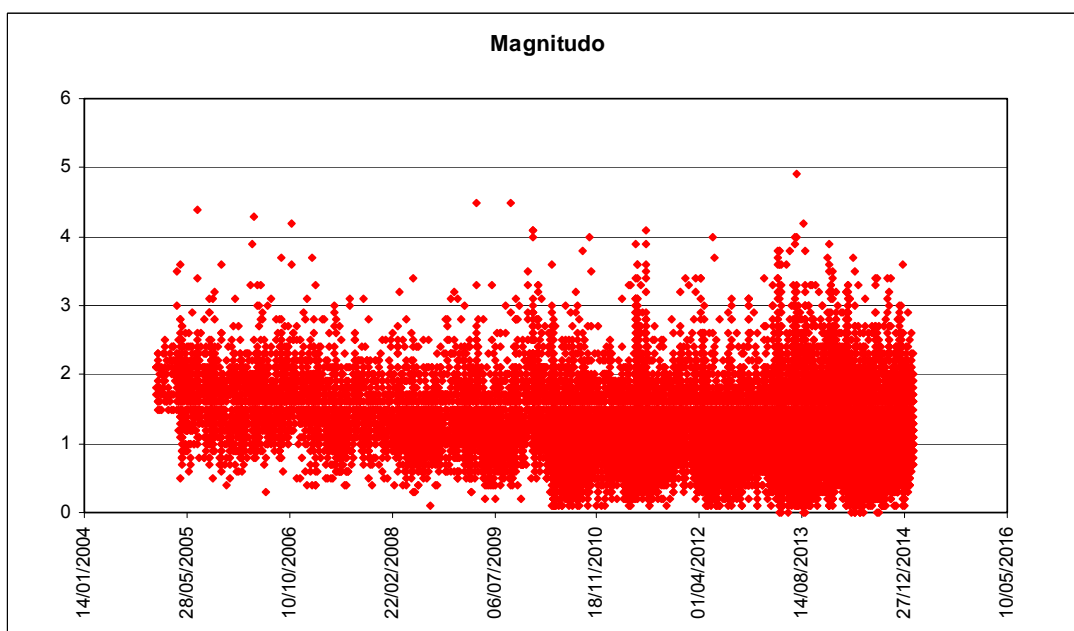


Fig. 11 – Database ISIDE "Terremoti recenti" periodo 2005-2015 - Valori della Magnitudo per un'area di 100 km di raggio dal comune di Pesaro.

Nella figura seguente si riporta la distribuzione dei terremoti in un'area di 50 km di raggio dal comune di Pesaro.



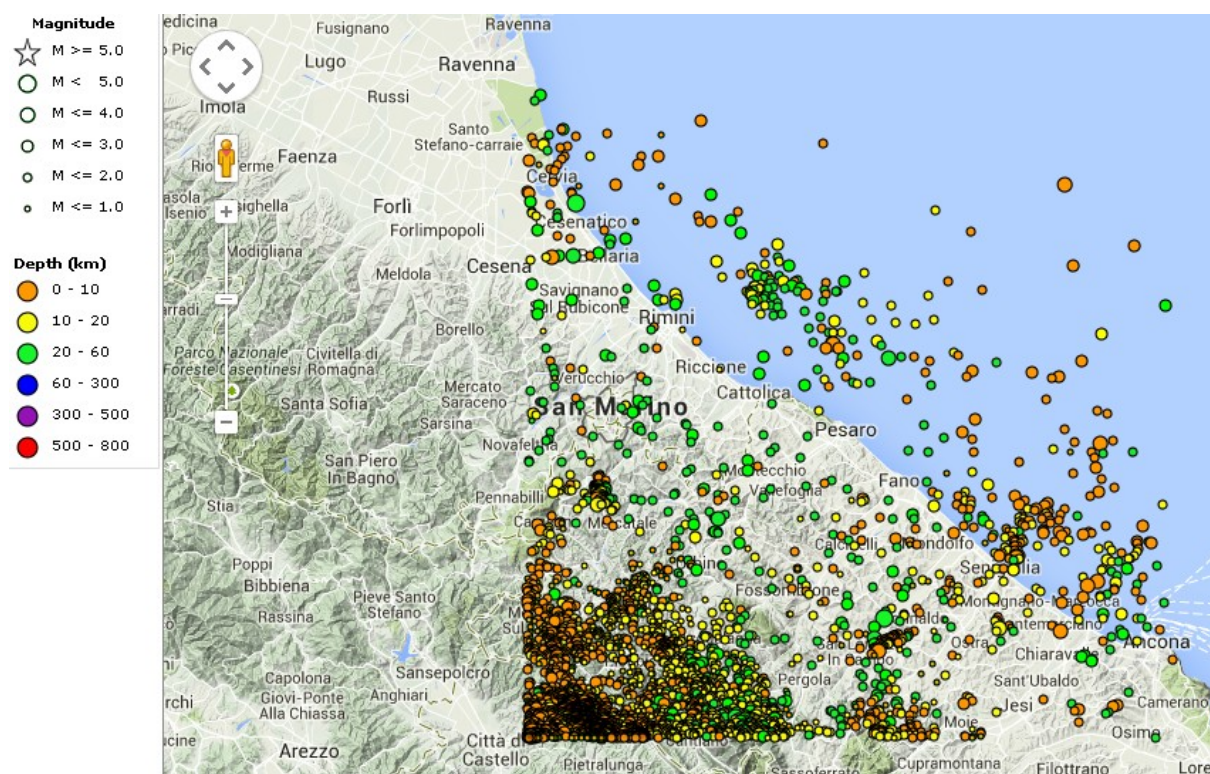


Fig. 12 – Database ISIDE – (Periodo gennaio 2005 - febbraio 2015) in un'area di raggio pari a 50 km sul comune di Pesaro (Fonte: Italian Seismic Instrumental and parametric Data-base – ISIDE).

### 9.3 FAGLIE CAPACI

L'Italia è una delle zone più attive del Mediterraneo, in termini di tettonica attiva e sismicità. Studi paleosismologici hanno consentito di caratterizzare le faglie responsabili di molti di questi terremoti, dimostrando che le dislocazioni tardo pleistoceniche-oloceniche hanno interessato molte strutture prima considerate silenti.

La stima della pericolosità legata ai terremoti ed alla fagliazione superficiale è un tema molto importante, specialmente in aree densamente popolate ed industrializzate come il territorio italiano. Di conseguenza la conoscenza approfondita e la corretta collocazione delle faglie capaci assume un ruolo chiave per la mitigazione del rischio. A questo scopo, il Servizio Geologico d'Italia - ISPRA ha sviluppato il progetto ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults).

ITHACA è un database creato per la raccolta e la facile consultazione di tutte le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali. Il progetto si occupa in modo particolare delle faglie capaci, definite come faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie.

Il termine “faglie capaci” è utilizzato per descrivere le faglie “sismiche” con indizi di attività negli ultimi 40.000 anni potenzialmente “capaci” di produrre deformazioni in superficie. La riattivazione di faglie capaci è in grado di produrre fenomeni di neoformazione (ecosismi) che possono formarsi in superficie nelle aree epicentrali, in concomitanza con eventi sismici di intensità elevata, in genere  $\geq$  VIII-IX grado della scala ESI2007.

La presenza di faglie capaci nel territorio oggetto di studio è stata verificata consultando il catalogo delle faglie capaci ITHACA “ITaly HAZard from Capable faults”. disponibile on-line all’indirizzo [http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Progetti/ITHACA\\_-\\_Catalogo\\_delle\\_faglie\\_capaci](http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Progetti/ITHACA_-_Catalogo_delle_faglie_capaci) (Fig. 13).



Fig. 13 - Distribuzione faglie capaci "Progetto ITHACA" (ITaly HAZard from Capable faults Catalogo delle faglie capaci presenti sul territorio italiano - APAT- [http://www.isprambiente.gov.it/site/it-IT/Progetti/ITHACA\\_-\\_Catalogo\\_delle\\_faglie\\_capaci/default.html](http://www.isprambiente.gov.it/site/it-IT/Progetti/ITHACA_-_Catalogo_delle_faglie_capaci/default.html)).

Il data base del Progetto ITHACA, raccoglie tutte le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali.

Di seguito si riporta una descrizione relativa alle "Faglie Capaci" individuate in prossimità dall'area di studio, estrapolata dalla Banca Dati di ITHACA:

<b>FAULT NAME</b>	<b>Pesaro</b>	<b>Novilara</b>	<b>Senigallia</b>
<b>FAULT CODE</b>	43302	43303	43300
<b>MACROZONE</b>	4	3	4
<b>REGION NAME</b>	Marche	Marche	Marche
<b>SYSTEM NAME</b>	Pesaro-Senigallia	Pesaro-Senigallia	Pesaro-Senigallia
<b>RANK</b>	PRIMARY	-	PRIMARY
<b>AVERAGE STRIKE</b>	135	135	150
<b>DIP</b>	-	-	-
<b>LENGTH (Km)</b>	-	-	-
<b>GEOMETRY</b>	-	-	-
<b>SEGMENTATION</b>	yes	-	yes
<b>DEPTH (Km)</b>	-	-	-
<b>LOCATION RELIABILITY</b>	1:100000	1:100.000	1:500.000
<b>LAST ACTIVITY</b>	-	-	-
<b>ACTIVITY RELIABILITY</b>	-	-	-
<b>RECURRENCE INTERVAL (yr)</b>	-	-	-
<b>SLIP-RATE (mm/yr)</b>	-	-	-
<b>MAX CREDIBLE RUPTURE LENGTH</b>	-	-	-
<b>MAX CREDIBLE SLIP (m)</b>	-	-	-
<b>KNOWN SEISMIC EVENTS</b>	-	-	-
<b>MAX CREDIBLE MAGNITUDE (Mw)</b>	-	-	5.9
<b>MAX CREDIBLE INTENSITY (INQUA scale)</b>	-	-	-
<b>STUDY QUALITY</b>	LOW	LOW	LOW

Il database è in continuo aggiornamento, maggiori informazioni si possono avere consultando le pagine web del progetto.

#### **9.4 STRUTTURE SISMOGENETICHE**

Benché le moderne investigazioni della sismotettonica regionale siano iniziate più di 30 anni fa, la conoscenza delle sorgenti sismogenetiche è ancora incerta. Questo dipende soprattutto dal fatto che l'attività tettonica è collegata ai movimenti di sistemi di faglie cieche, le cui caratteristiche (es. lunghezza del singolo segmento, entità del scivolamento ecc.) non può essere definita solamente attraverso la classica analisi geomorfologica. Molti dati sulle sorgenti sismogenetiche delle Alpi Meridionali derivano dall'applicazione di algoritmi che permettono di definire la geometria della sorgente dai dati puntuali di distribuzione dell'intensità dei terremoti storici

L'identificazione di tali sorgenti, concisamente definite silenti, permette di definire le aree potenzialmente affette da un alto livello di pericolosità sismica.

Secondo la zonazione sismogenetica attualmente in vigore (chiamata ZS9), l'area oggetto di studio ricade all'interno della zona sismogenetica 917. La zona 912 (assieme alla 917) rappresenta la porzione più esterna della fascia in compressione dell'arco appenninico settentrionale. Strutture compressive (prevalentemente thrusts) allineate lungo la costa o a breve distanza da essa sono responsabili della sismicità. Nella zona 912, la sismicità sembra evidenziare l'andamento del fronte compressivo sepolto più avanzato (a ridosso del Po). La zona 917 include le sorgenti sismogenetiche principali della fascia appennica esterna, cui è possibile associare la sismicità della costa romagnola e marchigiana.

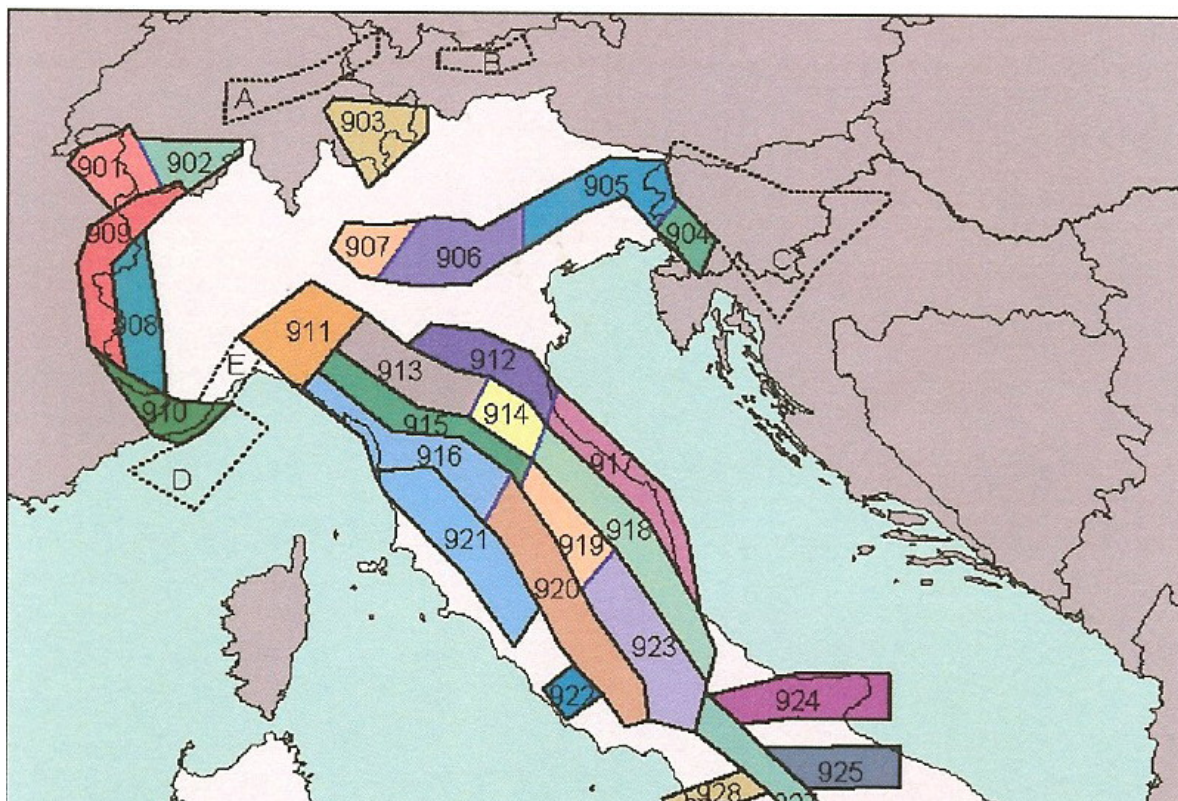


Fig. 14 - Zonazione sismogenetica ZS9 dell'Italia centro-settentrionale ( a cura di C. Meletti e G. Valensise marzo 2004). I limiti di colore nero separano zone con analogo significato cinematico, che differiscono principalmente per le caratteristiche di sismicità.

La Fig. 15 evidenzia le aree sismogenetiche prossime al tracciato di progetto (pologoni color marrone), definite quali proiezione in superficie dei sistemi di strutture sismogenetiche ritenuti attivi, caratterizzabili da un punto di vista geometrico e parametrico in maniera coerente con le sorgenti sismogenetiche incluse (pologoni arancioni); le campiture in rosso indicano i sistemi di faglia.

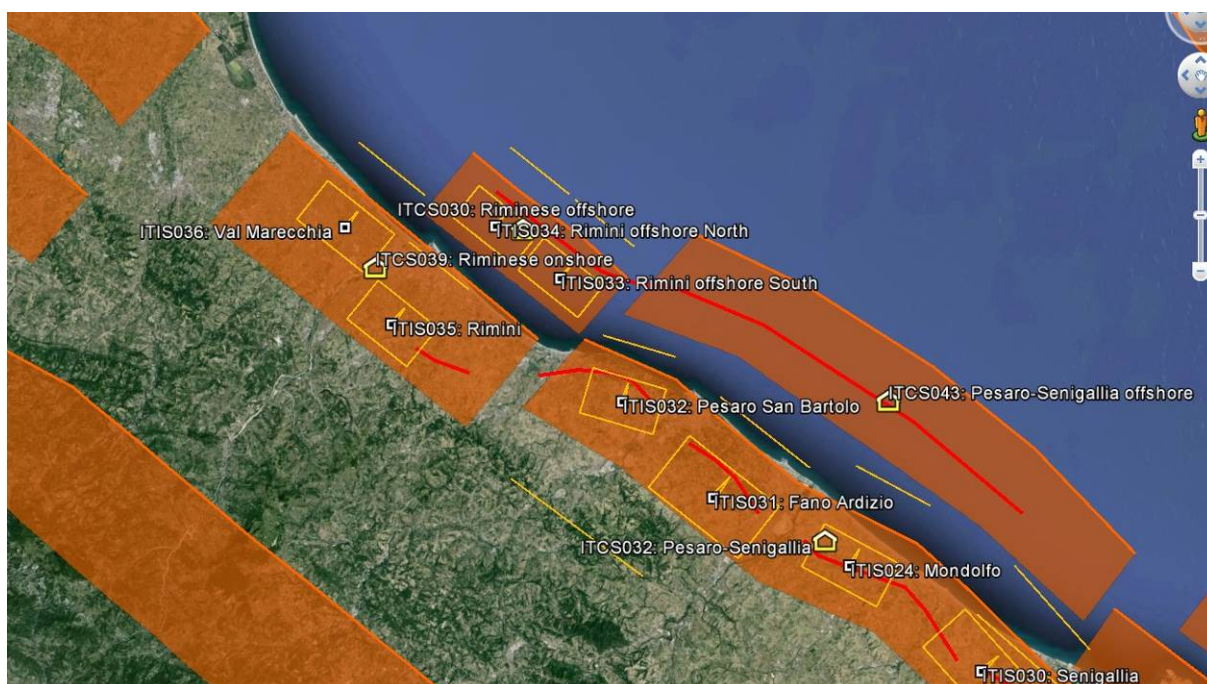


Fig.15 - Mappa delle aree sismogenetiche di interesse (Fonte: Database of Individual Seismogenic Soruce).

Con riferimento al “Database of Individual Seismogenic Soruces - DISS 3”, si osserva che le opere in progetto ricadono in una zona governata principalmente dalle sorgenti sismogenetiche ITIS32 Pesaro San Bartolo ed ITIS031 Fano Ardizio.

La codifica utilizzata nel database per identificare le strutture include 4 caratteri e 3 numeri, i primi due caratteri si riferiscono al Paese considerato (IT per Italia); gli altri due caratteri identificano il tipo di dati (IS - Individual Seismogenic Source, CS-Composite Seismogenic Source, DS-Debated Seismogenic Source).

Di seguito si riporta una sintesi relativa alle strutture sismogenetiche di interesse:

- Pesaro San Bartolo (ITIS32): risulta associabile a terremoti con profondità comprese tra 2.5 e 5.9 km e magnitudo momento  $M_w$  pari a 5.8 (ultimo aggiornamento 31/10/2001- Basili, R., G. Valensise and P. Vannoli).
- Fano Ardizio (ITIS031): risulta associabile a terremoti con profondità comprese tra 3.0 e 7.0 km e magnitudo momento  $M_w$  pari a 6.10 (ultimo aggiornamento 31/10/2001- Basili, R., G. Valensise and P. Vannoli).

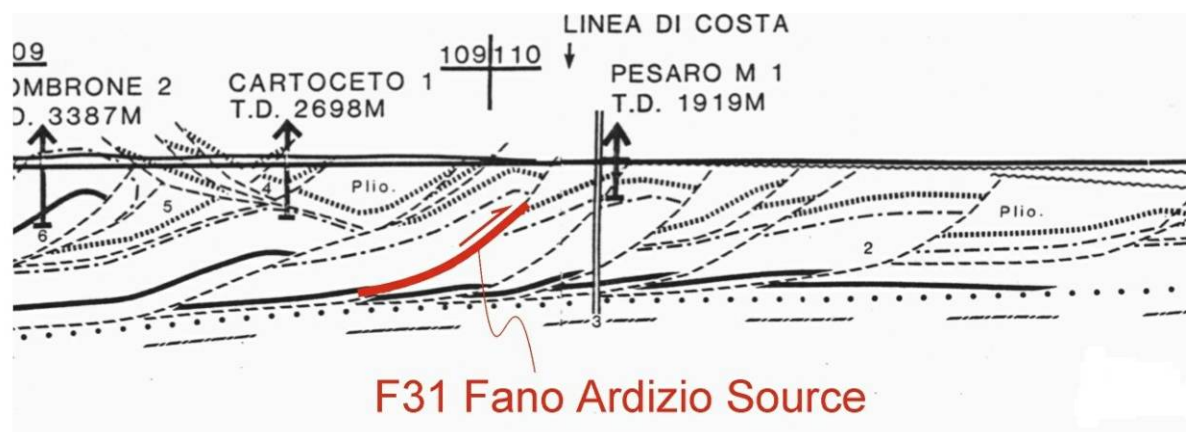


Fig.16 - Sorgente Fano Ardizio proiettata su sezione Anna - Mte . Amiata di Bally et al. [ 1986 ] . Si noti l'anticlinale costiera la cui crescita può essere guidata da slittamento lungo la faglia di Fano Ardizio ( da Bally et al . [ 1986 ] ).

I terremoti che colpiscono periodicamente l'area umbro-marchigiana sono espressione di un campo di sforzi tettonici ancora attivo, le cui caratteristiche possono essere desunte dall'analisi dei meccanismi focali.

Meccanismi focali di tipo distensivo, con asse di massima distensione (asse-T) in direzione SE-NW, caratterizzano l'area del pre-Appennino umbro e dell'Appennino umbro-marchigiano, mentre meccanismi focali di tipo compressivo e trascorrente con asse di massima compressione (asse-P) in direzione SW-NE sono tipici dell'area pede-appenninica e peri-adriatica. Il limite in superficie tra il settore attualmente in distensione e quello in compressione è localizzato in corrispondenza di un allineamento di faglie dirette di età pliocenica sup. - pleistocenica che si sviluppa in direzione NW-SE da Gubbio a Norcia. Anche il limite orientale della zona in compressione corre lungo un importante elemento strutturale, essendo localizzato lungo la zona di emersione del fronte compressivo plio-pleistocenico romagnolo – adriatico - marchigiano.

Sulla base delle caratteristiche del campo degli sforzi oggi attivo e della geometria delle deformazioni geologiche è possibile definire tre zone sismotettoniche di primo ordine, omogenee da un punto di vista strutturale e sismologico (Fig. 17).

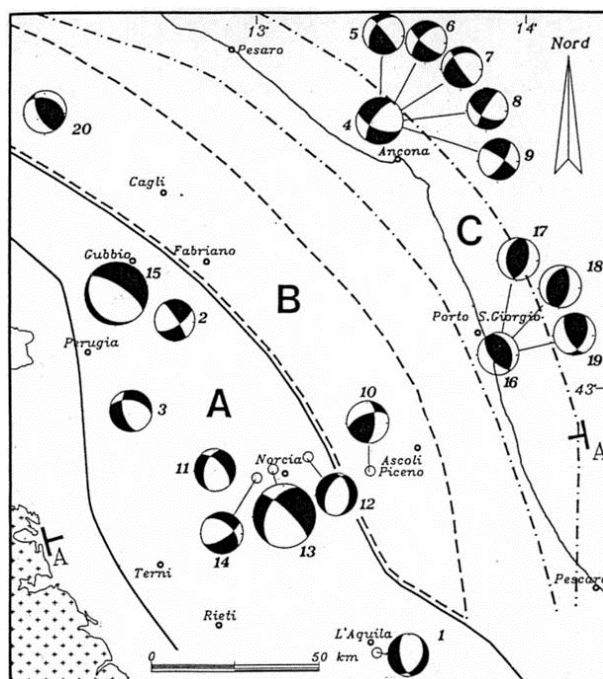


Fig. 17 - Zonazione sismotettonica (A: zona interna, B: zona intermedia, C: zona esterna) e meccanismi focali (tratto da Passeri, 1994).

La Zona Interna corrisponde alla fascia pre-appenninica ed appenninica attualmente in distensione, presenta il livello più alto di sismicità e l'attività sismogenetica principale avviene sopra i 10 km.

La Zona Intermedia corrisponde alla fascia del pede - Appennino marchigiano caratterizzato da deformazioni di tipo compressivo a profondità comprese fra 15 e 25 km e di tipo distensivo più in superficie (<10 km).

La Zona Esterna corrisponde alla fascia peri-adriatica in cui l'attività sismica è esclusivamente associata a deformazioni di tipo compressivo e trascorrente ed è più superficiale (<10 km). Il limite tra la Zona Intermedia e quella Esterna è marcato da una sottile fascia quasi completamente asismica.

I terremoti quindi non avvengono con la stessa frequenza ed intensità su tutta l'area, ma sono concentrati in alcune fasce ben definite. Nell'area del pede - Appennino marchigiano (Zona Intermedia), si individua la presenza di una fascia con frequente e diffusa, seppur



blanda, attività sismica, compresa tra Arcevia - Sassoferrato e Affida - Ascoli Piceno; in questa zona cadono gli eventi sismici di Montemonaco e del Montefeltro ed al suo limite sono localizzati gli eventi del 1741 di Fabriano e del 1943 di Castignano.

Nell'area peri-adriatica (Zona Esterna), si osserva una fascia sismica con attività generalmente moderata che si estende da Senigallia - Rimini ad Ancona - Porto San Giorgio.

Per quanto riguarda le cause della sismicità dell'area (C.N.R.-G.N.D.T. - Regione Marche, 1986), esse risultano strettamente connesse con l'attività tettonica distensiva, essendo entrambe conseguenze dirette dell'instabilità geodinamica che caratterizza la penisola italiana. Tra le conseguenze di questa attività sismo-tettonica ricordiamo la creazione, o più frequentemente la riattivazione, di deformazioni fragili (fratture e faglie di superficie) in occasione degli eventi di maggiore intensità (Fig. 18). Tali movimenti sembrano essere dovuti sia a deformazioni gravitative esaltate dal fenomeno sismico, sia a scuotimento differenziale in condizioni di anisotropia del substrato, sia a differenze modulari tra gli sforzi comuni ai fattori precedenti.

I principali effetti morfogenetici dei terremoti sono correlabili all'effetto scatenante che gli scuotimenti hanno sui dissesti gravitativi; infatti il ruolo delle scosse sismiche come fattore di innesco di movimenti gravitativi è ben noto da tempo, si vedano le numerose testimonianze storiche e tradizionali di movimenti gravitativi, talora di enormi dimensioni, attivati in concomitanza con forti terremoti ed è alquanto probabile che molti dei fenomeni franosi di grandi dimensioni attualmente quiescenti, oltre che la maggior parte delle deformazioni gravitative profonde (specialmente quelle che interessano versanti ad energia del rilievo non troppo elevata) siano da riferire a questo fattore (Dramis, 1984).

Numerose osservazioni effettuate in occasione di eventi sismici hanno messo in evidenza come praticamente in tutti i casi vengano attivati, o quantomeno riattivati, movimenti gravitativi di dimensioni e tipologie diverse in funzione dell'intensità dell'evento e delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche dei versanti (litologia, assetto strutturale, materiali di copertura, forme). Questi fenomeni vengono indotti dal terremoto attraverso meccanismi diversi, quali le accelerazioni orientate che, sia pure per minime frazioni di tempo, possono far variare i pesi delle masse sui versanti, le deformazioni permanenti o

temporanee delle geometrie superficiali, i fenomeni di liquefazione prodotti nei materiali fini saturi di acqua per effetto delle brusche variazioni delle pressioni interstiziali dovute alle onde sismiche (Fig. 18).

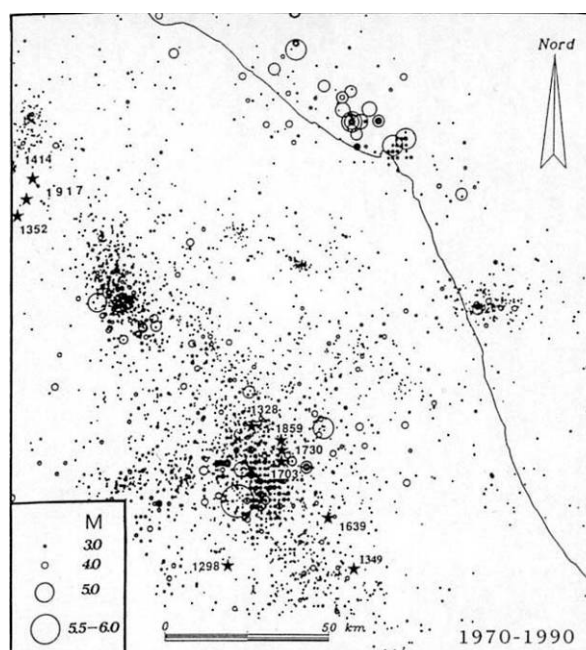


Fig. 18 Epicentri dei terremoti con magnitudo  $M \geq 3$  dal 1970 al 1990 e dei terremoti catastrofici (asterischi) con  $I_0 = X$  o  $IX-X$ , dell'ultimo secolo (tratto da Passeri, 1994).

## 9.5 EVOLUZIONE RECENTE DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA

La normativa sismica italiana, entrata in vigore l'8 maggio del 2003 con la pubblicazione sulla G.U. dell'Ordinanza P.C.M. n. 3274 recepita dalla Regione Marche con DGR n. 1046 del 29 luglio 2003 e succ., suddivide il territorio italiano in quattro zone sismiche, abbandonando così la precedente terminologia di "categorie sismiche". Dove:

Zona 1	E' la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti.
Zona 2	Nei comuni inseriti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti.
Zona 3	I Comuni interessati in questa zona possono essere soggetti a scuotimenti modesti.
Zona 4	E' la meno pericolosa. Nei comuni inseriti in questa zona le possibilità di danni sismici sono basse.

In conformità a tale normativa, il comune di Pesaro (cod. ISTAT 1141044, Provincia di Pesaro Urbino) ricade in zona sismica 2 (nei comuni inseriti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti):

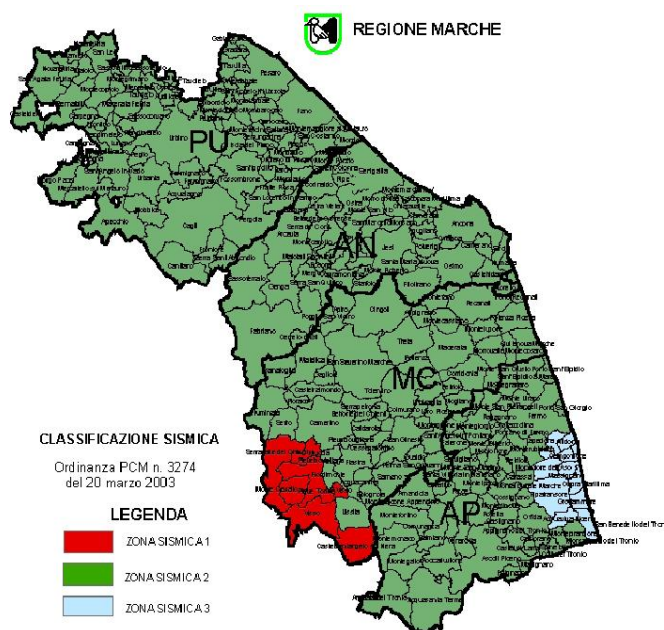


Fig. 19 - Classificazione sismica delle Marche, Ordinanza del PCM n. 3274 / 2003.

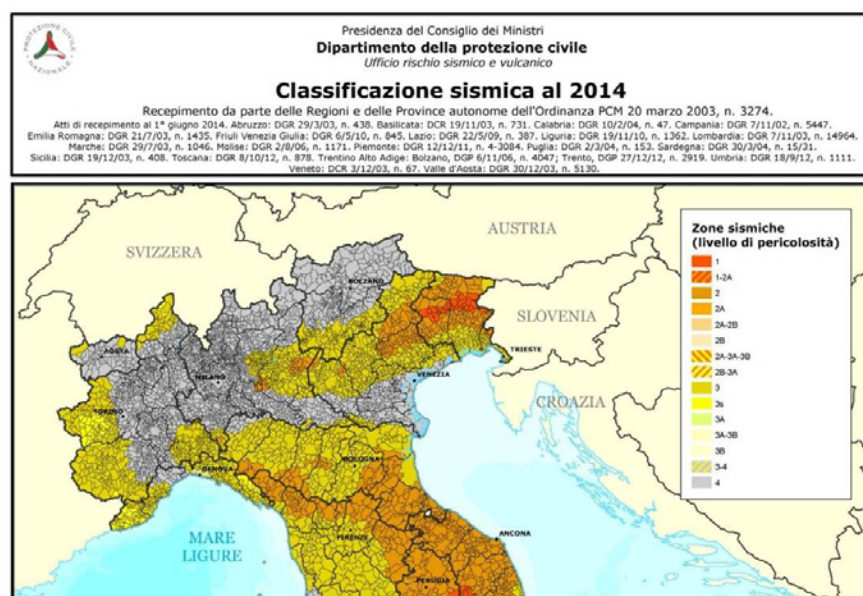


Fig. 20 - Classificazione Sismica al 2014 (Dipartimento di Protezione Civile, Ufficio rischio sismico e vulcanico).

I criteri per la classificazione sismica del territorio nazionale, emanati con l'ordinanza P.C.M. n. 3274 del 2003 si basano sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato, in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni), da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo.

Uno dei cambiamenti fondamentali apportati dalla normativa è stata l'introduzione della zona 4, in questo modo tutto il territorio italiano viene definito come sismico. Di fatto, sparisce il territorio "non classificato", che diviene zona 4, nel quale è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica. A ciascuna zona, inoltre, viene attribuito un valore dell'azione sismica utile per la progettazione, espresso in termini di accelerazione massima su roccia.

L'appartenenza a ciascuna zona sismica comporta l'adozione di specifiche caratteristiche prestazionali per nuovi edifici e strutture, regolate da opportune norme sismiche contenute nel medesimo provvedimento legislativo, e successive modifiche ed integrazioni.

Un ulteriore affinamento delle zone sismiche è stato fatto con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 28 aprile 2006, n. 3519 recante "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone", in cui sono state stabilite nuove disposizioni per l'individuazione a livello regionale delle zone sismiche e che supera il concetto di categoria legato alle suddivisioni amministrative della precedente Ordinanza.

Con il medesimo provvedimento è stata approvata la mappa di pericolosità sismica di riferimento nazionale che contiene le accelerazioni orizzontali massime convenzionali al suolo di tipo A, necessarie per redigere il calcolo sismico delle costruzioni. Questi ultimi sono ricavabili dalla carta di pericolosità sismica introdotta dall'OPCM 3519 del 28 aprile 2006 nella quale i valori di accelerazione  $a_g$  sono indicati su una maglia di 0,02 gradi.

Nelle figure seguenti (Fig. 21 e Fig. 22) è riportato uno stralcio della "Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale" con un dettaglio sulla Regione Marche, redatte dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia nel 2004 e recepite dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28.04.2006 sopra citata, che assume il ruolo di riferimento ufficiale per eventuali aggiornamenti della zonazione sismica del territorio da parte dei soggetti che ne hanno la competenza territoriale ovvero le Regioni.

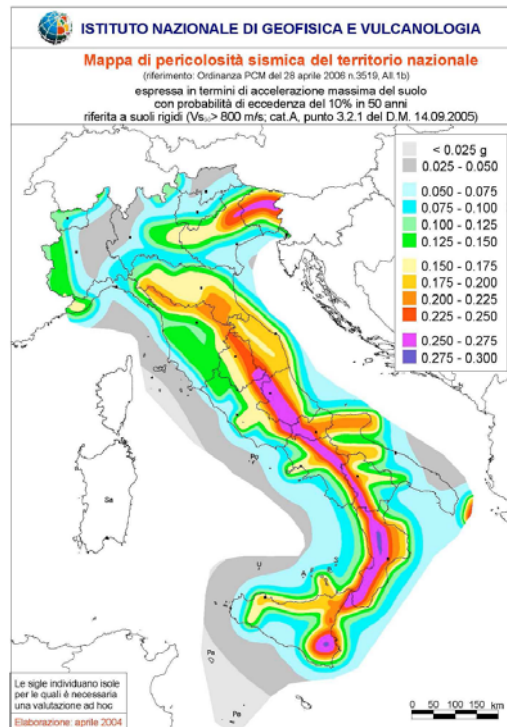


Fig. 21 Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale.

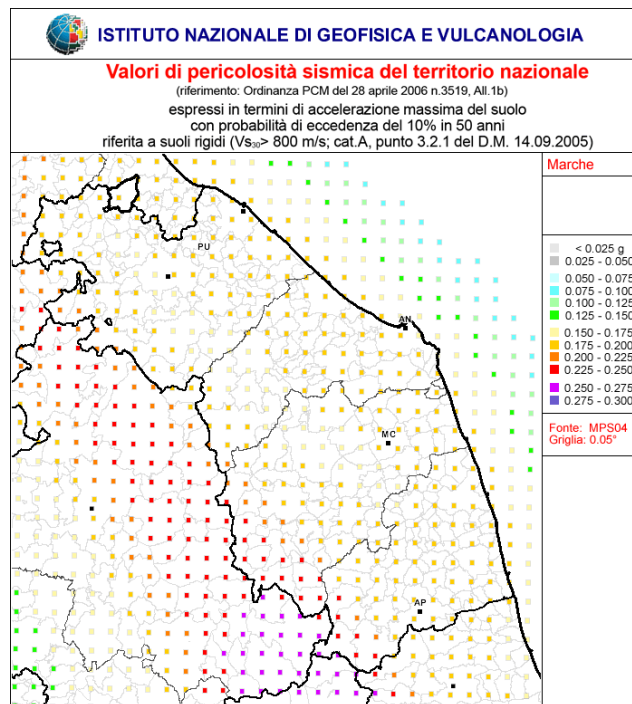


Fig. 22 - Valori di pericolosità sismica della Regione Marche espressi in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli di categoria A ( $V_{s30} > 800$  m/s).

Il nuovo studio di pericolosità, allegato all'Opdm n. 3519/06, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione ( $a_g$ ), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche.

<b>Zona sismica</b>	<b>Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (<math>a_g</math>)</b>
1	$a_g > 0.25$
2	$0.15 < a_g \leq 0.25$
3	$0.05 < a_g \leq 0.15$
4	$a_g \leq 0.05$

I nuovi criteri per l'individuazione della zona sismica si basano su un elaborato grafico che rappresenta il territorio italiano in 12 fasce di valori di PGA di riferimento (valore massimo, o picco) di accelerazione del suolo attesa); innovando le disposizioni dell'O.P.C.M. 3274/03, oltre ai valori standard delle accelerazioni riferite a suoli rigidi viene fornita anche una stima dell'incertezza, tramite predefiniti percentili della distribuzione associata.

Quindi la OPCM 3519/2006 di fatto supera il concetto stesso di zonazione, imponendo valori discretizzati nello spazio. In sostanza si è passati da una mappa di pericolosità sismica (2004) utilizzabile dalle Regioni come riferimento per aggiornare l'assegnazione di un Comune a una delle 4 zone sismiche a una dettagliata descrizione dello scuotimento atteso, espresso in termini di parametri ingegneristici.

Successive elaborazioni (Progetto INGV-DPC S1, realizzato nell'ambito della Convenzione triennale 2004-2006 fra il Dipartimento Nazionale di Protezione Civile, e INGV, avente come oggetto l'assistenza scientifica e manutenzione dell'elaborato di pericolosità rilasciato nel 2004) hanno portato ad ampliare la disponibilità di valori di pericolosità, riferiti a diverse probabilità di eccedenza, e/o valori di accelerazione spettrale.

Nel rispetto degli indirizzi e criteri stabiliti a livello nazionale, alcune Regioni hanno classificato il territorio nelle quattro zone proposte, altre Regioni hanno classificato diversamente il proprio territorio, ad esempio adottando solo tre zone (zona 1, 2 e 3) e introducendo, in alcuni casi, delle sottozone per meglio adattare le norme alle caratteristiche di sismicità.

Qualunque sia stata la scelta regionale, a ciascuna zona o sottozona è attribuito un valore di pericolosità di base, espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido ( $a_g$ ). Tale

valore di pericolosità di base non ha però influenza sulla progettazione. Le zone sismiche tradizionali dell'Ordinanza 3274 sopravvivono solo per scopi amministrativi e per la zona 4.

Per calare la normativa in ambito locale, va ricordato che la classificazione nazionale e la mappa di pericolosità di cui all'Ordinanza 3519/2006 esprimono la sismicità di un'area sulla base dei terremoti avvenuti in epoca storica e della distanza dalle potenziali sorgenti sismogenetiche, senza considerare le caratteristiche locali del territorio che possono modificare il moto sismico atteso, soprattutto in termini di amplificazione.

Per una più rigorosa analisi della risposta sismica locale vanno quindi considerate sia le caratteristiche della superficie topografica che quelle stratigrafiche le quali possono modificare il moto sismico in superficie favorendo fenomeni di instabilità.

Le attuali Norme Tecniche per le Costruzioni (Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008), hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali: per ciascuna zona (e quindi territorio comunale) precedentemente veniva fornito un valore di accelerazione di picco e quindi di spettro di risposta elastico da utilizzare per il calcolo delle azioni sismiche.

Dal 1 luglio 2009 con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008, per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera.

Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali.

La classificazione sismica (zona sismica di appartenenza del comune) rimane utile solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti (Regione, Genio civile, ecc.).

Le stime di pericolosità sismica proposte dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) sono state successivamente elaborate dal Consiglio Superiore per ottenere i parametri che determinano la forma dello spettro di risposta elastica; tali parametri sono proposti nell'allegato A del Decreto Ministeriale.

I Programma sperimentale "Spettri di risposta" - Fornisce gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticale) delle azioni sismiche di progetto per il generico sito del territorio nazionale (vers. 1.0.3).



## **10 CARTOGRAFIA E LEGENDA GEOLOGICA**

La descrizione delle caratteristiche litologiche e strutturali dei terreni affioranti nell'area in esame prende spunto dagli elaborati geologici predisposti per la progettazione esecutiva per l'ampliamento alla 3<sup>a</sup> corsia del tratto di A14 compreso tra Cattolica e Fano.

I dati relativi alle caratteristiche litologiche e strutturali dei litotipi affioranti nell'area in esame, acquisiti dall'analisi bibliografica nella fase di progettazione preliminare, sono stati integrati attraverso un rilevamento geologico diretto sul terreno e l'analisi litostratigrafica e di facies eseguita sulle carote prelevate durante le campagne di indagini geognostiche.

I simboli stratigrafici e tettonici sono stati indicati con linea continua o tratteggiata in funzione delle evidenze di campagna. La geometria degli strati (giacitura) è stata indicata con apposita simbologia.

Nella planimetria geologica allegata al progetto i fenomeni gravitativi, frane s.s., soliflussi e creep sono stati rappresentati mediante un'unica simbologia (la differenziazione è invece riportata nell'ambito delle carte geomorfologiche); inoltre sono state evidenziate le aree di affioramento secondo il criterio cromatico esposto in legenda.

Nell'area di studio sono stati identificati depositi appartenenti a successioni marine e continentali di età compresa tra il Miocene e l'Olocene, suddivisi ulteriormente in depositi aventi caratteristiche litotecniche comparabili (la sigla indicata tra parentesi a fianco di ogni deposito fa riferimento alla legenda della carta geologica).

In particolare, procedendo dai sedimenti più recenti ai più antichi si distinguono:

### **10.1 SUCCESSIONI QUATERNARIE**

Nelle successioni quaternarie si distinguono i depositi alluvionali attuali e recenti (a2), i depositi eluvio-colluviali (ec) e depositi di versante o di falda (dt)

**Depositi eluvio-colluviali (ec)**

Depositi residuali di alterazione "in situ" delle litologie sottostanti che possono aver subito un piccolo trasporto fino alla zona di accumulo. Sono costituiti per lo più da terriccio e materiale argilloso - limoso e sabbioso bruno-rossastro. A luoghi si individuano orizzonti di suolo (Olocene).

**Depositi di versante o di falda (dt)**

Detrito sciolto limoso – sabbioso accumulato al piede dei versanti (Olocene).

**Depositi alluvionali attuali e recenti (a2)**

Sabbie e limi prevalenti con sabbie più o meno limose frammiste a ghiaie. In prossimità dei paleo-alvei o degli alvei attuali e nella piana alluvionale del fiume Foglia i litotipi ghiaioso – sabbiosi diventano predominanti. Nelle argille e nei limi si ritrovano clasti calcarei ed arenacei di dimensioni variabili da centimetriche a decimetriche, da sub-angolosi a sub-arrotondati, isolati o in lenti. I vari depositi si alternano irregolarmente e si ritrovano con rapporti laterali e verticali di tipo eteropico (Olocene).

Tali depositi si rinvengono generalmente fino ad una quota di 15 m dal fondovalle dei principali corsi d'acqua, interessando così gli alvei fluviali e le relative piane alluvionali attuali.

**10.2 SUCCESSIONI MARINE PLIO-QUATERNARIE**

Le successioni marine plio-quaternalie sono rappresentate dai depositi plio-pleistocenici dell'avanfossa adriatica costituiti da sedimenti sabbioso – limosi (Ps).

**Depositi prevalentemente sabbioso - limosi (Ps)**

Sabbie e sabbie limose giallastre e grigie da debolmente a molto addensate, organizzate in modo irregolare in strati di spessore variabile da qualche centimetro fino a bancate metriche.

In prossimità dei lineamenti di faglia si possono rinvenire livelli cementati per percolazione di fluidi.

Talora si rinvencono, intercalati alle sabbie, livelli metrici di argille e argille marnose grigie sottilmente stratificate, da molto consistenti a dure.

A tali depositi è stata attribuita un età Pliocenica.

### **10.3 SUCCESSIONI MARINE MIO-PLIOCENICHE**

Le successioni terrigene mioceniche genericamente vengono distinte in depositi evaporitici, depositi arenacei e depositi argilloso – marnosi; nell'area di stretto interesse in relazione all'opera di progetto sono stati intercettati termini litologici costituiti prevalentemente da depositi sabbiosi (Mar).

#### **Depositi prevalentemente sabbiosi (Mar)**

Sabbie molto addensate, localmente debolmente cementate, disposte in strati con spessori generalmente compresi tra 50 e 100 centimetri, separati da sottili livelli di "argille marnose". Alle sabbie si intercalano orizzonti argilloso - marnosi da decimetrici a metrici che si ripetono a più livelli stratigrafici; all'interno dei livelli pelitici è possibile individuare orizzonti calcarei di origine evaporitica.

## 11 CARTOGRAFIA E LEGENDA GEOMORFOLOGICA

La morfologia del tratto di studio è condizionata direttamente dalle caratteristiche litologiche dei terreni affioranti e sub-affioranti, prevalentemente costituiti da termini argilloso - sabbiosi e sabbioso - arenacei.

L'orografia risulta dunque caratterizzata da forme pianeggianti, sub-pianeggianti o al più collinari nelle aree in cui sono presenti termini pelitici argilloso - limosi e argilloso - sabbiosi (con pendenze medie inferiori al 10%) e da morfologie pronunciate con versanti acclivi, in corrispondenza delle aree con substrato sabbioso arenaceo e marnoso – argilloso.

La prevalente regolarità della morfologia dell'area di studio è interrotta dall'asta fluviale del fiume Foglia che si sviluppa ( a nord – ovest dell'area interessata dalle opere in progetto) con andamento all'incirca antiappennico, mostrando un forte controllo di tipo tettonico. L'asta fluviale ha andamento da meandriforme a rettilineo, con piane alluvionali moderatamente sviluppate.

Per la rappresentazione degli elementi geomorfologici, sono state adottate le indicazioni proposte nei Quaderni del Servizio Geologico Nazionale, serie III, volume 4, nonché quelle proposte dal Gruppo Nazionale Geografia Fisica e Geomorfologia; il che ha permesso un immediato confronto con la simbologia presente nella maggior parte dei lavori pubblicati.

Dal punto di vista geomorfologico l'area è caratterizzata da forme di denudazione e di accumulo con i relativi depositi raggruppabili in quattro tipologie principali: forme strutturali; forme di versante dovute alla gravità; forme fluviali dovute al dilavamento; forme antropiche.

### 11.1 FORME STRUTTURALI

Cresta: si tratta di una forma lineare di origine strutturale, la cui individuazione è di particolare importanza in quanto rappresenta un indizio di controllo strutturale legato sia alle caratteristiche litologiche che giaciture.

Sella: si tratta di una forma puntuale che, nell'area di studio, è legata principalmente ad un'origine tettonica.

## 11.2 FORME DI VERSANTE DOVUTE ALLA GRAVITA'

Si distinguono forme di denudazione e forme di accumulo:

### Forme di denudazione

Nicchia di frana: si tratta di una morfologia lineare che indica la fascia del versante dalla quale si è mobilitato il materiale coinvolto nel movimento. In base al comportamento meccanico delle litologie interessate dal movimento franoso, alla superficie di scorrimento ed in relazione allo stato di attività nell'area di studio sono state riconosciute nicchie di frana inattive.

- nicchia di frana inattiva, caratterizzate da una morfologia poco distinguibile a causa dello stato di attività; spesso sono interessate dalla sovrapposizione di altri processi che ne hanno parzialmente modificato e mascherato le caratteristiche.

Area interessata da dissesti delle coltri (soliflusso e creep): porzione di versante più o meno vasta, interessata da movimenti viscosi della coltre superficiale 1÷3 m di spessore (creeping) che talora può interessare spessori di terreno superiore es. fino a 5÷10 m (creep). Si tratta di deformazioni sia continue che discontinue da lente a estremamente lente, che determinano la formazione di aree caratterizzate da ondulazioni, gibbosità e terrazzetti.

Generalmente questi fenomeni non vengono classificati come frane vere e proprie, ma in alcuni casi possono evolvere in movimenti franosi s.s.

Orlo di scarpata di degradazione: si tratta di una forma lineare, che deriva dall'evoluzione morfologica di una scarpata in seguito all'azione della gravità.

### Forme di accumulo

I corpi di frana sono le forme di accumulo di tipo areale derivanti dai processi gravitativi franosi. Nell'area di studio è stato cartografato un corpo di frana di tipo colamento:

Corpi di frana di colamento in terra (earthflow), caratterizzati da velocità del movimento variabile da molto lenta a lenta e profondità variabile da qualche metro fino 7÷10 m dal piano campagna.

E' stata operata un'ulteriore classificazione dei fenomeni basata sul loro stato di attività; infatti si definisce attiva una forma di frana che sia stata soggetta ad evidenti deformazioni negli ultimi due cicli stagionali; è stato considerato invece quiescente ogni fenomeno che non mostri recenti evidenze di movimento (ricadono in questa categoria i corpi di frana senza evidenze di evoluzione).

Frane non fedelmente cartografabili: si tratta di movimenti gravitativi di tipo puntuale, non rappresentabili alla scala di lavoro.

### **11.3 FORME FLUVIALI DOVUTE AL DILAVAMENTO**

#### **Forme di erosione**

Solco da ruscellamento concentrato: si tratta di una forma di erosione lineare molto diffusa nell'area di studio, determinata dall'approfondimento di rivoli prodotti dal riunirsi di filetti idrici secondo linee di scorrimento preferenziali.

Vallecola a V: è una forma di erosione lineare derivante dall'approfondimento dei solchi di ruscellamento concentrato, di cui si è parlato in precedenza. Si tratta di un solco inciso, simmetrico o asimmetrico in base alla modalità di azione dei processi erosivi agenti, principali responsabili di tale morfologia.

Vallecola a fondo piatto: si tratta di una forma di erosione lineare caratterizzata da un alveo a morfologia piatta, derivante dall'evoluzione della vallecola a V in conseguenza della combinazione dei processi geomorfologici di erosione, trasporto e sedimentazione. Nell'area di studio tale morfologia si individua principalmente in corrispondenza dei corsi d'acqua maggiori che scorrono in aree sub-pianeggianti.

Orlo di scarpata di erosione o di terrazzo fluviale: si tratta di una forma lineare molto diffusa nell'area analizzata, che si determina in seguito all'erosione dovuta all'azione delle acque di ruscellamento e/o in seguito all'approfondimento dell'alveo fluviale.

#### **11.4 FORME ANTROPICHE**

Aree urbanizzate: l'area in esame è caratterizzata dalla presenza di numerose aree antropizzate, soprattutto per la morfologia sub-pianeggiante che ne facilita l'ubicazione. Sulle carte geomorfologiche, tuttavia, sono state considerate unicamente le aree urbanizzate ed industriali ubicate in prossimità delle opere in progetto.

Orlo di terrazzo a muretti o a scarpate: si tratta di forme antropiche lineari, molto numerose nell'area di studio.

La stima quantitativa dei volumi potenzialmente instabili che eventualmente interessano l'infrastruttura, nonché la definizione degli interventi di minimizzazione / stabilizzazione e messa in sicurezza dell'infrastruttura non è oggetto della presente relazione.

## **12 VERIFICA DI PAI, IFFI , PRG**

### **12.1 PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)**

La zona studiata ricade all'interno delle aree di pertinenza del Piano di Bacino Regionale del Fiume Foglia e del Torrente Rio Genica.

Nell'ambito del PAI sono identificati e descritti i criteri di pericolosità idraulica e di instabilità geomorfologica, finalizzati alla redazione di strumenti di pianificazione per la salvaguardia del territorio. Le indicazioni del PAI sono state recepite nel corso del presente studio, al fine di permettere la corretta valutazione delle eventuali interferenze e condizioni di pericolosità potenziale con le opere oggetto di intervento, sia per pericolosità da frana che per il rischio idraulico.

Si riporta di seguito uno stralcio della Carta allegata al Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini Idrografici di Rilievo Regionale Marchigiani (approvato in via definitiva con Decreto del Consiglio Regionale n. 116 del 21/01/2014 e pubblicato sul supplemento n. 5 al BUR. N. 15 del 13/02/2004) (Fig. 23). Vedi elaborato GEO 0003.

La carta di Pericolosità, fornisce una distribuzione territoriale delle aree esposte a processi di dinamica geomorfologica ordinate secondo classi a gravosità crescente. In particolare, sono state distinte le seguenti categorie: pericolosità moderata (P1); pericolosità media (P2); pericolosità elevata (P3) e pericolosità molto elevata (P4).

In particolare, per quanto riguarda gli aspetti geomorfologici non si segnalano aree di pericolosità interferenti con le opere in progetto.

Per quanto riguarda il rischio idraulico gli elaborati PAI segnalano un'area classificata dal P.A.I. a rischio esondazione moderato (R1) interferente con i tracciati nell'area del casello (da inizio tratto fino alla progressiva 300 circa) e marginalmente con la Rampa B del tracciato nel tratto compreso tra le progressive 050 e 150, un'area a rischio esondazione molto elevato (R4) interferente con il tracciato della rampa B tra le progressive 185 e 215 oltre ad un'area a rischio esondazione elevato (R3) interferente con il tracciato della rampa B tra le progressive 215 e 368 (Fig. 23)



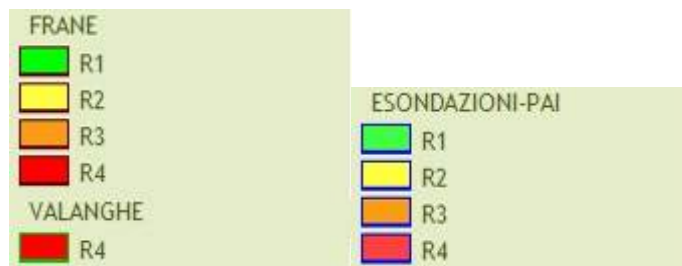
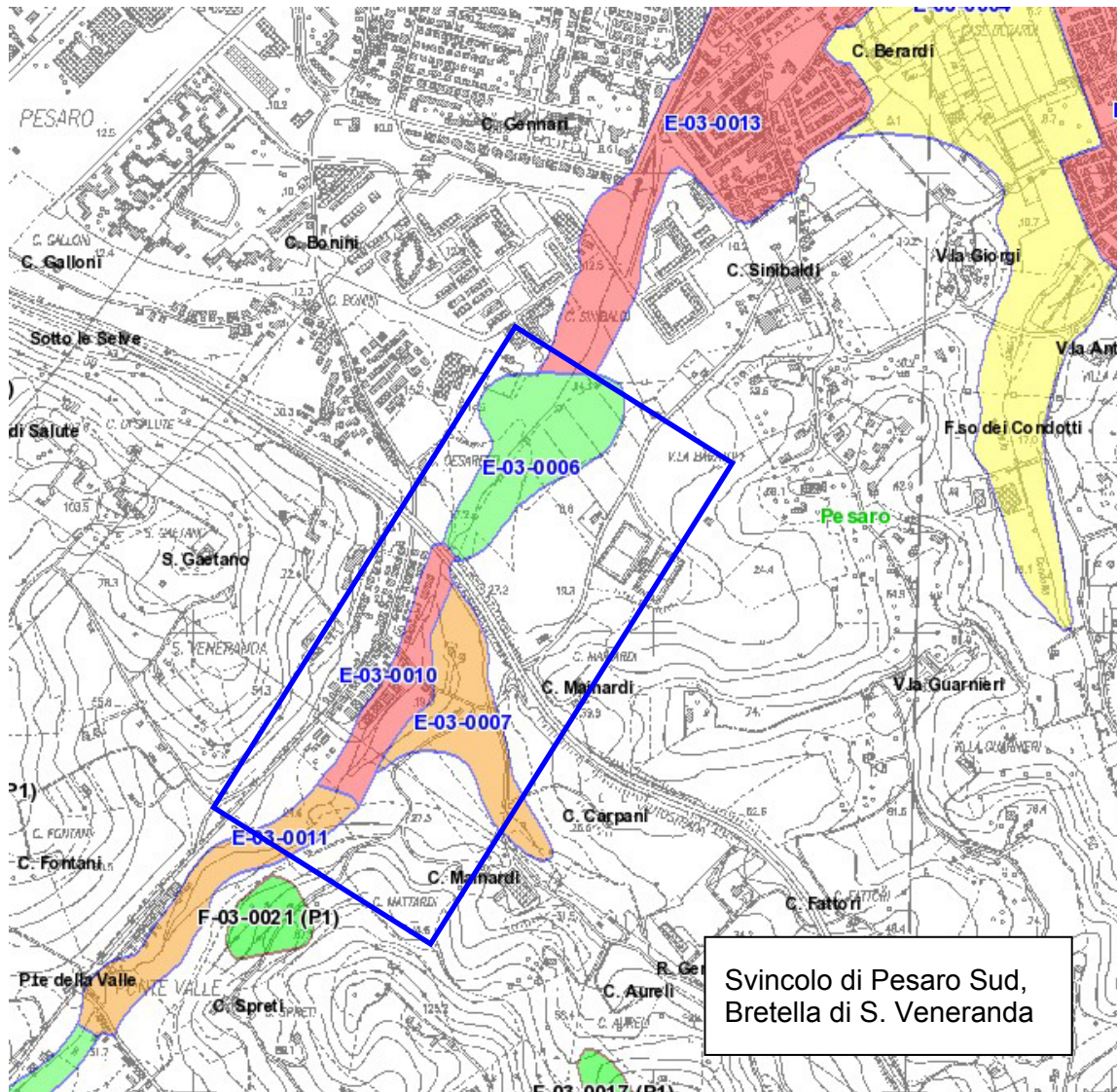


Fig. 23 – Regione Marche – Autorità di Bacino Regionale (cartografia PAI aggiornata al decreto del segretario generale n. 18/SABN del 13/01/2015).

## 12.2 INVENTARIO FENOMENI FRANOSI IN ITALIA (PROGETTO IFFI)

Il Progetto IFFI (Inventario Fenomeni Franosi in Italia) , promosso dal Comitato dei Ministri per la Difesa del Suolo (ex legge 183/89), nasce dalla esigenza di fornire un quadro completo ed aggiornato sulla distribuzione dei fenomeni franosi sull'intero territorio nazionale, attraverso la raccolta e l'omogeneizzazione dei dati e di offrire uno strumento conoscitivo di base per la valutazione del rischio da frana, per la programmazione degli interventi di difesa del suolo e per la pianificazione territoriale a scala nazionale e locale.

Il progetto, realizzato per conto del Servizio Geologico - ISPRA con l'ausilio delle Regioni e Province autonome, costituisce il primo inventario omogeneo e aggiornato dei fenomeni franosi sull'intero territorio nazionale. L'inventario dei fenomeni franosi rappresenta, un utile strumento conoscitivo per la valutazione della pericolosità da frana e, più in generale, come supporto alle decisioni da operare in ambito territoriale.

Nel settore interessato dall'intervento la cartografia IFFI non segnala aree in frana interferenti con le opere in progetto (Fig. 24).

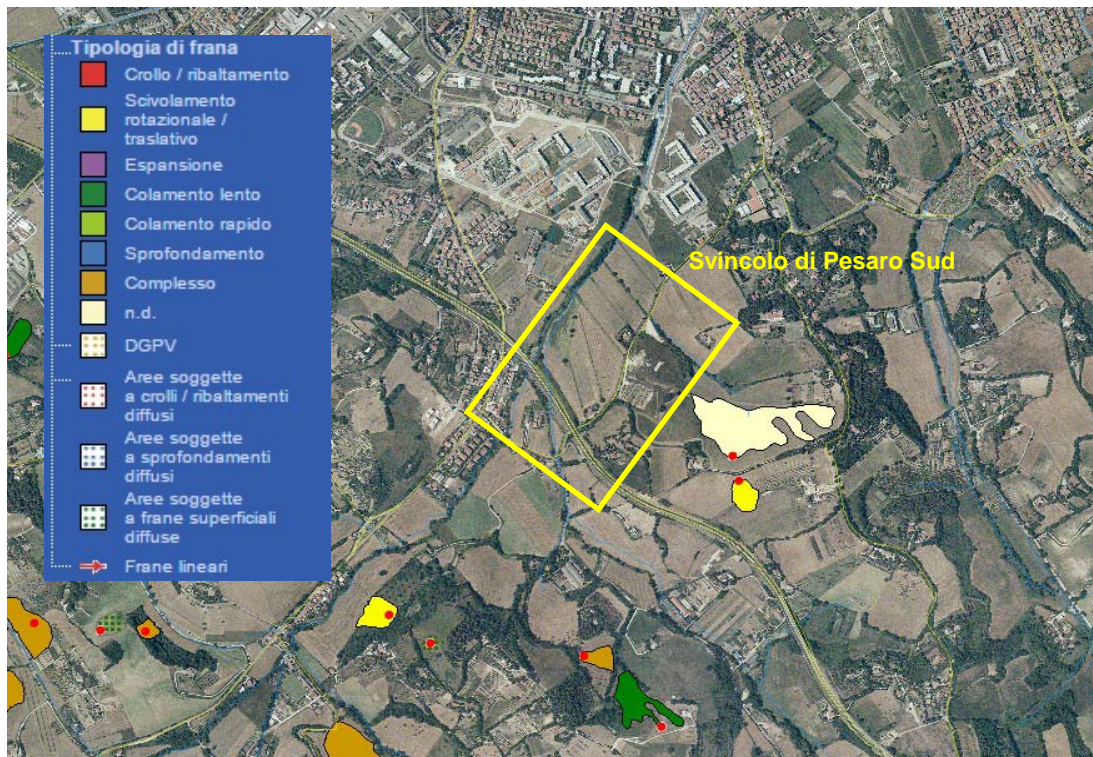


Fig. 24- Sinanet Progetto IFFI (Marzo 2015). Il rettangolo giallo individua l'area di studio.

### 13 CARTOGRAFIA DEI COMPLESSI IDROGEOLOGICI E LEGENDA

Nell'area di stretto interesse progettuale sono stati identificati tre complessi idrogeologici principali: Depositi continentali quaternari, Depositi marini di Avanfossa Adriatica e Successioni terrigene, suddivisi secondo la legenda di seguito dettagliata..

#### 13.1 COMPLESSI DEI DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

##### Complesso idrogeologico dei depositi di versante, di frana e eluvio colluviali (GEO: ec, dt)

Detriti sciolti o coesivi rinvenibili generalmente al piede dei versanti; sono connessi a fenomeni di dissesto, alterazione, ed erosione del substrato. In tale contesto esiste la possibilità di rinvenire falde a superficie libera di spessore, estensione ed importanza variabile ma generalmente ridotta; le caratteristiche di permeabilità per porosità sono contraddistinte da spiccata eterogeneità, con variabilità da bassa a discreta ( $10^{-7} \div 10^{-4}$  m/s).

##### Complesso idrogeologico dei depositi alluvionali – C3 (GEO: a1; a2)

Limi ed argille alternati a sabbie e ghiaie organizzate in strati e lenti di vario spessore; in generale contengono gli acquiferi più potenti dell'area d'interesse progettuale. La permeabilità è di tipo primario e cioè per porosità, caratterizzata da spiccata variabilità, in relazione alla eterogeneità granulometrica locale dei depositi; mediamente essa è classificabile da bassa a discreta ( $10^{-6} \div 10^{-4}$  m/s), con locali incrementi fino a buona ( $10^{-4} \div 10^{-2}$  m/s).

#### 13.2 COMPLESSI DEI DEPOSITI MARINI PLIO-QUATERNARI E DI AVANFOSSA ADRIATICA

##### Complesso idrogeologico dei depositi prevalentemente sabbiosi – C7 (GEO: Ps)

Sabbie da debolmente addensate a molto addensate con locali intercalazioni di livelli metrici di argille marnose o di sabbie limose e sabbie limose con ghiaia. La permeabilità, per porosità, è classificabile come discreta ( $10^{-3} \div 10^{-5}$  m/s), con spiccata variabilità connessa alla presenza di orizzonti più francamente pelitici contraddistinti, invece, da permeabilità bassa

( $10^{-5}$ ÷ $10^{-7}$  m/s). Possono essere potenziali sedi di falde anche piuttosto cospicue; nell'area di studio non sono state riscontrate emergenze di rilievo.

### **13.3 COMPLESSI DEI DEPOSITI TERRIGENI**

#### *Complesso idrogeologico dei depositi prevalentemente sabbiosi C8 (GEO: Mar)*

Sabbie molto addensate organizzate in strati spessi, di spessore anche metrico, con intercalazioni di livelli marnoso – argillosi generalmente sottili, che spesso contengono orizzonti calcarei di origine evaporitica. La capacità idrica del complesso è in genere discreta e può essere sede di acquiferi anche di un certo rilievo, sebbene nell'area di studio non siano state riscontrate emergenze degne di nota. La permeabilità si esplica sia per porosità sia per fratturazione e risulta generalmente discreta ( $10^{-4}$ ÷ $10^{-5}$  m/s), sebbene variabile in relazione al grado di fratturazione ed alla presenza di passaggi a prevalente componente marnoso - argillosa che comporta una consistente riduzione della permeabilità.

## 14 DESCRIZIONE DEI TRACCIATI

Nell'ambito del presente capitolo si riportano, le considerazioni a tema geologico, geomorfologico e idrogeologico ritenute di interesse tecnico per la progettazione delle opere.

Sulla base delle attività svolte e di tutti i dati raccolti, è stato possibile ricostruire il quadro geologico dell'area di studio ed in particolare è stata redatta una planimetria geologica (scala 1: 5.000) e profili geologici realizzati in asse di tracciamento (scala 5000/500 e scala 5000/5000). La ricostruzione stratigrafica dei terreni nel tratto in progetto si basa essenzialmente sulle risultanze delle indagini geognostiche. Nella descrizione si fa riferimento alle planimetrie ed ai profili geologici realizzati in asse di tracciamento. Nel profilo geologico, al fine di evidenziare anche strati di spessore limitato, si è scelta una scala verticale con rapporto di 1:10 rispetto a quella orizzontale.

I litotipi distinti in profilo sono 5: litofacies prevalentemente ghiaiosa; litofacies prevalentemente sabbiosa, litofacies prevalentemente limoso – argillosa, litofacies prevalentemente marnosa e litofacies prevalentemente arenacea. Questa schematizzazione è stata adottata perché la composizione granulometrica varia notevolmente anche per piccoli intervalli, si è ritenuto opportuno distinguere i livelli grossolani (sabbie più o meno limose) da quelli fini (limi ed argille, anche se sabbiosi), fornendo nel contempo un orientamento circa le caratteristiche di resistenza, compressibilità e permeabilità dei materiali.

Come descritto nei capitoli precedenti, dal punto di vista litologico nell'area di studio sono stati identificati tre gruppi principali di depositi, di età compresa tra il Miocene e l'Olocene, appartenenti alle successioni marine e a quelle continentali. Al loro interno sono state distinte diverse facies in base alle caratteristiche litologiche specifiche.

Dal punto di vista geometrico i contatti fra le diverse unità possono essere sia stratigrafici sia eteropici; pertanto molto spesso le litologie presenti nell'area sono giustapposte per eteropia laterale e ciò può determinare forti variabilità orizzontali e verticali di spessore. Inoltre, le giaciture sub – verticali delle successioni terrigene mioceniche (Mar) e quelle suborizzontali o poco inclinate dei depositi di Avanfossa adriatica (Pa) evidenziano la presenza di una generale discordanza angolare fra queste successioni.

L'analisi della planimetria geologica e del profilo geologico longitudinale consente di individuare, nell'area interessata dalle opere in progetto, ambiti di territorio a morfologia

collinare e sub-collinare ai quali si interpongono le pianure alluvionali del Fiume Foglia, del Rio Genica, e le meno estese incisioni vallive del Fosso della Condotta e del Fosso di Trebbiano. Nelle aree a morfologia collinare il substrato risulta costituito dai depositi prevalentemente sabbiosi della successione marina plio-quadernaria (Ps) e della successione terrigena Mio-Pliocenica (Mar).

Ad esclusione di pochi punti in corrispondenza dei quali il substrato risulta affiorante o sub-affiorante, nel contesto generale si osserva una situazione piuttosto omogenea con depositi di copertura di età Pleistocenica ed Oligocenica che ricoprono, con spessori variabili, le rocce del substrato.

I dati del monitoraggio piezometrico citati in relazione sono riferiti alla campagna di misure realizzate nell'ambito delle diverse fasi progettuali; le misure sono riportate nei paragrafi successivi, mentre il profilo riporta indicazioni relative al livello piezometrico che nel set di misure analizzato ha registrato i valori di soggiacenza più prossimi al piano campagna. Naturalmente, tale livello di falda è suscettibile delle variazioni stagionali, che a loro volta derivano dalla piovosità e dagli eventuali scambi idrogeologici con i corpi adiacenti. Pertanto tale livello non può rappresentare il livello di falda di progetto. Inoltre, si segnala che i dati a disposizione si riferiscono per lo più a misure puntuali non continue nel tempo e in molti casi realizzate in condizioni di falda non stabilizzata (letture eseguite a breve distanza dall'installazione dei piezometri). Sulla base di tali considerazioni, per la definizione della "falda di progetto" appare opportuno ed auspicabile non basarsi solo ed esclusivamente sui dati di monitoraggio, ma tenere altresì in considerazione proprio l'effetto delle oscillazioni stagionali ed annuali a lungo termine.

Di seguito si procede descrivendo le aree ritenute di maggiore interesse in relazione alle opere in progetto ed alle criticità geologiche rilevate.

#### *Nuovo Svincolo di Pesaro Sud*

Il progetto prevede una nuova stazione e uno svincolo a schema parziale a servizio del tratto Sud dell'Autostrada A14, con collegamento esclusivamente "da" e "per" Ancona. La versione ridotta prevede una rampa monodirezionale di entrata in direzione Sud (Rampa B) ed una di uscita in direzione Nord (Rampa A). Il casello si connette direttamente alla rotatoria Sud della

“Strada Interquartieri” di Pesaro (via Sandro Pertini), di recente realizzazione e di cui è previsto il potenziamento nell’ambito del presente progetto.

Casello: in questo tratto il tracciato si sviluppa in rilevato e a raso e si imposta sulle alluvioni attuali e recenti (a2) del Rio Genica. I depositi alluvionali si presentano in facies prevalentemente limoso-argillosa con intercalazioni metriche di sabbia fine limosa (cfr S(OCP)4 livello sabbioso da 3.50 m a 7.00 m da p.c e S(OC)4 livello sabbioso da 19 m a 25 m da p.c.). Alla base dei depositi alluvionali il sondaggio S(OCP)4 intercetta alla profondità di circa 19 m da p.c. il substrato costituito dai litotipi prevalentemente sabbiosi della successione terrigena mio-pliocenica (Mar) caratterizzati in sondaggio da argilla limosa grigia dura con intercalazioni da centimentriche a decimetriche di sabbia fine limosa. In corrispondenza del sondaggio S(OC)4 il substrato è stato ipotizzato ad una profondità superiore ai 25 m da p.c.

Rampa B (rampa di immissione in carreggiata sud, dir. Ancona): Il tracciato, che si sviluppa in larga parte in rilevato, tra la progressiva 120 circa e la progressiva 185 circa sottopassa la sede autostradale esistente mantenendo una livelletta che si approfondisce di poco al di sotto del piano campagna. Dalla progressiva 382 circa a fine tratto il tracciato è ancora in rilevato e si affianca compenetrando parzialmente quello autostradale esistente.

Da inizio tratto fino alla progressiva 415 circa il tracciato si imposta sui depositi alluvionali attuali e recenti (a2) del Rio Genica. Da questa progressiva a fine tratto, il tracciato si avvicina ai rilievi collinari e si imposta sui depositi eluvio colluviali olocenici (ec) (fino alla progressiva 465 circa) e sui litotipi prevalentemente sabbiosi della successione terrigena mio-pliocenica (Mar) caratterizzati da sabbie limose con locali livelletti cementati che si alternano a livelli di limo argilloso duro o addirittura a consistenza marnosa (cfr E2-S24). I depositi alluvionali si presentano in facies sabbiosa e limoso – argillosa (cfr B3-S2 livello di limo sabbioso da 7.90 a 18.0 m da p.c. e S(OCP)5 prevalentemente limoso fino a 14 m da p.c quindi prevalentemente sabbioso fino 23.20 m da p.c.). I dati a disposizione permettono di ipotizzare uno spessore delle alluvioni superiore ai 35 m in corrispondenza del sondaggio B3-S2 e di circa 23 m da p.c. in corrispondenza del sondaggio S(OCP)5.

Rampa A (rampa di uscita in carreggiata nord, da Ancona): il tracciato si sviluppa in larga parte in rilevato, tranne nel tratto iniziale, per una quindicina di metri circa, dove risulta in

leggera trincea. Tra la progressiva 033 e 132 circa il tracciato si affianca compenetrandolo parzialmente al rilevato autostradale esistente.

Da inizio tratto fino alla progressiva 075 circa il tracciato si avvicina ai rilievi e si imposta sui depositi eluvio colluviali olocenici (ec) (fino alla progressiva 075 circa) e sui litotipi prevalentemente sabbiosi della successione terrigena mio-pliocenica (Mar) rappresentati in sondaggio da sabbie limose con locali livelletti di sabbia cementata alternate a livelli di limo argilloso da duro a consistenza marnosa (cfr E2-S24). Dalla progressiva 075 circa a fine tratto il tracciato si imposta sui depositi alluvionali attuali e recenti (a2) del Rio Genica costituiti da sabbie e da limi argillosi (cfr S(OCP)5 prevalentemente limoso fino a 14 m da p.c quindi prevalentemente sabbioso fino a 23.20 m da p.c.). I dati a disposizione permettono di ipotizzare uno spessore delle alluvioni pari a circa 23.00 m da p.c. in corrispondenza del sondaggio S(OCP)5.

I dati di monitoraggio indicano la presenza di una falda idrica che, nell'ambito del complesso acquifero dei depositi alluvionali (c3), si attesta ad una profondità di circa 1-1.5 m da p.c.(cfr. B3-S2 – S(OCP)5, S(OCP)4) e viene sostenuta dai termini sabbioso arenacei del substrato (complesso acquifero dei depositi terrigeni – c8).

Per quanto riguarda gli aspetti geomorfologici i principali elementi di interesse per la realizzazione dell'opera sono rappresentati nella cartografia allegata al progetto; ad ogni buon conto, gli elementi di maggiore impatto riguardano gli aspetti idraulici legati all'attraversamento dei corsi d'acqua in aree con morfologie sfavorevoli per i deflussi ed a rischio di allagamento (vedi capitolo 12 "Verifica PAI, IFFI, PRG).



## 15 PRINCIPALI ELEMENTI GEOLOGICI DI INTERESSE INGEGNERISTICO

In questo ambito si ribadiscono alcune criticità geologiche che possono avere influenza per la progettazione delle opere; resta comunque inteso che gli elaborati geologici devono essere considerati nella loro interezza, poiché la sensibilità del geologo non sempre coincide con quella dell'ingegnere e pertanto alcune segnalazioni contenute negli elaborati GEO possono assumere rilevanza anche nel caso in cui non siano ribaditi nell'ambito del presente capitolo:

- ◆ presenza di materiali con scadenti caratteristiche meccaniche (coltri di alterazione del substrato, depositi eluvio colluviali, depositi alluvionali fini);
- ◆ la presenza di edifici civili o industriali in prossimità delle opere rappresenta un elemento da considerare con la massima attenzione, in quanto una variazione inopportuna dello stato tensionale dei terreni dovuta alla realizzazione di scavi, emungimenti, riporti, ecc. può generare lesioni; ciò risulta evidente soprattutto nel caso in cui in tali contesti siano segnalate forme di dissesto più o meno estese.
- ◆ possibile interferenza delle opere in progetto con la falda in corrispondenza delle minime soggiacenze freatiche;
- ◆ difficoltà nel ricostruire l'andamento del substrato al di sotto dei depositi alluvionali, in quanto si tratta di un contatto di tipo erosionale che può variare con estrema facilità in un breve intorno prescindendo da regole geometriche prevedibili;
- ◆ presenza di numerose linee di deflusso naturale delle acque, che dovranno essere considerate con attenzione al fine di non causarne l'ostruzione;
- ◆ presenza di acque calcico-clorurino-sodiche ricche in magnesio e solfati nella fascia costiera;
- ◆ Per quanto riguarda il Rischio idraulico gli elaborati PAI segnalano un'area classificata dal P.A.I. a rischio esondazione moderato (R1) interferente con i tracciati nell'area del casello (da inizio tratto fino alla progressiva 300 circa) e marginalmente con la Rampa B del tracciato nel tratto compreso tra le progressive 050 e 150, un'area a rischio esondazione molto elevato (R4) interferente con il tracciato della

rampa B tra le progressive 185 e 215 oltre ad un'area a rischio esondazione elevato (R3) interferente con il tracciato della rampa B tra le progressive 215 e 368.

Esistono dunque i presupposti per confermare la fattibilità geologica dell'opera, purché il progettista riservi particolare attenzione alle pericolosità segnalate nelle cartografie tematiche prodotte dagli enti citati nel corso della presente relazione, alla variabilità intrinseca degli elementi geologici (presenza materiali con scadenti caratteristiche meccaniche, ecc.) e verifichi puntualmente la stabilità del sistema opera – terreno, adotti opportuni accorgimenti rivolti alla tutela del pozzo idropotabile la cui area di rispetto interferisce con le opere in progetto. Più in generale, la fattibilità geologica è subordinata al fatto che il progetto ingegneristico tenga conto di tutte le normative vigenti, del quadro geologico presentato e del suo campo di variabilità.

## 16 MONITORAGGIO PIEZOMETRICO

Foro di sondaggio	Fase	Profondità max pozzo mt.	Data lettura gg/mm/aa	Livello falda (dal p.c.) mt. T.A.	Livello falda (dal p.c.) mt. Cella Casagrande
B2-S13	B	14,00	24/12/2004	5,90	5.80-?
			15/03/2006	4,91	?-24.53
			13/11/2006	5,87	
			14/02/2007	6,05	
			24/12/2004	5,90	
B3-S0NBIS	B	30,00	23/12/2004	11,40	
			14/03/2006	6,85	
			13/11/2006	-	
			14/02/2007	D	
E2-S20	E	17,00	31/05/2006	6,80	
			24/11/2006	7,91	
			14/02/2007	7,90	
E2-S22	E	30,00	10/07/2006	13,40	
			13/11/2006	-	
			14/02/2007	NA	
E2-S21	E	30,00	31/05/2006	24,50	
			24/11/2006	NT	
			14/02/2007	secco	
E2-S23	E	20,00	10/07/2006	4,40	
			13/11/2006	4,88	
			14/02/2007	5,24	
E2-S24	E	30,00	10/07/2006	9,40	
			13/11/2006	9,54	
			14/02/2007	9,61	
E2-S25	E	35	10/07/2006	18,60	
			13/11/2006	30,93	
			14/02/2007	31,00	
E2-S27	E	35	10/07/2006	9,60	
			13/11/2006	9,90	
			14/02/2007	10,13	
E2-S28	E	25,00	10/07/2006	24,80	
			13/11/2006	-	
			14/02/2007	NA	
B3-S1	B	30,00	23/12/2004	4,00	
			15/03/2006	3,20	
			13/11/2006	3,92	
			14/02/2007	4,19	
B3-S2	B	35,00	23/12/2004	2,40	
			14/03/2006	1,65	

Foro di sondaggio	Fase	Profondità max pozzo mt.	Data lettura gg/mm/aa	Livello falda (dal p.c.) mt. T.A.	Livello falda (dal p.c.) mt. Cella Casagrande
			13/11/2006	1,98	
			14/02/2007	1,90	
<b>B3-S3</b>	B	30,00	23/12/2004	16,20	
			13/11/2006	14,90	
			14/02/2007	15,10	
<b>S(ocp)-1</b>	OC	35,00	17/03/2009	3,35	3,24
<b>S(ocp)-2</b>	OC	35,00	17/03/2009	2,62	2,40
<b>S(ocp)-3</b>	OC	35,00	17/03/2009	3,92	19,64
<b>S(ocp)-4</b>	OC	25,00	17/03/2009	0,82	
<b>S(ocp)-5</b>	OC	30,00	17/03/2009	1,14	
<b>S(ocp)-6</b>	OC	30,00	17/03/2009	3,13	
<b>S(oc)-1</b>	OC	20,00	11/11/2010	2,8	13,85/13,86
<b>S(oc)-2</b>	OC	40,00	12/11/2010		5,48/5,47 - 9,45/9,45
<b>S(oc)-3</b>	OC	25,00	08/11/2010	p.c.	
<b>S(oc)-4</b>	OC	25,00	12/11/2010	2,67	
<b>S(ocBw)2</b>	OC	15,00	12/12/2014	2,10	
<b>S(ocM)2</b>	OC	35,00	23/04/2014	0,7	
<b>S(ocM)3</b>	OC	35,00	23/04/2014	1,05	
<b>S(ocM)4</b>	OC	20,00	12/12/2014	1,25	
<b>S(ocSv)2</b>	OC	30,00	12/12/2014	1,36	
<b>S(ocSv)3</b>	OC	40,00	12/12/2014	6,45	

## 17 BIBLIOGRAFIA

- ♦ AA. VV. (1982) - Atti della "Conferenza Nazionale per una politica ambientale di salvaguardia dei litorali". In: Cronache Adriatiche, S. Benedetto del Tronto.
- ♦ AA. VV. (1990) - Ambiente fisico delle Marche. Geologia, Geomorfologia, Idrogeologia. Regione Marche, S.EL.CA., Firenze.
- ♦ AA. VV. (1992) - Ambiente Fisico delle Marche - Geologia, Geomorfologia, Idrogeologia. Regione Marche, Assessorato Urbanistica-Ambiente-Ecologia-Programmazione, Ufficio Cartografico, scala 1:100.000.
- ♦ AA. VV. (1993)- La difesa dei litorali in Italia. In: Aminti P. & Pranzini E., Edizioni delle Autonomie, 121-151, Roma.
- ♦ AA. VV. (1986) - La grande frana di Ancona del 13 Dicembre 1982. Studi Geologici Camerti, Numero Speciale, 146 pp, Camerino.
- ♦ AA. VV. (1997) - Carta Geomorfologica della Pianura Padana a scala 1:250.000. SELCA Ed.
- ♦ ALESSIO M. ALLEGRI L., CALDERONI G., CORTESI C., IMPROTA S., NESCI O., PETRONE V. & SAVELLI D. (1987) - Successioni alluvionali terrazzate nel bacino del Metauro (Appennino Marchigiano) - Datazioni con il 14C. Geogr. Fis. e Din. Quat. 10, 307-312. Torino.
- ♦ ALESSIO M., ALLEGRI R., COLTORTI M., CORTESI C., DEIANA G., DRAMIS F., IMPROTA S. & PETRONE V. (1979) - Depositi tardo-würmiani nell'alto bacino dell'Esino (Appennino marchigiano) - Datazione con il 14C. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 2, 203-205, Torino.
- ♦ ALEXANDER D. (1984) - Building damage by landslide. The case of Ancona, Italy, 1982. Ekistics, 51 308, 452-462.
- ♦ ALMAGIÀ R. (1910) - Studi geografici sulle frane in Italia. Memorie Soc. Geogr. It., 14, Roma.
- ♦ AMADESI E. (1993) - Manuale di fotointerpretazione con elementi di fotogrammetria. Pitagora Editrice, Bologna.
- ♦ AMBROSETTI P., CARRARO F., DEIANA G. & DRAMIS F. (1982) - Il sollevamento dell'Italia centrale tra il Pleistocene inferiore ed il Pleistocene medio. In: C.N.R. - Progetto Finalizzato "Geodinamica" - contributi conclusivi alla Carta Neotettonica d'Italia, parte 2, 219-223, Roma.
- ♦ AMBROSSETTI P., CENTAMORE E., DEIANA G., DRAMIS F. & PIERUCINI U. (1981) - Schema di evoluzione neotettonica dell'area umbro-marchigiana tra il Tronto e il Metauro. Rend. Soc. Geol. It. 4.
- ♦ AMOROSI A. (1992) - Correlazioni stratigrafiche e sequenze deposizionali nel Miocene epiligure delle Formazioni di Bismantova, San Marino, Monte Fumaiolo (Appennino settentrionale). Giornale di Geologia, 54, 95-105, Bologna.

- ◆ AMOROSI A., CAPORALE L., CIBIN U., COLALONGO M. L., PASINI G., RICCI LUCCHI F., SEVERI P. & VAIANI S. C. (1997) - Le "Sabbie Gialle" del margine padano-adriatico. GEOITALIA 1997 - 1° Forum Italiano di Scienze della Terra, Bellaria, 5-9 Ottobre, 215-216.
- ◆ AMOROSI A., CAPORALE L., CIBIN U., COLALONGO M.L., PASINI G., RICCI LUCCHI F., SEVERI P. & VAIANI S.C. (1998) - The Pleistocene litoral deposits (Imola Sands) of the northern Apennines foothills. Giornale di Geologia, 60, 83-118, Bologna.
- ◆ ANGELI A. (1967) - Notizie sulla granulometria dei sedimenti litorali fra Pesaro e la foce del Savio con riferimento al problema dell'erosione marina. Boll. Soc. Camera di Comm., Forlì, 21, 2, 39-44.
- ◆ ANGELI M. G. (Responsabile Scientifico del Progetto) (1997) - Centro abitato di Montelupone. In: Monitoraggio e sorveglianza in materia di rischi derivanti da fenomeni franosi che interessano i centri abitati di Pennabilli, Sassocorvaro, Sirolo, Corridonia, Montelupone e Montappone (Convenzione stipulata tra IRPI e Regione Marche, Rapporto finale, IRPI-CNR Perugia, n.98/1997).
- ◆ ANGELI M. G. (Responsabile Scientifico del Progetto) (1997) - Relazione Generale. In: Monitoraggio e sorveglianza in materia di rischi derivanti da fenomeni franosi che interessano i centri abitati di Pennabilli, Sassocorvaro, Sirolo, Corridonia, Montelupone e Montappone (Convenzione stipulata tra IRPI e Regione Marche, Rapporto finale, IRPI-CNR Perugia, n.99/1997).
- ◆ ANGELI M. G. (Responsabile Scientifico del Progetto) (1997) - Centro abitato di Sirolo. In: Monitoraggio e sorveglianza in materia di rischi derivanti da fenomeni franosi che interessano i centri abitati di Pennabilli, Sassocorvaro, Sirolo, Corridonia, Montelupone e Montappone (Convenzione stipulata tra IRPI e Regione Marche, Rapporto finale, IRPI-CNR Perugia, n.96/1997).
- ◆ ANGELI M. G. (1999) - Giornate sul tema: Gli interventi sul patrimonio monumentale ed artistico dopo il sisma nell'Umbria e nelle Marche (dall'emergenza alla progettazione). Intervento alla Tavola Rotonda, Accademia Nazionale dei Lincei, Atti dei Convegni Lincei, Roma, 22-23 giugno 1998, vol. 153, 22-26.
- ◆ ANGELI M. G. (Responsabile Scientifico del Progetto) (1999) - Centro abitato di Cupra Marittima. In: Rilevazioni, studi, mappe e censimento dei rischi derivanti da fenomeni franosi che interessano i centri abitati di Cesure di Montecavallo, Cupra Marittima, Grottammare e Montegiorgio (D.G.R. Regione Marche n.3634 del 02/12/1996 - Convenzione stipulata tra IRPI e Regione Marche, Rapporto finale, IRPI-CNR Perugia, giugno 1999).
- ◆ ANGELI M. G. (Responsabile Scientifico del Progetto) (1999) - Centro abitato di Grottammare. In: Rilevazioni, studi, mappe e censimento dei rischi derivanti da fenomeni franosi che interessano i centri abitati di Cesure di Montecavallo, Cupra Marittima, Grottammare e Montegiorgio (D.G.R. Regione Marche n.3634 del 02/12/1996 - Convenzione stipulata tra IRPI e Regione Marche, Rapporto finale, IRPI-CNR Perugia, giugno 1999).
- ◆ ANGELI M. G. (Responsabile Scientifico del Progetto) (1999) - Centro abitato di Montegiorgio. In: Rilevazioni, studi, mappe e censimento dei rischi derivanti da fenomeni franosi che interessano i centri abitati di Cesure di Montecavallo, Cupra Marittima, Grottammare e Montegiorgio (D.G.R. Regione Marche n.3634 del 02/12/1996 - Convenzione stipulata tra IRPI e Regione Marche, Rapporto finale, IRPI-CNR Perugia, giugno 1999).

- ♦ ANGELI M. G. (Responsabile Scientifico del Progetto) (1999) - Falesia tra M. Trebbio e S. Marina (Pesaro Nord). In: Studio per la valutazione del rischio specifico relativo in alcuni versanti interessati da frane di crollo che possono coinvolgere centri abitati e/o infrastrutture viarie della Regione Marche (D.G.R. Regione Marche n.3633 del 02/12/1996 - Convenzione stipulata tra IRPI e Regione Marche, Rapporto finale, IRPI-CNR Perugia, giugno 1999).
- ♦ ANGELI M. G. (Responsabile Scientifico del Progetto) (1999) - Falesia tra Pesaro e il F.so Seiore (Pesaro Sud). In: Studio per la valutazione del rischio specifico relativo in alcuni versanti interessati da frane di crollo che possono coinvolgere centri abitati e/o infrastrutture viarie della Regione Marche (D.G.R. Regione Marche n.3633 del 02/12/1996 - Convenzione stipulata tra IRPI e Regione Marche, Rapporto finale, IRPI-CNR Perugia, giugno 1999).
- ♦ ANGELI M. G. (Responsabile Scientifico del Progetto) (1999) - Falesia tra Ancona e Sirolo (Ancona). In: Studio per la valutazione del rischio specifico relativo in alcuni versanti interessati da frane di crollo che possono coinvolgere centri abitati e/o infrastrutture viarie della Regione Marche (D.G.R. Regione Marche n.3633 del 02/12/1996 - Convenzione stipulata tra IRPI e Regione Marche, Rapporto finale, IRPI-CNR Perugia, giugno 1999).
- ♦ ANGELI M. G. (Responsabile Scientifico del Progetto) (1999) - Falesia tra Torre di Palme e Pedaso (Ascoli Piceno). In: Studio per la valutazione del rischio specifico relativo in alcuni versanti interessati da frane di crollo che possono coinvolgere centri abitati e/o infrastrutture viarie della Regione Marche (D.G.R. Regione Marche n.3633 del 02/12/1996 - Convenzione stipulata tra IRPI e Regione Marche, Rapporto finale, IRPI-CNR Perugia, giugno 1999).
- ♦ ANGELI M.G. (1981) - Elaborazione statistica di alcuni dati geotecnici relativi ai terreni alterati della collina di Fermo (AP). Annali Facoltà di Agraria, Univ. di Perugia, 35, 191-204.
- ♦ ANGELI M. G. (1991) - Condizioni idrauliche di alcune frane nelle argille marine del Plio-Pleistocene marchigiano. Atti Convegno SCAI, Portonovo (AN), 10-12 maggio 1989, 67-72.
- ♦ ANGELI M. G. (2001) - Studi ed interventi per la protezione idrogeologica. Convegno sul Rischio Idrogeologico. Provincia di Macerata, Assessorato alle Politiche del Territorio, 8 febbraio 2001.
- ♦ ANGELI M. G., BARBARELLA M. & PONTONI F. (1992). Instability of a sea cliff: Sirolo landslide (Italy). Proc. VI ISL, Christchurch, 2, 1093-1100.
- ♦ ANGELI M. G., BARBARELLA M., DRAMIS F., GARZONIO C. A. & PONTONI F. (1990) - A monitoring project for the definition of the geostructural model of Sirolo landslide (Italy). Proc. VI ICFL ALPS 90, Milano, 12 settembre 1990, 175-186.
- ♦ ANGELI M. G., BISCI C., BURATTINI F., DRAMIS F., LEOPERDI S. & PONTONI F. (1996) - Two Examples of Large-Scale Landslides Affecting Built-Up Areas in the Marche Region (Central Italy). Quaderni di Geologia Applicata, vol. 1, pp.131-140, 1996.
- ♦ ANGELI M. G., DRAMIS F., LEOPERDI S., PONTONI F. & VENANZINI D. (1991) - A slope failure in stratified slope-waste deposits caused by the enlargement of a gravel quarry (Central Italy). Proc. IX ICSMFE, Vina del Mar, 26-30 agosto 1991, 1, 477-486.
- ♦ ANGELI M. G., LEONORI L., LEOPERDI S. & PONTONI F. (2000) - From analysis to remedial works: the case of Montelparo Landslide (Central Italy). In: Natural Hazards on Built-

- Up Areas. Proceedeings of CERG Intensive Course, Camerino (Italy), September 25th-30th, 117-121.
- ◆ ANGELI M. G. & PONTONI F. (2002) - Instability Processes as a Result of Coastal and Climate Change at Grottammare (Central Italy). Proc. of International Conference on Instability - Planning and Management, Ventnor, Isle of Wigh, May 2002, 571-580, Thomas Telford, London, 2002.
  - ◆ ANGELI M. G. & TONNETTI G. (1984) - The effectiveness of in situ permeability tests (contribution to discussion). Proc. IV Int. Symp. on 'Landslides', Toronto, 16-21 September 1984, vol.III, pp.103.
  - ◆ ANSELMINI B., BRONDI A., FALCHI G. & FERRETTI O. (1978) - Lineamenti granulometrici e mineralogici generali dei sedimenti fluviali e costieri del territorio italiano. Mem. Soc. Geol. It., 19, 307-314, Roma.
  - ◆ ANTINORI A., CALAMITA F., CENTAMORE E., DEIANA G. & PIERUCCINI U. (1983) - Primi dati mesostrutturali sui depositi postorogeni della avanafossa marchigiana. Atti della Riunione "Meccanismi deformativi nelle catene perimediteranee: stato di avanzamento delle ricerche e problematiche emerse", 5 dicembre 1983, 57-59, Firenze.
  - ◆ ANTONINI G., CARDINALI M., GUZZETTI F., REICHENBACH P. & SORRENTINO A. (1993) - Carta inventario dei fenomeni franosi della Regione Marche ed aree limitrofe. GNDCl, publ. n° 580, scala 1:100.000, Perugia.
  - ◆ AQUATER - REGIONE MARCHE (1982) - Studio Generale per la difesa delle coste. Prima fase. Vol. I, relazione generale. Vol. II: rapporto di settore. SNAMPROGETTI.
  - ◆ AQUATER - REGIONE MARCHE (1984) - Studio generale per la difesa delle coste: seconda fase. Analisi del regime del trasporto litoraneo e bilancio dei sedimenti. SNAMPROGETTI.
  - ◆ AQUATER - REGIONE MARCHE (1987) - Piano di monitoraggio e controllo dell'erosione costiera (P.M.C.). Relazione generale, Allegati.
  - ◆ ARCALENI M., CASABLANCA D., DE DONATIS M., GALEAZZI M., MAZZOLI S., TAMBURINI F. & TIBERI P. (1995) - Schema geologico delle dorsali di Montefiore Conca - Monte Colbordolo, di Ginestreto e di Gabicce - Pesaro. Studi Geologici Camerti, Vol. Spec. 1995/1, 11-17, Camerino.
  - ◆ ARDANESE L. R. & MARTELLI G. (1986) - Peculiarità geologico-strutturali ed evidenze sedimentologiche, chimiche e petrografiche del bacino evaporitico di Pietrarubbia-Peglio-M. Santo (Marche settentrionali - Italia). Boll. Serv. Geol. d'It., 104, 35-82, Roma.
  - ◆ AUTOSTRADE S.P.A. (1999) - Sviluppo del progetto ANIDRO (Analisi idrogeologica) dell'Autostrada A14 da Cattolica a Pescara.
  - ◆ BARTOLINI C., BERNINI M., CARLONI G. C., ARMANDO C., FEDERICI P. R., GASPERI G., LAZZAROTTO A., MARCHETTI G., MAZZANTI R., PAPANI G., PRANZINI G., RAU A., SANDRELLI F., VERCESI P. L., CASTALDINI D. & FRANCAVILLA F. (1982) - Carta neotettonica dell'Appennino Settentrionale. Note illustrative. Estratto da: Boll. Soc. Geol. It., 101, pp. 523-549; 3 ff.; 4 tavv., Roma.



- ◆ BARTOLINI C., CAPUTO R. & PIERI M. (1996) - Pliocene-Quaternary sedimentation in the northern Apennine Foredeep and related denudation. *Geol. Mag.*, 133(3), 255-273, 9 figg., 13 tabb.
- ◆ BARTOLINI C. & FAZZUOLI M. (1997) - Ruolo della tettonica e della morfoselezione nell'evoluzione dell'idrografia nel bacino del Fiume Serchio. *Il Quaternario*, 10(2), 417-426, Verona.
- ◆ BARTOLINI C. & PECCERILLO A. (2002) - I fattori geologici delle forme del rilievo. Pitagora Ed., pp.228, Bologna.
- ◆ BARTOLINI G. & RAGGI B. (1988) - Studio dei fenomeni di dissesto e criteri di intervento per il consolidamento dell'abitato di Linaro (Provincia di Forlì). In: Regione Emilia-Romagna (ed.) - Studio dei centri abitati instabili nel territorio dell'Emilia-Romagna, Bologna, 139-147.
- ◆ BASSETTI M. A. (1994) - Coarse-grained clastics (fan delta deposits) in the Messinian of Montefeltro (Pesaro province, northern Apennines). *Giornale di Geologia*, ser. 3, 56/2, 259-273, Bologna.
- ◆ BEDOSTI B. (1972) - Osservazioni meteorologiche. Anno 1972, Comune di Pesaro, Osservatorio Meteorologico-Sismico "Valerio", Serie III, n. III.b, Pesaro.
- ◆ BERTINI T., CUGUSI F., D'ELIA B. & ROSSI-DORIA M. (1984) - Climatic conditions and slow movements of colluvial covers in Central Italy. *IV ISL*, Toronto, 1, 367-376.
- ◆ BETTELLI G., CONTI S. & PANINI F. (1994) - Breccie poligeniche a matrice argillosa alla base della successione Epiligure della coltre della Val Marecchia (Appennino toscomarchigiano). *Atti Tic. Sc. Terra*, 37, 111-131, Pavia.
- ◆ BIASINI A., D'ALESSANDRO L. & DE MARCO R. (1992) - Relazione sullo stato dell'ambiente. Carta della stabilità geomorfologica in Italia. Ministero dell'Ambiente. Roma.
- ◆ BIGI S., CALAMITA F., CELLO G., CENTAMORE E., DEIANA G., PALTRINIERI W. & RIDOLFI M. (1995) - Evoluzione Messiniano-Pliocenica del sistema Catena-Avanfossa nell'area marchigiano-abruzzese esterna. *Studi Geologici Camerti*, volume speciale 1995/1, 29-35, Camerino.
- ◆ BIGI S., CANTALAMESSA G., CENTAMORE E., DIDASKALU P., DRAMIS F., FARABOLLINI P., GENTILI B., INVERNIZZI C., MICARELLI A., NISIO S., PAMBIANCHI G. & POTETTI M. (1995) - La fascia periadriatica marchigiano-abruzzese dal Pliocene medio ai tempi attuali: evoluzione tettonico-sedimentaria e geomorfologica. *Studi Geologici Camerti*, volume speciale 1995/1, 37-49, Camerino.
- ◆ BIGI S., CANTALAMESSA G., CENTAMORE E., DIDASKALU P., MICARELLI A., PENNESI T. & POTETTI M. (1996) - L'influenza della tettonica e del clima sugli ambienti e sui processi sedimentari nel bacino periadriatico marchigiano - abruzzese durante il Plio - Pleistocene. *Atti Riunione Gruppo Sedimentologia, C.N.R.*, 10-14 ottobre 1996, Catania.
- ◆ BIGI S., CENTAMORE E. & NISIO S. (1997) - Caratteri geologico-strutturali dell'area pedeappenninica marchigiano-abruzzese durante il Pleistocene. *Studi Geologici Camerti*, 14, 193-200, Camerino.

- ◆ BIGI S., CENTAMORE E. & NISIO S. (1997) - Elementi di tettonica quaternaria nell'area pedemontana marchigiano-abruzzese. *Il Quaternario*, 10(2), 359-362, Verona.
- ◆ BIGI S., CENTAMORE E. & NISIO S. (1997) -Caratteri geologico-strutturali dell'area pedeappenninica marchigiano-abruzzese durante il Pleistocene. *Studi Geologici Camerti*, 14, 193-200, Camerino.
- ◆ BILI U. (1942) - Spiagge marchigiane. Centro per la geografia fisica del CNR.
- ◆ BIONDI E. & COLTORTI M. (1982) - The Esino flood plain during the Holocene. *Proc. 11th Congr. Int. INQUA*, 3(4).
- ◆ BISCI C., CALAMITA F. & DRAMIS F. (1989a) - Analisi computerizzata della orientazione dei tratti di reticolo idrografico ed implicazioni neotettoniche: un esempio nell'area umbro-marchigiana. *Suppl. Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 1, 189-196.
- ◆ BISCI C., CELLINI M., FARABOLLINI P. & PITTORI C. (1989b) - Le gradient thermique vertical dans les Marches mèridionales. *Pubbl. Assoc. Intern. Climat.*, 2, 27-34.
- ◆ BISCI C., DRAMIS F. & GENTILI B. (1986) - Geomorfologia del comprensorio dell'Abbadia di Fiastra (comune di Tolentino - Macerata). *Studi Geologici Camerti*, 11, 15-21. Carta a scala 1:10.000, Camerino.
- ◆ BISCI C., GENTILI B., MATERAZZI M. & PAMBIANCHI G. (2000) - Neotectonic conditioning in the evolution of the monoclinial relief of the central-southern marches (Central Italy). In: *Natural Hazards on Built-Up Areas. Proceedings of CERG Intensive Course, Camerino (Italy), September 25th-30th*, 117-121.
- ◆ BOCCALETTI M., CALAMITA F., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., DEIANA G., MORATTI G., MICARELLI A. & POTETTI M. (1986a) - Evoluzione tettonica e paleogeografia neogenica del settore tosco - umbro - marchigiano (Appennino settentrionale): rapporti spazio - temporali tra eventi distensivi e compressivi. *Giornale di Geologia*, 48 (1), Bologna.
- ◆ BOCCALETTI M., CALAMITA F., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., DEIANA G., MORATTI G., MICARELLI A. & POTETTI M. (1986b) - Evoluzione dell'Appennino tosco - umbro - marchigiano durante il Neogene. *Giornale di Geologia*, 48 (1).
- ◆ BOCCALETTI M., CALAMITA F., CENTAMORE E., DEIANA G. & DRAMIS F. (1983) - The Umbria - Marche Apennine: an example of thrust and wrenching tectonics in a model of ensialic Neogenic - Quaternari deformation. *Boll. Soc. Geol. It.*, 102 (4), Roma.
- ◆ BOCCALETTI M., COLI M., DECANDIA F. A., GIANNINI E. & LAZZAROTTO A. (1980) - Evoluzione dell'Appennino settentrionale secondo un nuovo modello strutturale. *Mem. Soc. Geol. It.*, 21, 359-373, Roma.
- ◆ BOCCHINI A. (1983) - Caratteristiche morfologiche delle cavità dell'appennino umbro-marchigiano. *Le Grotte d'Italia*, 4, 11, 249-263, Bologna.
- ◆ BOCCHINI VARANI M. A. (1971) - Un'area carsica nell'alto Esino. *Boll. Soc. Geogr. It.*, 1-3, 85, Roma.

- ◆ BONDESAN M. (1970) - Aspetti geologici e geografici del territorio litoraneo emiliano-romagnolo. In: Atti del Convegno Italia Nostra, Consiglio Regionale dell'Emilia Romagna "I beni Naturali del litorale emiliano-romagnolo: problemi e prospettive".
- ◆ BONDESAN M. & DAL CIN R. (1975) - Rapporti fra erosione lungo i litorali emiliano-romagnoli e del delta del Po e attività estrattiva negli alvei fluviali. In: "Cave e assetto del territorio". Italia Nostra, Regione Emilia-Romagna.
- ◆ BONDESAN M. & DAL CIN R. (1976) - Primi dati sull'evoluzione morfologica e la distribuzione dei sedimenti nel tratto di costa tra Volano (FE) e la foce del Savio (RA). In: Giornale di Geologia, (2) XL, 171-173, Bologna.
- ◆ BONDESAN M., CALDERONI G. & DAL CIN R. (1979) - Il litorale delle provincie di Ferrara e di Ravenna (Alto Adriatico): evoluzione morfologica e distribuzione dei sedimenti. In: Boll. Soc. Geol. It., 97, 247-287, Roma.
- ◆ BONI C., BONO P. & CAPELLI G. (1986) - Schema idrogeologico dell'Italia centrale. Mem. Soc. Geol. It., 35, 991-1012. Roma.
- ◆ BONI C., BONO P., CAPELLI G., LOMBARDI S. & ZUPPI G.M. (1986) - Contributo all'idrogeologia dell'Italia centrale: analisi critica dei metodi di ricerca. Mem. Soc. Geol. It., 35, 947-956, Roma.
- ◆ BORRACCINI F., DE DONATIS M., DI BUCCI D., MAZZOLI S., MEGNA A., NESCI O., SANTINI S., SAVELLI D., TRAMONTANA M. & TRIGGIANI P. (2002) - Analisi della tettonica quaternaria nel basso bacino del Metauro (Marche settentrionali) e nell'adiacente offshore adriatico attraverso l'integrazione di dati sismici, geomorfologici, stratigrafici e strutturali. Studi Geologici Camerti, Nuova serie, vol. 2.
- ◆ BORTOLOTTI V. (a cura di) (1992) - Guide Geologiche Regionali: Appennino Tosco-Emiliano. Società Geologica Italiana & BE-MA editrice, Roma.
- ◆ BORTOLOTTI V., SAGRI M., ABBATE E. & PASSERINI P. (1969) - Geological map of the Northern Apennines and adjoining areas. Scala 1:500.000. Litografia Artistica Cartografica, Firenze.
- ◆ BOSELLINI A. (1967) - Erosione intercotidale presso la foce del Reno (Mare Adriatico). In: Annali dell'Università di Ferrara, vol. IV, Ferrara.
- ◆ BRAMBATI A. (1984) - Erosione e difesa delle spiagge adriatiche. In: Bollettino di Oceanologia Teorica ed Applicata, vol. II, n.2, Trieste.
- ◆ BRAMBATI A. (1989) - L'erosione dei litorali. In: Geografia nelle scuole, 34, 1, Trieste.
- ◆ BRAMBATI A. & FINOCCHIARO F. (1988) - Definizione dei regimi erosivi e deposizionali di un litorale mediante l'analisi della pendenza della spiaggia sottomarina. Atti Tic. Sc. Terra, vol. 31, 469-491, Pavia.
- ◆ BRAMBATI A., MAROCCO R., CATANI G., CAROBENE L. & LENARDON G. (1978) - Stato delle conoscenze dei litorali dell'alto adriatico e criteri di intervento per la loro difesa. Mem. Soc. Geol. It., 19, 389-398, Roma.

- ◆ BUCCOLINI M. & GENTILI B. (1986) - Variazioni della foce in relazione all'evoluzione morfodinamica recente nei fiumi Chienti e Tenna (Marche centro-meridionali). Mem. Soc. Geol. It., 35, 827-831, Roma.
- ◆ BUCCOLINI M., GENTILI B., MARCHETTI P. & PAMBIANCHI G. (1992) - Il Sovralluvionamento Olocenico nell'alto bacino del fiume Nera (Marche). Mem. Soc. Geol. It., 42, 343-349, 4 ff., Roma.
- ◆ BULI M. (1944) - Le spiagge marchigiane. Comit. Naz. Geogr., C.N.R., 95-147, Roma.
- ◆ BULI U. & ORTOLANI M. (1947) - Le spiagge marchigiane. "CNR. Ricerche sulle variazioni delle spiagge italiane", Bologna.
- ◆ BURATTINI F. (1985) - Guida del Monte Conero. - CAI, sezione di Ancona, Ed. F.lli Anniballi, Ancona.
- ◆ BURATTINI F., NESCI O. & SAVELLI D. (1989) - Late quaternary slope movements in the north Marche Apennines. Examples from the lower Candigliano and middle Metauro river basins. Acta-Naturalia de "L'Ateneo Parmense", 25 (1/4), 61-70.
- ◆ C.N.R. (1968) - Il fondo del mare da Cattolica a Falconara. C.N.R. Sez. Racc. Dati Ocean., serie C, 1.
- ◆ C.N.R. (1976) - Ricerche sul regime e la conservazione dei litorali. Quaderni de "La ricerca scientifica", n. 94.
- ◆ C.N.R. - AA. VV. (1982) - Carta strutturale dell'Appennino settentrionale. Foglio 1 "Emilia". S.EL.CA., Firenze, scala 1:250.000.
- ◆ C.N.R. - AA. VV. (1982) - Carta strutturale dell'Appennino settentrionale. Foglio 2 "Marche". S.EL.CA., Firenze, scala 1:250.000.
- ◆ C.N.R. - AA. VV. (1985) - Atlante delle spiagge italiane, Fogli 101 (Rimini), 109 (Pesaro), 110 (Senigallia), 115 (Fermo), 117-118 (Jesi-Ancona). Progetto Finalizzato Conservazione del Suolo, Sottoprogetto: Dinamica dei litorali. S.E.L.C.A. Firenze, scala 1:100.000.
- ◆ C.N.R. - G.N.D.C.I. - R.E.R. (1993) - Atlante dei centri abitati instabili dell'Emilia Romagna. Programma Speciale SCAI.
- ◆ C.N.R.-G.N.D.T. - REGIONE MARCHE (1986) - Attività nel settore della difesa dai terremoti. SAGRAF, Castelferretti, 38 p.
- ◆ C.N.R. - REGIONE EMILIA ROMAGNA (1982) - Carta della propensione al dissesto idrogeologico dell'Emilia-Romagna. Pitagora ed., Bologna. Lavoro realizzato nell'ambito del Progetto Finalizzato "Conservazione del Suolo", Sottoprogetto Dinamica dei Versanti, Unità Operativa n° 37, pubbl. n° 66.
- ◆ C.N.R. - REGIONE EMILIA ROMAGNA (2003) - Carta sismotettonica della Regione Emilia-Romagna. Scala 1:250.000, S.EL.CA., Firenze.

- ◆ C.R.P.E.M. (1968) - Prime indicazioni per lo schema regionale di sviluppo delle Marche. Ed. Elamini, Ancona.
- ◆ CALAMITA F., CELLO G., INVERNIZZI C. & PALTRINIERI W. (1990) - Stile strutturale e cronologia delle deformazioni lungo la traversa M.S. Vicino - Polveri (Appennino marchigiano esterno). Studi Geologici Camerti, Vol. Spec, "Neogene thrust Tectonics", 69-86, Camerino.
- ◆ CALAMITA F., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., DEIANA G., MICARELLI A., POTETTI M. & ROMANO A. (1977) - Analisi dell'evoluzione tettonico-sedimentaria dei "bacini minori" torbiditici del Miocene medio-superiore nell'Appennino umbro-marchigiano e laziale-abruzzese: 4) primi risultati relativi allo studio geologico del bacino di Camerino (Marche centro-meridionali). Studi Geologici Camerti, 3, 87-105, Camerino.
- ◆ CALAMITA F., CENTAMORE E., DEIANA G. & MICARELLI A. (1986) - Evoluzione tettonico-sedimentaria dell'area umbro-marchigiana dal Trias al Pleistocene. Studi Geologici Camerti, volume speciale "La Geologia delle Marche", 89-90, Camerino.
- ◆ CALAMITA F., CELLO G., CENTAMORE E., DEIANA G., MICARELLI A., PALTRINIERI W. & RIDOLFI M. (1991) - Stile deformativi e cronologia della deformazione lungo tre sezioni bilanciate dell'Appennino umbro - marchigiano alla costa adriatica. In: Studi preliminari all'acquisizione dati del profilo CROP 03 Punta Alta - Gabicce. Studi Geologici Camerti, Vol. Spec 1991/1, 295-314, Camerino.
- ◆ CALAMITA F., COLTORTI M., PIERUCCINI P. & PIZZI A. (1997) - Evoluzione tettonica plio-quadernaria e morfogenesi dell'Appennino umbro-marchigiano tra il pedeappennino umbro e la costa adriatica. Atti del Convegno F.I.S.T., Geitalia 1997, 1° Forum Italiano di Scienze della Terra, Bellaria 5-9 Ottobre, 2, 151-152, Rimini.
- ◆ CALAMITA F., COLTORTI M., PIERUCCINI P. & PIZZI A. (1999) - Evoluzione strutturale e morfogenesi plio-quadernaria dell'appennino umbro-marchigiano tra il preappennino umbro e la costa adriatica. Boll. Soc. Geol. It., 118, 125-139, Roma.
- ◆ CALAMITA F. & DEIANA G. (1986) - Evoluzione strutturale neogenico-quadernaria dell'Appennino umbro-marchigiano. Studi Geologici Camerti, volume speciale "La Geologia delle Marche", 91-98, Camerino.
- ◆ CALAMITA F., MASTROVINCENZO S. & INVERNIZZI C. (1987) - Analisi mesostrutturale dei depositi mio - pliocenici della zona marchigiana esterna. Acta Nat. de "l'Ateneo Parmense", 23, 265-272.
- ◆ CALDERONI G., CILLA G., DRAMIS F. & FARABOLLINI P. (1996) - Dinamica fluviale olocenica nella media valle del fiume Potenza (Italia centrale). Geogr. Fis. Dinam. Quat., 19, 19-28, Torino.
- ◆ CALDERONI G., COLTORTI M., DRAMIS F., MAGNATTI M. & CILLA G. (1991) - Sedimentazione fluviale e variazioni climatiche nell'alto bacino del Fiume Esino durante il Pleistocene superiore. Estratto da: Fenomeni di erosione e alluvionamenti degli alvei fluviali, 171-190. Ancona, 14-15 ottobre.
- ◆ CALDERONI G., ELMI C. & NESCI O. (1993) - Ulteriori datazioni radiometriche per le alluvioni della piana costiera del Torrente Conca (Romagna). Geogr. Fis. Dinam. Quat., 16, 193-196, Torino.

- ◆ CALDERONI G., ELMI C., NESCI O. & RONDONI P.(1997) - Datazione di eventi deposizionali e delle linee di riva tardo-pleistocenico-oloceniche nella piana costiera del fiume Foglia (Marche Settentrionali). Convegno FIST-Geoitalia, Bellaria.
- ◆ CALDERONI G., NESCI O., PERGOLINI C. & SAVELLI D. (1994a) - Last-glacial terrace alluvium in the Metauro river basin: some remarks about new radiometric ages. *Il Quaternario*, 7(2), 607-611, Verona.
- ◆ CALDERONI G., NESCI O., PERGOLINI C. & SAVELLI D. (1994b) - Wurm terrace alluvium in the Metauro River Basin: new radiometric dates for the beginning of the aggradation stage. *Il Quaternario*, 7, 607-612, Verona.
- ◆ CALDERONI G. NESCI O. & SAVELLI D. (1991) - Terrace fluvial deposits from the middle basin of the Cesano River (Northern Marche Apennines): reconnaissance study and radiometric constraints on their age. *Geogr. Fis. e Din. Quat.*, 14(2), 201-207. Torino.
- ◆ CANCELLI A., CHINAGLIA N. & MAZZOCCOLA D. (1991) - Fenomeni di espansione laterale nell'Appennino Settentrionale. *Atti Conv. 'Movimenti franosi e metodi di stabilizzazione'*, Potenza, 16-17 gennaio 1992, 43-68.
- ◆ CANCELLI A., MARABINI F., PELLEGRINI M. & TONNETTI G. (1984) - Incidenza delle frane sull'evoluzione della costa adriatica da Pesaro a Vasto. *Mem. Soc. Geol. It.*, 27, 555-568, Roma.
- ◆ CANCELLI A. & PELLEGRINI M. (1987) - Deep-seated gravitational deformations in the Northern Apennines, Italy. *Proc. V ICFL*, 171-178.
- ◆ CANCELLI A., PELLEGRINI M. & TONNETTI G. (1984) - Geological features of landslides along the Adriatic coast (Central Italy). In: *IV International Symposium on Landslides*, vol. 2, Toronto.
- ◆ CANCELLI A., PELLEGRINI M., TOSATTI M. & BERTOLINI M. (1987) - Alcuni esempi di deformazioni gravitative profonde di versante nell'Appennino settentrionale. *Mem. Soc. Geol. It.*, 39, 447-466, Roma.
- ◆ CANTALAMESSA G., CASNEDI R., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., COLALONGO M.L., CRESCENTI U., MICARELLI A., NANNI T., PASINI G., POTETTI M., RICCI LUCCHI F., CON LA COLLABORAZIONE DELL'A.G.I.P., CRISTALLINI C. & DI LORITO L. (1986) - Il Plio-Pleistocene marchigiano - abruzzese. Guida alle escursioni 7-10 ottobre 1986, 73° Congresso Società Geologica Italiana.
- ◆ CANTALAMESSA G., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., COLALONGO M. L., MICARELLI A., NANNI T., PASINI G., POTETTI M. & RICCI LUCCHI F. (1986a) - Il Plio-Pleistocene delle Marche. In: Centamore E. & Deiana G. - *La Geologia delle Marche. Studi Geologici Camerti*, Vol. Spec.73° Congresso Soc. Geol. It., 61-81.
- ◆ CANTALAMESSA G., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., COLALONGO M. L., MICARELLI A., NANNI T., PASINI G., POTETTI M. & RICCI LUCCHI F. (1986b) - Il Plio-Pleistocene delle Marche. In: *Il Plio-Pleistocene marchigiano-abruzzese. Guida all'escursione del 73° Congresso della S.G.I.*, 7-10/10/1986, pp 5-10, Camerino.

- ◆ CANTALAMESSA G., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., DI LORITO L., MICARELLI A. & POTETTI M. (1986) - I depositi terrigeni neogenico - quaternari affioranti tra il F. Potenza e il F. Tronto. Studi Geologici Camerti, Numero Speciale, Riun. del Gruppo di Sedim. del C.N.R., 26-29 settembre 1983, Camerino - S. Benedetto del Tronto.
- ◆ CANTALAMESSA G., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., MICARELLI A., POTETTI M. & DI LORETO L. (1986) - Il miocene delle Marche. Studi Geologici Camerti. Vol. Spec. "La geologia delle Marche", Camerino.
- ◆ CANTALAMESSA G., CENTAMORE E., CRISTALLINI C., INVERNIZZI C., MATTEUCCI R., MICARELLI A., PICCINI M., PONTONI F. & POTETTI M. (1990) - Nuovi dati sulla geologia dell'area di Porto San Giorgio (Marche meridionali). Geologica Romana, 26 (1987), 359-369, Roma.
- ◆ CANTALAMESSA G. & CHIOCCHINI U. (1986) - Caratteri sedimentologici dei depositi rudittici e sabbiosi del Pliocene medio-superiore tra gli abitati di Castignano e di Offida (Ascoli Piceno). Atti Riunione Gruppo di Sedimentologia CNR, Ancona 5-7 giugno 1986, 105-123.
- ◆ CAPUANO N. & D'ANTONIO G. (1992) - Studio sedimentologico - composizionale della successione tardo - miocenica della dorsale costiera di Gabicce - Pesaro. Giornale di Geologia, 54 (1), 107-123, Bologna.
- ◆ CAPUANO N., FRANCHI R. & GENNARI E. (1982) - Risultati mineralogico-petrografici relativi ai campioni provenienti dal sondaggio Monteboaggine 1°. L'Ateneo Parmense Acta Naturalia, 18, 15-24.
- ◆ CARLONI G.C. (1962) - Ricerche stratigrafiche sulla Scaglia Cinerea marchigiana. Mem. Soc. Geol. It. 3, 436-446, Roma.
- ◆ CARLONI G.C., COLANTONI P., CREMONINI G., D'ONOFRIO S. & SELLI R. (1971) - Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, scala 1:100.000, Fogli 109 "Pesaro", 110 "Senigallia" e 117 "Jesi". Serv. Geol. d'Italia, 62 pp., Roma.
- ◆ CARLONI G.C., FRANCAVILLA F. & TONI G. (1975) - Considerazioni geomorfologiche sui terrazzi fluviali dell'Aso e del Tenna (Marche meridionali). L'Ateneo Parmense-Acta Naturalia, 11(4), 649-660.
- ◆ CAROBENE L., CATANI G., CANDIAN C., MAROCCO R. & BRAMBATI A. (1978) - Zonizzazione delle spiagge dell'Alto Adriatico mediante analisi di parametri morfologici e sedimentologici. In: Mem. Soc. Geol. It., 19, 315-320, Roma.
- ◆ CARRARA A., CARTON A., DRAMIS F., PANIZZA M. & PRESTININZI A. (1987) - Cartografia della pericolosità connessa ai fenomeni di instabilità dei versanti. Boll. Soc. Geol. It., 106, 199-221, Roma.
- ◆ CASNEDI R., CRESCENTI U., D'AMATO C., MOSTARDINI F. & ROSSI U. (1981) - Il Plio - Pleistocene del sottosuolo molisano. Geologica Romana, 20, Roma.
- ◆ CASTELLARIN A., COLACICCHI U. & PRATURLON A. (1978) - Fasi distensive, trascorrenze e sovrascorrimenti lungo la linea Ancona-Anzio dal Lias al Pliocene. Geologica Romana, 17, 161-189, Roma.

- ◆ CASTELLARIN A., EVA C., GIGLIA G. & VAI G.B. con contributo di ROBBI E., PINI G.A. & CRESTONE G. (1985) - Analisi strutturale del fronte appenninico padano. *Giornale di Geologia*, sez. 3, 47 (1/2), 47-76, Bologna.
- ◆ CASTIGLIONI G. B. (1995) - *Geomorfologia*. Seconda Edizione, UTET, Torino.
- ◆ CATTUTO C. (1976) - Correlazione tra i piani carsici ipogei e terrazzi fluviali nella valle del fiume Esino. *Boll. Soc. Geol. It.*, 95 (1-2), 313-326, Roma.
- ◆ CATTUTO C. & PASSERI L. (1972) - Relazione tra idrologia carsica e litologia nell'area umbro-marchigiana. XI Congr. Naz. Speleol., Genova 1-5 novembre.
- ◆ CECCA F., COCCIONI R., CRESTA S., MORETTI E., NESCI O., SAVELLI D., COCCIONI R., MORETTI E., NESCI O., SAVELLI D., TRAMONTANA M., VENERI ELMI C., FANUCCI F., NESCI O., BEER G. & PIGNOCCHI A. (1994) - Evoluzione olocenica della linea di riva adriatica dal F. Reno al F. Potenza. *Il Quaternario*, 7, 305-310, Verona.
- ◆ CENTAMORE E. (1986) - Carta Geologica dei depositi Plio-Pleistocenici tra il F. Tenna ed il F. Tronto. *Studi Geologici Camerti, Volume Speciale 'La Geologia delle Marche'*. Scala 1:50.000, Camerino.
- ◆ CENTAMORE E. (1986) - Carta Geologica delle Marche. Università di Camerino e Regione Marche. Scala 1:250.000, LAC, Firenze.
- ◆ CENTAMORE E., CANTALAMESSA G., MICARELLI A., POTETTI M., BERTI D., BIGI S., MORELLI C. & RIDOLFI M. (1992) - Stratigrafia ed analisi di facies dei depositi del Miocene e del Pliocene inferiore dell'avanfossa marchigiano-abruzzese e delle aree limitrofe. *Studi Geologici Camerti, vol. spec. 1991/2*, 125-131, Camerino.
- ◆ CENTAMORE E., CHERUBINI C., DI EUSEBIO L., DRAMIS F., GENTILINI B., MARCHETTI P. & PONTONI F. (1981) - Carta geomorfologica a indirizzo applicativo dell'area compresa tra Camporotondo di Fiastrone e Caldarola (Bacino del Chienti). CNR Progetto Finaliz. Conservazione del Suolo, Sottoprogetto Fenomeni Franosi, pub. n° 207. Scala 1:10.000.
- ◆ CENTAMORE E., CHIOCCHINI U. & MICARELLI A. (1977) - Analisi dell'evoluzione tettonico-sedimentaria dei "bacini minori" torbiditici del Miocene medio-superiore nell'Appennino umbro-marchigiano e laziale-abruzzese: 3) le arenarie di M. Vicino, un modello di conoide sottomarina affogata (Marche settentrionali). *Studi Geologici Camerti*, 3, 7-56, Camerino.
- ◆ CENTAMORE E., COLTORTI M., DRAMIS F., CANTALAMESSA G., D'ANGELO S., DI LORITO L., SACCHI L. & SPOSATO A. (1982) - Aspetti neotettonici e geomorfologici del foglio 133-134, Ascoli Piceno-Giulianova. Estratto da: *Contributi conclusivi per la realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia*, C.N.R., 371-386.
- ◆ CENTAMORE E. & DEIANA G. (1986) - *Geologia delle Marche*. *Studi Geologici Camerti, Vol. Spec. 1986/1*, 1-145, Camerino.
- ◆ CENTAMORE E., DEIANA G., DRAMIS F., MICARELLI A., CARLONI G.C., FRANCAVILLA F., NESCI O. & MORETTI E. (1978) - Dati preliminari sulla neotettonica dei Fogli 116 (Gubbio), 123 (Assisi), 117 (Iesi) e 109 (Pesaro). *Contr. prelim. realiz. Carta Neotettonica d'It. C.N.R. Pubbl.155 P.F. Geodin.*, 113-148.



- ♦ CENTAMORE E., DEIANA G., DRAMIS F. & PIERUCCINI U. (1980) - Morphotectonic characteristics of the Umbria-Marche Apennine. *Studi Geologici Camerti*, 6, 31-35, Camerino.
- ♦ CENTAMORE E., DRAMIS F., GENTILI B., NANNI T. & PAMBIANCHI G. (1991) - Carta geoambientale del bacino del Tenna (Marche centro-meridionali). Scala 1:100.000.
- ♦ CERETTI E. (1974) - La frana Barducci (Ancona). *Giornale di Geologia*, 39, 573-598, Bologna.
- ♦ CESCO B. & ROSSI S. (1971) - Alcuni aspetti chimico-fisici dei sedimenti marini recenti da Punta Tagliamento a Chioggia e da Porto Garibaldi ad Ancona. In: *Atti dell'Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti*, tomo CXXXIX, Venezia.
- ♦ CHIOCCHINI U. & CIPRIANI N. (1986) - Caratteri petrografici delle arenarie torbiditiche mioceniche dei "bacini minori". *Studi Geologici Camerti*, volume speciale "La Geologia delle Marche", 57-60, Camerino.
- ♦ CIARAPICA G. & PASSERI L. (a cura di) (2001) - *Guide Geologiche Regionali: Appennino Umbro-Marchigiano*. Società Geologica Italiana & BE-MA editrice, 7/secondo volume, Roma.
- ♦ CICCACCI S., D'ALESSANDRO L., DRAMIS F., FREDI P. & PAMBIANCHI G. (1985) - Geomorphological and neotectonic evolution of the Umbria-Marche Ridge, Northern Sector, *Studi Geologici Camerti*, 10, 7-15, Camerino.
- ♦ CICCÒ L., ELMI C., FANUCCI F., NESCI O. & PIGNOCCHI A. (1996) - Evoluzione geomorfologica della costa nord-marchigiana. *Atti del XXVI Congresso Geografico Italiano*, Ist. Enciclopedia Italiana Treccani, 393-400.
- ♦ CILLA G., COLTORTI M. & DRAMIS F. (1994) - Holocene fluvial dynamics in mountain areas: the case of the Esino river. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 17, 163-174, Torino.
- ♦ CILLA G., COLTORTI M., DRAMIS F., FARABOLLINI P., GENTILI B. & PAMBIANCHI G. (1996) - Fluvial sedimentation during early Holocene in the Marche valleys (Central Italy). *Il Quaternario*, 9(2), 459-464. Verona.
- ♦ COCCIONI R., MORETTI E., NESCI O., SAVELLI D., TRAMONTANA M. & VENERI F. (1997) - Carta Geologica del Monte Conero con itinerari geologico-escursionistici. S.EL.CA., Firenze.
- ♦ COLALONGO M. L., CREMONINI G., FABBRI P. & RICCI LUCCHI F., con la collaborazione di BRAZZOROTTO G. & SCIPIONI G. (1975) - Studio sedimentologico-biostratigrafico di alcune sezioni pleistoceniche nei dintorni di Offagna (Ancona). *Geologica Romana*, 14, 125-140, 14 figg., 4 tab, Roma.
- ♦ COLALONGO M. L., NANNI T. & RICCI LUCCHI F. (1979) - Sedimentazione ciclica nel Pleistocene anconetano" *Geologica Romana*, 18, 71-92, 13 figg., 1 c. geol. f.t., Roma.
- ♦ COLANTONI P., ASIOLI A., BORSETTI A. M., CAPOTONDI L. & VERGNAUD-GRAZZINI C. (1989) - Subsidenza tardo-Pleistocenica ed Olocenica nel Medio Adriatico evidenziata dalla geofisica e da ricostruzioni paleoambientali. *Mem. Soc. Geol. It.*, 42, 209-220, Roma.

- ◆ COLANTONI P., CURZI P. V. & GALLIGNANI P. (1978) - Caratteristiche generali del fondo e del sottofondo della piattaforma continentale tra Ancona e la foce del fiume Reno. In: Ricerche sulla piattaforma continentale dell'Alto Adriatico (Ed. COLANTONI P. e GALLIGNANI P.), P.F. Oceanografia e Fondi Marini, C.N.R. Quaderno n. 1, Bologna.
- ◆ COLLESELLI F. & COLOSIMO P. (1977) - Comportamento di argille plio-pleistoceniche in una falesia del litorale adriatico. Riv. It. di Geot., 11, 5-21.
- ◆ COLOSIMO P. (1978) - Comportamento di argille plio-pleistoceniche in alcuni versanti instabili dell'anconetano. Mem. Soc. Geol. It., 19, 215-224, Roma.
- ◆ COLOSIMO P., ALESSSI A., MACCARONE I. & ROMAGNOLI G. (1979) - Contributo ai metodi di studio per la conservazione delle coste. Ancona.
- ◆ COLOSIMO P. & CRESCENTI U. (1972) - Carta geolitologica ad orientamento geotecnico e della franosità della zona del Monte Conero (Comuni di Ancona, Numana e Sirolo). Mem. Soc. Geol. It., 12, 317-334, Roma.
- ◆ COLOSIMO P., CRESCENTI U. & TOMMASONI D. (1973) - Studi di conservazione territoriale in Provincia di Ancona: I movimenti franosi lungo il litorale tra Numana e Sirolo. Boll. Econ. C.C.I.A.A., 9, 1-26.
- ◆ COLOSIMO P. & ROMAGNOLI G. (1978) - Evoluzione morfologica attuale dei litorali della costa tra Pesaro ed Ancona. Quaderni Fac. Ing. Univ. Ancona, 335-337.
- ◆ COLTORTI M. (1979) - Reperti litici del Paleolitico inferiore come contributo alla datazione delle alluvioni terrazzate del F. Esino (Ancona). Studi Geologici Camerti, 5, 7-25, Camerino.
- ◆ COLTORTI M. (1981) - Lo stato attuale delle conoscenze sul Pleistocene ed il Paleolitico inferiore e medio della regione marchigiana. Atti I° Conv. Beni Culturali-Ambientali delle Marche, Numana, 8-10.
- ◆ COLTORTI M. (1991) - Modificazioni morfologiche oloceniche nelle piane alluvionali marchigiane: alcuni esempi nei fiumi Misa, Cesano e Musone. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 14, 73-86, Torino.
- ◆ COLTORTI M. (1992) - Geomorfologia ed evoluzione fluviale olocenica della valle del fiume Musone (Marche-Italia). In: "Il Bacino del fiume Musone: geologia, geomorfologia e idrogeologia". Ed. Ass. Comuni di Osimo, Castelfidardo e Offagna (Ancona).
- ◆ COLTORTI M., CONSOLI M., DRAMIS F., GENTILI B. & PAMBIANCHI G. (1991) - "Evoluzione geomorfologica delle piane alluvionali delle Marche centro-meridionali". Geogr. Fis. e Din. Quat., 14(1), 87-100, Torino.
- ◆ COLTORTI M. & DRAMIS F. (1988) - The significance of stratified slope-waste deposits in the Quaternary of Umbria-Marche Apennines, Central Italy. Z. Geomorph. N.F., Suppl.-Bd. 71, 59-70, Berlin.
- ◆ COLTORTI M., DRAMIS F., GENTILI B., PAMBIANCHI G., CRESCENTI U. & SORRISO VALVO M. (1985) - The december 1982 Ancona landslide: a case of deepseated gravitational slope deformation evolving at unsteady rate. Z. Geomorph. N.F., 29 3, 335-345.

- ◆ COLTORTI M., DRAMIS F., GENTILI B. & PAMBIANCHI G., (1979) - Stratified slope-waste depositis in the Umbria-Marche Apennine. Proc. 15th Meet. "Geomorphological Survey and Mapping", Modena, 205-212.
- ◆ COLTORTI M., DRAMIS F., GENTILI B., PAMBIANCHI G. & SORRISO VALVO M. (1986) - Aspetti geomorfologici della frana di Ancona. Studi Geologici Camerti, Vol. Spec. "La grande frana di Ancona", 29-39.
- ◆ COLTORTI M., DRAMIS F. & PAMBIANCHI G. (1983) - Stratified slope waste deposits in the Esino River Basin Umbria-Marche Apennines Central Italy. Polarforschung, 53 (2), 59-66.
- ◆ COLTORTI M., FARABOLLINI P., GENTILI B. & PAMBIANCHI G. (1996) - Geomorphological evidence for anti-Apennine faults in the Umbro-Marchean Apennines and in the peri-Adriatic basin, Italy. Geomorphology, 15, 33-45, 6 ff.
- ◆ COLTORTI M. & GALDENZI S. (1982) - Geomorfologia del complesso carsico della grotta del mezzogiorno (4MA-AN) Frasassi (1MA-AN) con riferimento ai motivi neotettonici dell'anticlinale di Monte Valmontagnana. Studi Geologici Camerti, 7, 123-132, Camerino.
- ◆ COLTORTI M., GENTILI B. & PAMBIANCHI G. (1995) - Evoluzione geomorfologica ed impatto antropico nei sistemi idrografici delle Marche: riflessi sull'ambiente fisico. Estratto da: "Assetto fisico e problemi ambientali delle pianure italiane". Mem. Soc. Geogr. It., LIII, 271-292, Roma.
- ◆ COLTORTI M. & NANNI T. (1983) - Hydrology and Neotectonic of the lower Esino. Intern. Conf. on Groundwater & Man, Sydney, v.3, 11-20.
- ◆ COLTORTI M. & NANNI T. (1987a) - La bassa valle del Fiume Esino: geomorfologia, idrogeologia e neotettonica. Boll. Soc. Geol. It., 106, 35-51, Roma.
- ◆ COLTORTI M. & NANNI T. (1987b) - La pericolosità geologica in un'area in rapido sviluppo urbanistico: il tratto di costa tra Ancona ed il fiume Esino. Mem. Soc. Geol. It., 37, 519-531, 5 ff., 3 tavv., Roma.
- ◆ COLTORTI M., NANNI T. & VIVALDA P. (1991) - La bassa Valle del Fiume Musone (Marche): geomorfologia e fattori antropici nell'evoluzione della pianura alluvionale. Geografia Fis. e Din. Quat., 14(1), 101-112, Torino.
- ◆ CONTI A., DI EUSEBIO L., DRAMIS F. & GENTILI B. (1983) - Evoluzione geomorfologica recente e processi in atto nell'alveo del Tenna (Marche meridionali). Atti XXIII Congresso Geografico Italiano, 2 (3), 53-66, Catania.
- ◆ CONTI S. (1988) - Carta Geologica dell'area compresa tra i fiumi Savio e Foglia (Appennino Romagnolo-Marchigiano). Istituto di Geologia, Università di Modena. S.EL.CA., Firenze.
- ◆ CONTI S. (1989) - Geologia dell'Appennino marchigiano-romagnolo tra le valli del Savio e del Foglia. Boll. Soc. Geol. It., 108, 453-490, Roma.
- ◆ COSTA M. (2003) - The buried, Apenninic arcs of the Po Plain and northern Adriatic Sea (Italy): a new model. Boll. Soc. Geol. It., 122, 3-23, Roma.

- ♦ CREMONINI G. & RICCI LUCCHI F. (a cura di) (1982) - Guida alla Geologia del margine appenninico - padano. Mem. Soc. Geol. It., 24, Suppl. D, pp. 247, 2 carte f.t, Roma.
- ♦ CRESCENTI U. (1972a) - Sulla deviazione dei fiumi marchigiani. Geol. Appl. e Idrog., 7, 45-55, Bari.
- ♦ CRESCENTI U. (1975) - Sul substrato Pre-Pliocenico dell'avanfossa appenninica dalle Marche allo Jonio. Boll. Soc. Geol. It., 94, 583-634, 12 figg., 2 tavv., Roma.
- ♦ CRESCENTI U., CIANCETTI G. F., COLTORTI M., DRAMIS F., GENTILI B., MELIDORO G., NANNI T., PAMBIANCHI G., RAINONE M., SEMENZA E., SORRISO-VALVO M., TAZIOLI G. S. & VIVALDA P. (1984) - La grande Frana di Ancona del 1982. Comune di Ancona; Università di Ancona. Collana "Problemi del Territorio, 51 pp., 1 c. geol., 1 c. geomorf.
- ♦ CRESCENTI U., COPPOLA L. & TOMASSONI (1974) - Sul mio-pliocene di Ancona: note di stratigrafia. Boll. Serv. Geol. It. Vol. XCV-I, pp. 115-127, Roma.
- ♦ CRESCENTI U., CURZI P.V., GALLIGNANI P., GASPERINI M., RAINONE M. & STEFANON A. (1984) - La frana di Ancona del 13 Dicembre 1982: indagini a mare. Mem. Soc. Geol. It., 27, 545-553, Roma.
- ♦ CRESCENTI U., DATTILO G. & MASSA G. (1978) - Note di geologia tecnica nel territorio di Ancona. Studi Geologici Camerti, 4, 67-73, Camerino.
- ♦ CRESCENTI U., MEDI P., NANNI T., BRUNI G, CALVI G., GOBBI G. FOGLIA A. & RENGA G. (1978) - La falda acquifera del subalveo del medio e basso Esino. Idrogeologia, caratteristiche chimiche e batteriologiche. Nota preliminare, 29, 12 Tav. Ed. Università degli studi, Ancona.
- ♦ CURZI P. V. (1986) - Cenni di Geologia dell'Adriatico nel tratto marchigiano. Studi Geol. Camerti, Vol. Spec. "La geologia delle Marche", Camerino.
- ♦ CURZI P. V. (1992) - Holocene evolution of the shore at the mouth of the river Musone (Adriatic Sea). Bollettino di Oceanologia Teorica ed Applicata, vol. X, n. 2-3-4, 255-263.
- ♦ CURZI P. V. & GALLIGNANI P. (1982) - Evoluzione sedimentaria recente della piattaforma continentale centro e nord adriatica. Atti Conf. Naz. per una politica ambientale di salvaguardia dei litorali, Cronache adriatiche.
- ♦ CURZI P. V., PENNACCHIONI E. & VIVALDA P. (1992) - Il litorale alla foce del fiume Musone: evoluzione morfologico-strutturale. In: "Il Bacino del fiume Musone: geologia, geomorfologia e idrogeologia". Ed. Ass. Comuni di Osimo, Castelfidardo e Offagna (Ancona).
- ♦ D'ALESSANDRO L. (1991) - Problematiche geomorfologiche delle coste italiane. In: La difesa del mare e delle coste - Metodologie, obiettivi, attività. Ministero della Marina Mercantile, Consorzio Pelagos, Litografia Principe, Roma.
- ♦ D'ALESSANDRO L. (1996) - Sul dissesto geomorfologico in Italia. Geog. Fis. e Din. Quat., 19, 94-103, Torino.

- ◆ D'ALESSANDRO L., GENEVOIS R., SORRISO VALVO M. (1991) - Le deformazioni gravitative profonde di versante come limiti alla pianificazione territoriale. Mem. Soc. Geol. It., 37, 8 pp., Roma.
- ◆ D'ALESSANDRO L. & LA MONICA G.B. (1998) - Rischio per erosione dei litorali italiani. In: Il rischio idrogeologico e la difesa del suolo. Accad. Naz. Lincei, Roma.
- ◆ DAL CIN R. (1989) - I litorali fra San Benedetto del Tronto e Ortona (Medio Adriatico): sedimenti, degrado ambientale, zonazione costiera, possibili strategie di intervento. In: Boll. Soc. Geol. It., 108, 649-686, Roma.
- ◆ DAL CIN R., PEDONE E. & SIMEONI U. ( 1984) - Morphological evolution and sediment distribution on the coasts of the Marches (Central Adriatic Italy). Soc. Hydrotec. de France, " L'Hydraulique et la maitrise du litoral ", Marseille, rap. 13, 3, pp. 8.
- ◆ DAL CIN R. & SIMEONI U. (1987) - Analisi ambientale quantitativa dei litorali marchigiani fra Gabicce e Ancona. Livello del rischio naturale e del degrado, distribuzione dei sedimenti e loro possibile impiego per ripascimenti artificiali. Boll. Soc. Geol. It., 106, 377-423, Roma.
- ◆ DAL CIN R. & SIMEONI U. (1994) - Degrado, ricerche di sabbie in mare e possibili interventi nei litorali fra Ancona e San Benedetto del Tronto (Medio Adriatico). Boll. Soc. Geol. It., 113, 95-104, Roma.
- ◆ DAL CIN R., SIMEONI U. & CALDERONI G. (1982) - Caratteri dei sedimenti e tendenze evolutive dei litorali marchigiani. Cronache Adriatiche, 1-2, 142-143.
- ◆ DE DONATIS M., INVERNIZZI C., LANDUZZI A., MAZZOLI S. & POTETTI M. (1998) - CROP 03: structure of the Montecalvo in Foglia\_Adriatic sea segment. Mem. Soc. Geol. It., 52, 617-630, 6 ff., Roma.
- ◆ DE DONATIS M., MAZZOLI S., NESCI O. & SAVELLI D. (2002) - Evidence for quaternary faulting in the Metauro River Basin (Northern Marche Apennines). Boll. Soc. Geol. It. Volume speciale 1, 931-937, Roma.
- ◆ DE DONATIS M., MAZZOLI S., PALTRINIERI W. & WEZEL F.C. (1995) - Evoluzione tettonica dell'avanfossa appenninica marchigiano-romagnola dal Miocene superiore al Pleistocene. Studi Geologici Camerti, Vol. Spec., 1995/1, 359-371, Camerino.
- ◆ DEL MONTE M., FREDI P., LUPA PALMIERI E. & MARINI R. (1999) - Contributo della Geomorfologia quantitativa alla valutazione della pericolosità geomorfologica. Atti dei Convegni Lincei, 154, 227-233, 4 figg.
- ◆ DAMIANI A. V. (1975) - Aspetti geomorfologici e possibile schema evolutivo dei Monti Sibillini (Appennino umbro-marchigiano). Boll. Serv. Geol. It., 96(2), 231-314.
- ◆ DAMIANI A. V. & MORETTI A. (1969) - Segnalazione di un episodio wurmiano nell'alta valle del Chienti (Marche). Boll. Soc. Geol. It. 87, 171-181, Roma.
- ◆ DEIANA G., DRAMIS F. & MORETTI A. (1970) - Condizioni idrogeologiche delle formazioni mesozoiche e paleogeniche dell'appennino marchigiano. Atti Conv. Int. Acque Sotter., E.S.A., Palermo 1970.

- ◆ DEIANA G. & PAMBIANCHI G. (2002) - Il paesaggio geologico delle Marche: studiosi, studi, avvenimenti. Atti del XXXVI Convegno di Studi Maceratesi, Abbazia di Fiastra (Tolentino), 17-18 novembre 2000, 341-395.
- ◆ DEIANA G. & PIALI G. (1994) - The structural provinces of the umbro-marchean Apennines. Mem. Soc. Geol. It., 48, 473-484, 8 ff., 1 plate, Roma.
- ◆ DRAMIS F. (1983) - Morfogenesi di versante nel Pleistocene superiore in Italia: i depositi detritici stratificati. In: AIQUA, Rel. Conv. Aut. 1982, Geogr. Fis. Dinam. Quat., 6, 180-182.
- ◆ DRAMIS F. (1984) - Aspetti geomorfologici del territorio marchigiano. Studi Geologici Camerti, Vol. Spec. 73a Riunione estiva SGI, 30/9-4/10 1986 Roma.
- ◆ DRAMIS F. (1991) - Aspetti geomorfologici dei fenomeni di instabilità delle Marche. Atti Conv. SCAI, Portonovo (AN), 10-12 maggio 1989, 33-34.
- ◆ DRAMIS F. & BISCI C. (1986) - Aspetti geomorfologici del territorio marchigiano. Studi Geologici Camerti, Volume Speciale "La Geologia delle Marche", 99-104, Camerino.
- ◆ DRAMIS F., CALDERONI M., COLTORTI M., CONSOLI M., FARABOLLINI P., PAMBIANCHI G. & PERCOSSI E. (1989) - Degradazione dei versanti e sedimentazione nel conoide di Borgiano (bacino del Chienti, App. Marchigiano) nell'Olocene recente. Mem. Soc. Geol. It., 42, 301-310.
- ◆ DRAMIS F., FARABOLLINI P., GENTILI B. & PAMBIANCHI G. (2002) - Neotectonics and large-scale gravitational phenomena in the Umbria-Marche Apennines, Italy. In: COMERCI V. (Ed.) - Seismically induced ground ruptures and large scale mass movements. Atti APAT, Italian Agency for Environment Protection and Technical Services, 4, 17-30.
- ◆ DRAMIS F., GARZONIO C. A., LEOPARDI S., NANNI T., PONTONI F. & RAINONE M. (1988) - Damage due to landslides in the ancient village of Sirolo (Marche, Italy): preliminary analysis of risk mitigation on the historical site. Proc. IAEG Int. Symp. "The Engineering Geology of Ancient Works, Monuments and Historical Sites"; Atene, 217-224.
- ◆ DRAMIS F., GARZONIO C. A., NANNI T & PRINCIPI L. (1988) - Franosità e dissesti dei centri abitati nelle Marche. Primi risultati del censimento e dello studio delle situazioni a rischio. Mem. Soc. Geol. It., 37, 105-116, Roma.
- ◆ DRAMIS F. & GENTILI B. (1977) - Contributo allo studio delle acclività dei versanti nell'Appennino umbro-marchigiano. Studi Geologici Camerti, 3, 153-164, Camerino.
- ◆ DRAMIS F. & GENTILI B. (1988) - Cartografia di instabilità dei versanti su base geomorfologica: esempi nell'area marchigiana. Atti Conv. 'Cartografia e monitoraggio dei movimenti franosi', Bologna, 10-11 novembre 1988, 1-12.
- ◆ DRAMIS F., GENTILI B., COLTORTI M. & CHERUBINI C. (1982) - Osservazioni geomorfologiche sui calanchi marchigiani. Geogr. Fisica e Dinam. Quater., 5, 38-45, Torino.
- ◆ DRAMIS F., GENTILI B. & PAMBIANCHI G. (1988) - Deformazioni gravitative profonde e grandi frane in un tratto di vale trasversale dell'Appennino Marchigiano (Fiume Chienti). Boll. Mus. St. Nat. Lunigiana, 6-7, 29-33.

- ♦ DRAMIS F., GENTILI B. & PIERUCCINI U. (1979) - La carta geomorfologica del medio bacino del Tenna (Marche centro-meridionali). *Geologia Applicata ed Idrogeologia*, 14(2), 199-206. Scala 1:25.000, Bari.
- ♦ DRAMIS F., NESCI O., PAMBIANCHI G. & CONSOLI M. (1989) - Summit palaeosurfaces and neotectonic evolution of the Marche Region (Italy). 2nd International Conference on Geomorphology "Geomorphology & Geoecology", Frankfurt, Sept. 3-9, 1989.
- ♦ DRAMIS F., NESCI O., PAMBIANCHI G. & CONSOLI M. (1991) - Il ruolo di elementi strutturali trasversali nell'evoluzione tettonico-sedimentaria e geomorfologica della regione marchigiana. *Studi Geologici Camerti*, Vol. Spec. CROP 11, 287-293.
- ♦ DRAMIS F., PAMBIANCHI G., NESCI E. & CONSOLI M. (1991) - Il ruolo degli elementi strutturali trasversali nell'evoluzione tettonico - sedimentaria e geomorfologica della regione marchigiana. *Studi Geologici Camerti*, Vol. Spec. CROP 11, 287-293, Camerino.
- ♦ DRAMIS F. & PRINCIPI L. (2000) - Ricerche sui centri abitati instabili nelle Marche. In: Gruppo nazionale per la difesa dalle catastrofi idrogeologiche. C.N.R., Perugia.
- ♦ ELMI C. (1991) - Anomalie del reticolo idrografico nell'Appennino centro-settentrionale: evoluzione geomorfologica e neotettonica. *Giornale di Geologia*, ser. III, 53, 81-92, Bologna.
- ♦ ELMI C., FANUCCI F., NESCI O., BEER G. & PIGNOCCHI A. (1994) - Evoluzione olocenica della linea di riva adriatica dal F. Reno al F. Potenza. *Il Quaternario*, 7, 305-310, Verona.
- ♦ ELMI C., GABBIANELLI G., NESCI O., COLANTONI P., FANUCCI F. & PIERGIOVANNI A. (1997) - Late Quaternary Shorelines in the Central Adriatic Coast (Italy). *International Congress on Geomorphology*, Bologna (Italia), August 29/8-3/9, 1997 (abstract).
- ♦ ELMI C. & GORI U. (1987) - Variazioni della morfologia costiera prodotte da opere di difesa litorale pesarese. *Mem. Soc. Geol. It.*, 37, 417-426, Roma.
- ♦ ELMI C., GORI U. & NESCI O. (1989) - L'evoluzione del rilievo e della costa tra Gabicce e il fiume Foglia: Studi per il consolidamento dell'abitato di Fiorenzuola di Focara. *Atti Conv. SCAI*, Portonovo (AN), 10-12 maggio 1989, 179-183.
- ♦ ELMI C., GORI U. & NESCI O. (1990) - Carta geomorfologica della costa pesarese tra Gabicce e il F. Foglia. Studi di consolidamento e sistemazione dell'abitato e delle pendici di Fiorenzuola di Focara. *Convegno S.C.A.I.*, Portonovo di Ancona, 10-12 Maggio 1989. Fortuna Ed.
- ♦ ELMI C. & NESCI O. (1990) - Carta Geomorfologica del Rilievo costiero tra Gabicce e Pesaro (Colle S. Bartolo). SAT Ed.
- ♦ ELMI C. & NESCI O. (1996) - Landslides in Flysch Formations in the Northern Apennines, Italy. In: Slaymaker O. (Ed.) - *GEOMORPHIC HAZARDS* John Wiley & Sons Ltd, 43-54.
- ♦ ELMI C., NESCI O., SAVELLI D. & MALTARELLO G. (1987) - Depositi alluvionali terrazzati del margine adriatico appenninico centrosettentrionale: processi geomorfologici e neotettonica. *Boll. Soc. Geol. It.*, 106, 717-721. Roma.

- ◆ ELMI C., NESCI O. & TENTONI L. (1991) - La piana del torrente Conca e le pianure minori nord-marchigiane: forme, depositi ed evoluzione. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 14, 113-117, Torino.
- ◆ ELMI C., NESCI O. & VALGIMIGLI L. (1990) - I terrazzi della bassa valle del F. Lamone (Faenza). Geogr. Fis. e Dinam. Quat., 13, 37-42, Torino.
- ◆ ENEA-O.G.S. MACERATA (1987) - Il clima delle Marche. 100 p.
- ◆ ENEL (1973) - Atlante delle caratteristiche territoriali primarie delle coste italiane.
- ◆ ESU F. (1976) - Problemi di stabilità dei pendii naturali in argille sovraconsolidate e fessurate italiane. Istituto di Scienza delle Costruzioni, Torino.
- ◆ ESU F. (1986) - Analisi delle condizioni di stabilità. Studi Geologici Camerti, Volume Speciale 'La grande frana di Ancona del 13 dicembre 1982, 127-133.
- ◆ ESU F. (2000) - La stabilità dei pendii costieri. In: Gruppo nazionale per la difesa dalle catastrofi idrogeologiche. C.N.R., Perugia.
- ◆ ESU F. & MARTINETTI S. (1965) - Considerazioni sulle caratteristiche tecniche delle argille plio-pleistoceniche della fascia costiera adriatica tra Rimini e Vasto. Riv. It. di Geotecnica, 12.
- ◆ FANCELLI R. & RADRIZZANI S. (1964) - Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, scala 1:100.000, Foglio 118 "Ancona" Serv. Geol. d'Italia, 42 pp., Roma.
- ◆ FANUCCI F., COLANTONI P. & NESCI O. (1990) - In: Il Progetto di ricerca italiano "Dinamica, dissesti e tutela delle coste". A cura di CORRADI N., FIRPO M., PICCAZZO M., TUCCI S., Arti Grafiche Lang, 17.
- ◆ FANUCCI F., MORETTI E., NESCI O., SAVELLI D. & VENERI F. (1996) - Tipologia dei terrazzi vallivi ed evoluzione del rilievo nel versante adriatico dell'Appennino centro-settentrionale. Il Quaternario, 9, 255-258, Verona.
- ◆ FANUCCI F. & NESCI O. (1997) - Variazioni recenti della morfologia sottomarina nel tratto di costa tra Gabicce e Pesaro (Monte San Bartolo, Marche Settentrionali). Convegno nazionale sulla difesa dei litorali, Pisa, 23-24 ottobre 1997 (riassunto).
- ◆ FARABEGOLI E., BENINI A., MARTELLI L., ONOREVOLI G. & SEVERI P. (1990) - Geologia dell'Appennino Romagnolo da Campigna a Cesenatico. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., XLVI (1991), 165-184.
- ◆ FARABEGOLI E. & RICCI LUCCHI F. (1973) - Studio sedimentologico di alcuni conglomerati messiniani dell'avanfossa padano-appenninica (Appennino Pesarese). Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, 104, 193-238.
- ◆ FARABOLLINI P. (1995) - Evoluzione geomorfologica quaternaria della fascia periadriatica tra Ancona e Vasto. Tesi di dottorato inedita, Univ. Perugia.



- ◆ FARABOLLINI P., FOLCHI VICI D'ARCEVIA C., GENTILI L., PAMBIANCHI G. & VIGLIONE F. (1995) - La morfogenesi gravitativa nelle formazioni litoidi dell'Appennino centrale. Mem. Soc. Geol. It., 50, 123-136, 8 ff., 1 tav, Roma.
- ◆ FARABOLLINI P., GENTILI B., MATERAZZI M. & PAMBIANCHI G. (2000) - Analisi del rischio geo-ambientale: il Bacino del Potenza nelle Marche centrali. Estratto da "Atti X Congresso Nazionale Geologi", 7-8-9- Dicembre 2000, Roma.
- ◆ FARABOLLINI P., GENTILI B. & PAMBIANCHI G. (1999) - Impatto antropico e dinamica fluviale nei bassi fondovalle delle Marche centro-meridionali e dell'Abruzzo settentrionale. Atti del Convegno "Le pianure: conoscenza e salvaguardia. Il contributo delle scienze della terra", 8-11 Novembre, Ferrara.
- ◆ FARABOLLINI P. & TARLI A. (2000) - The Portonovo landslide: an example of mass movement affecting the Adriatic calcareous sea cliff. In: Natural Hazards on Built-Up Areas. Proceedings of CERIG Intensive Course, Camerino (Italy), September 25th-30th, 117-121.
- ◆ FASTELLI C. & SILVAGNI G. (1979) - Massime altezze di pioggia nella regione Marchigiano-Abruzzese compresa fra il F. Musone ed il F. Vomano. Geol. Appl. e Idrogeol., XIV, parte II, pp.1-32, Bari.
- ◆ FORLANI E. (1987) - Studio idrogeologico della conoide e fattibilità di un canale deviatore della diga sul F. Conca. Consorzio Potenziamento Acquedotto, Comuni di Cattolica, Misano, Riccione (dati inediti).
- ◆ FOLCHI VICI D'ARCEVIA C., NANNI T., MARCELLINI M., SICILIANI A. & VIVALDA P. (2001) - Cartografia idrogeologica del bacino del Fiume Esino (Marche) tra la dorsale marchigiana e la costa mediante l'uso di un GIS. Mem. Soc. Geol. It., 56, 333-337, Roma
- ◆ FRANCAVILLA F. (1976) - Alvei paralleli del Fiume Metauro a S. Lazzaro di Fossombrone (Marche settentrionali). Studi Geologici Camerti, 2, 107-112, Camerino.
- ◆ GARZONIO C. A. (1992) - Pericolosità per frana nel bacino del Musone. In: Il Bacino del fiume Musone: geologia, geomorfologia e idrogeologia. Ed. Ass. Comuni di Osimo, Castelfidardo e Offagna (Ancona).
- ◆ GARZONIO C. A. & NANNI T. (1992) - Idrogeologia della pianura alluvionale del fiume Musone. In: Il Bacino del fiume Musone: geologia, geomorfologia e idrogeologia. Ed. Ass. Comuni di Osimo, Castelfidardo e Offagna (Ancona).
- ◆ GARZONIO C. A., NANNI T. & VIVALDA P. (1990) - Le pianure alluvionali dei fiumi Esino, Musone e Potenza; idrogeologia e vulnerabilità degli acquiferi. Atti 1° Conv. Naz. Prot. e Gest. delle acque sotterranee, Modena, 20-22 settembre.
- ◆ GENTILI B. & PAMBIANCHI G. (1987) - Morfogenesi fluviale e attività antropica nelle Marche centro-meridionali. Geogr. Fis. e Din. Quat., 10(1), 204-217. Torino.
- ◆ GENTILI B. & PAMBIANCHI G. (1988b) - Segnalazione di alcuni episodi fluvio-lacustri nelle Marche centro-meridionali. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 2(1), 59-60.

- ◆ GENTILI B. & PAMBIANCHI G. (1989) - Carta geomorfologica dell'area compresa tra S. Ginesio e Colmurano (Marche centro-meridionali). Studi Geologici Camerti, 11, 67-75, Camerino.
- ◆ GENTILI B. & PAMBIANCHI G. (1988) - Erosione e sedimentazione negli alti bacini fluviali delle Marche centro-meridionali. Boll. Mus. St. Nat. Lunigiana 6-7.
- ◆ GENTILI B., PAMBIANCHI G. & ARINGOLI D. (1992) - Rimodellamenti gravitativi del tratto di anticlinorio marchigiano compreso tra i Fiumi Chienti e Fiastrone. Studi Geologici Camerti, 12, 147-161, 5 figg., Camerino.
- ◆ GENTILI B., PAMBIANCHI G. & FARABOLLINI P. (1992) - Guida all'escursione nelle marche centro-meridionali. Con la collaborazione di: Cantalamessa G., Coltorti M., Garzonio C.A., Invernizzi C., Leopardi S. & Pontoni F. con il contributo di: Aringoli D., Bevilacqua R. & Materazzi M.; coordinamento Dramis F. Gruppo Nazionale Geografia Fisica e Geomorfologia, Camerino 5-8 ottobre 1992, 2 tav.
- ◆ GIROTTI O. (1968) - Note sulla stratigrafia e sulla tettonica delle formazioni mioceniche dell'Ascolano. Rend. Classe di Sc. Fis., Mat. e Nat., Acc. Naz. Lincei, serie 8, 44(5), 827-834.
- ◆ GIROTTI O. & PAROTTO M. (1969) - Mio-Pliocene di Ascoli Piceno. Atti Accademia Gioenia Scienze Naturali, serie VII, I, 127-174, 1 fig., 10 tavv., Catania.
- ◆ GOBBI G. & NANNI T. (1978) - Caratteristiche idrochimiche delle acque del subalveo del F. Aspio (Ancona). Studi Geologici Camerti, 4, 75-87, Camerino.
- ◆ GORI U. (1988) - Contributo alla conoscenza della sedimentazione delle alluvioni quaternarie del Fiume Foglia (Marche). Geogr. Fis. Dinam. Quat., 11, 204-217, Torino.
- ◆ GUERRA C., NESCI O., SAVELLI D. & TRAMONTANA M. (1995) - Carta geomorfologica del Monte Titano (Repubblica di San Marino). ARCA Ed. Firenze.
- ◆ GUERRERA F., RAINERI B. & WEZEL F. C. (1978) - Eventi neotettonici quaternari nell'area nord-marchigiana. Mem. Soc. Geol. It., 19, 589-595, Roma.
- ◆ GUERRICCHIO A. (1987) - L'evoluzione dei litorali. Collana "Difesa del suolo e pianificazione territoriale. Editoriale Bios, Cosenza.
- ◆ INVERNIZZI C., LANDUZZI A., NEGRI A. & POTETTI M. (1995) - Stratigrafia ed evoluzione tettonico - sedimentaria mio - pliocenica dell'area pescarese tra il F. Foglia ed il F. Metauro. Studi Geologici Camerti, 1995/1, 451-464, Camerino.
- ◆ LA MONICA G.B. & LANDINI B. (1983) - Tendenza evolutiva delle coste basse della penisola italiana. in Atti 23° Congr. Geogr. Ital., 2/3, Catania.
- ◆ LAVECCHIA G. (1981) - Appunti per uno schema strutturale dell'Appennino Umbro - Marchigiano. 3 - Lo stile deformativo. Boll. Soc. Geol. It., 100, 271-278, Roma.
- ◆ LAVECCHIA G., BONCIO P., BROZZETTI F., STUCCHI M. & LESCHIUTTA I. (2002) - New criteria for seimotectonic zoning in Central Italy: insights from the Umbria-Marche Apennines. Boll. Soc. Geol. It., Vol. Spec. n° 1, 881-890, Roma.

- ◆ LIPPARINI T. (1939) - "I terrazzi fluviali delle Marche". *Giornale di Geologia*, ser. 2, 13, 5-22, Bologna.
- ◆ LIPPARINI T. (1969) - Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, scala 1:100.000, Foglio 100 "Forlì" e 101 "Rimini". *Serv. Geol. d'Italia*, 74 pp., Roma.
- ◆ MANNOCCI F. & TONNETTI G. (1979) - Su un metodo di valutazione dei processi di canalizzazione d'alveo dei corsi d'acqua abruzzesi e marchigiani. *Atti Conv. 'La Programmazione per la difesa attiva del suolo e la tutela delle sue risorse. I piani di bacino idrografico'*, Modena, 28-29 Giugno 1979, pp. 203-209, 1979.
- ◆ MANTOVANI F. & MARCOLONGO B. (1992) - *Fotogeologia - Il Telerilevamento nelle Scienze della Terra*. La Nuova Italia Scientifica, Roma.
- ◆ MARABINI F. (1985) - Evolutional trend of the Adriatic coast (Italy). In: *The fourth Symposium on Coastal and Ocean Management*, July 30-August, Baltimora.
- ◆ MARABINI S., LENZA R. & VAI G. B. (1981) - Pleistocene superiore e olocene del margine pedeappenninico romagnolo: rapporto preliminare. *Rend. Soc. Geol. It.*, 10, 33-37, 4 figg.
- ◆ MASSARI F., PAREA G. C., RAINONE M. L., VEDOVATO L. & VIVALDA P. (1986) - Elementi di sedimentologia delle paleospiege pleistoceniche marchigiane. *Atti Riunione Gruppo Sedimentologia CNR*, Ancona 5-7 giugno, 81-103, 25 figg.
- ◆ MAYER L., MENICETTI M., NESCI O. & SAVELLI D. (2003) - Morphotectonic approach to the drainage analysis in the North Marche region, central Italy. *Quaternary International*, 101-102, 157-167.
- ◆ MAZZANTI R. & TREVISAN L. (1978) - Evoluzione della rete idrografica nell'Appennino centro-settentrionale. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 1, 55-62, Torino.
- ◆ MELE G., MATTIETTI G. & FAVALI P. (1990) - Sismotettonica dell'area Adriatica: interpretazione di dati sismologici recenti. In: *Mem. Soc. Geol. It.*, 45, 233-241, Roma.
- ◆ MITHCUM R.M., VAIL P.R. & THOMPSON S. (1977) - The depositional sequence as a basic unit for stratigraphic analysis. In: *Seismic stratigraphy applications to hydrocarbon exploration*, A.A.P.G. Mem., 25.
- ◆ MOLINARI C., LIPPARINI T. & BASSI G. (1971) - *Risorse idriche delle Marche*. Ente Sviluppo Marche.
- ◆ MORUZZI G. & FOLLADOR U. (1973) - Il Miocene superiore ed il Pliocene inferiore della zona dello Scoglio del Trave (tra Ancona ed il Monte Conero - Marche) e il loro inquadramento geologico regionale. *Geologica Romana*, 12, 129-149, Roma.
- ◆ MOSETTI F. (1959) - Le maree dell'Adriatico. In: *Atti dell'Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti*, Tomo CXVII.
- ◆ MOSETTI F. (1959) - Lo stato attuale delle conoscenze sulle maree dell'Adriatico. *Boll. Geof. Teor. Appl.*, n. 3-4, Trieste.

- ◆ NANNI T. (1985) - Le falde di subalveo delle Marche: inquadramento idrogeologico, qualità delle acque ed elementi di neotettonica. Ed. Regione Marche, 2, 112, 15 tav., Ancona.
- ◆ NANNI T. (1991) - Caratteri idrogeologici delle Marche. Dipartimento di scienze dei materiali e della Terra Università di Ancona.
- ◆ NANNI T. (1992) - Caratteri geologici del bacino idrografico del fiume Musone. In: Il Bacino del fiume Musone: geologia, geomorfologia e idrogeologia. Ed. Ass. Comuni di Osimo, Castelfidardo e Offagna (Ancona), 15-47, 7 figg., 1 tav. f.t.
- ◆ NANNI T., COLTORTI M. & GARZONIO C.A. (1996) - Bacino idrografico del Fiume Musone: geologia, geomorfologia e idrogeologia. Scala 1:50.000, S.EL.CA., Firenze.
- ◆ NANNI T., PENNACCHIONI E. & RAINONE M. L. (1986a) - Il bacino quaternario marchigiano. In: T. NANNI (ed.) - "Atti della Riunione del Gruppo di Sedimentologia del CNR sul Pleistocene marchigiano", Ancona 5-7 giugno 1986, Dipartimento di Scienze dei Materiali e della Terra, 13-43.
- ◆ NANNI T., PENNACCHIONI E. & RAINONE M. L. (1986b) - Carta geologica della successione pleistocenica tra i fiumi Metauro e Tesino. Scala 1:100.000, Industrie grafiche ERREBI.
- ◆ NANNI T. & RAINONE M. L. (1986) - Guida all'escursione sul bacino pleistocenico marchigiano. In: Atti Riunione Gruppo Sedimentologia CNR, Ancona, 5-7 giugno, 45-79.
- ◆ NANNI T. & VIVALDA P. (1986a) - Inquadramento idrogeologico ed influenza della tettonica sugli acquiferi di subalveo delle pianure marchigiane. Studi Geologici Camerti, Vol. Spec. "La geologia delle Marche".
- ◆ NANNI T. & VIVALDA P. (1986b) - Caratteri idrogeologici schematici della successione plio-pleistocenica e delle pianure alluvionali delle Marche. Mem. Soc. Geol. It., 35, 3 tabb., Roma.
- ◆ NANNI T. & VIVALDA P. (1987) - Influenza della tettonica trasversale sulla morfogenesi delle pianure alluvionali marchigiane. Geogr. Fis. e Din. Quat., 9, 192-211, Torino.
- ◆ NESCI O. (1981) - Segnalazione di ciottoli fluviali sul Colle Ardizio (Pesaro) e deduzioni sulla evoluzione neotettonica del litorale pesarese. Giornale di Geologia, 43(2), 385-392, Bologna.
- ◆ NESCI O., MORETTI E. & LALLI R. P. (1983) - "Ricerche preliminari sulle paleosuperfici sommitali delle Marche settentrionali". Contr. conclusivi per la realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia PFG - CNR, 4, 65-72.
- ◆ NESCI O., MORETTI E. & SACCHI G. (1978) - Studio neotettonico della zona compresa tra i fiumi Foglia e Metauro (Marche settentrionali). Mem. Soc. Geol. It., 19, 635-640, Roma.
- ◆ NESCI O. & SACCHI G. (1980) - Carta neotettonica dei fogli 101 (Rimini), 110 (Senigallia) e 109 (Pesaro) - Contr. prelim. realiz. Carta Neotettonica d'Italia. CNR Pubbl. 356 P.F.Geodin., 295-313.
- ◆ NESCI O. & SAVELLI D. (1986) - Cicli continentali tardo-quaternari lungo i tratti vallivi mediani delle Marche settentrionali. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 9, 192-211, 18 figg., Torino.

- ◆ NESCI O. & SAVELLI D. (1990) - Valley terraces in the Northern Marche Apennines (Central Italy): cyclic deposition and erosion. *Giornale di Geologia*, ser. 3A, 52(1/2), 189-195, 3 figg., Bologna
- ◆ NESCI O. & SAVELLI D. (1991) - Successioni alluvionali terrazzate nell'Appennino nord-marchigiano. *Geogr. Fis. e Din. Quat.*, 14, 149-162. Torino.
- ◆ NESCI O. & SAVELLI D. (1991a) - Lineamenti geomorfologici delle unità terrazzate fluviali del "terzo ordine" nel bacino del Metauro (Marche Settentrionali). *Atti 2° Convegno "Pianure minori italiane"*. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 14, 141-148, Torino.
- ◆ NESCI O. & SAVELLI D. (2003) - Diverging drainage in the Marche Apennines (central Italy). *Quaternary International*, 101-102, 203-209.
- ◆ NESCI O., SAVELLI D., CALDERONI G., ELMI C. & VENERI F. (1995) - Le antiche piane di fondovalle nell'Appennino Nord-Marchigiano. "Assetto fisico e problemi ambientali delle pianure italiane". *Mem. Soc. Geogr. It.*, 53, 293-312, Roma.
- ◆ NESCI O., SAVELLI D. & MENGARELLI D. (1990) - I terrazzi vallivi del 1° ordine nei bacini dei Fiumi Metauro e Foglia (Appennino marchigiano). *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 13(1), 63-73, 6 figg, Torino.
- ◆ NESCI O., SAVELLI D., TRAMONTANA & M. FATTORI D. (1994) - Evoluzione tardo-Pleistocenica delle dorsali calcaree nord-marchigiane: un esempio dai Monti della Cesana. *Il Quaternario*, 7, 139-144, Verona.
- ◆ NESCI O., SAVELLI D., TRAMONTANA M., VENERI F., DE DONATIS M. & MAZZOLI S. (2002) - The Evolution of Alluvial Fans in the Umbria-Marche-Romagna Apennine (Italy). *Boll. Soc. Geol. It.*, Volume speciale 1, 915-922, Roma.
- ◆ NESCI O., SAVELLI D. & VENERI F. (1992) - Terrazzi vallivi e superfici di spianamento nell'evoluzione del rilievo dell'Appennino nord-marchigiano. *Studi Geologici Camerti*, Vol. Spec., 175-180, Camerino.
- ◆ ORI G.G., SERAFINI G., VISENTIN C., RICCI LUCCHI F., CASNEDI R., COLALONGO M. L. & MOSNA S. (1991) - The plio-Pleistocene Adriatic foredeep (Marche and Abruzzo, Italy): an integrated approach to surface and subsurface geology. In: *Adriatic foredeep field trip book*, 3rd E.A.P.G. Conference, May 1991, pp 1-91.
- ◆ ORI G.G., SERAFINI G., VISENTIN C., RICCI LUCCHI F., CASNEDI R., COLALONGO M. L. & MOSNA S. (1993) - Depositional history of the Pliocene-Pleistocene Adriatic foredeep (central Italy). In: *Generation, accumulation and product of Europe's hydrocarbons*. Special publication of the European Association of Petroleum Geoscientists, 3, 233-258.
- ◆ PALAGIANO C. (1976) - Principali documenti geografici delle variazioni della linea di costa in Italia dalla preistoria ad oggi. *Ist. Geogr. Univ.*, Roma.
- ◆ PAREA G.C. (1964) - Caratteri sedimentologici delle torbiditi pre-oligoceniche dell'Appennino centro-settentrionale. *Boll. Soc. Geol. It.*, 83, 223-256, Roma.

- ◆ PAREA G.C. (1991) - I terrazzi marini dell'Emilia Romagna nella stratigrafia sequenziale del Pleistocene superiore. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., 46, 191-206.
- ◆ PASSERI L. (a cura di) (1994) - Guide Geologiche Regionali: Appennino Umbro-Marchigiano. Società Geologica Italiana & BE-MA editrice, Roma.
- ◆ PELLEGRINI M. (1989) - La geologia dell'Appennino emiliano. Il mondo della natura in Emilia Romagna. La montagna, Milano, 37-50.
- ◆ PELLEGRINI M., BRAZZOROTTO C., FOTI P., FRANCAVILLA G. & RABBI E. (1982) - Idrogeologia del margine pedeappenninico emiliano-romagnolo. Guida Geol. Reg., Congr. Soc. Geol. It. (a cura di G. CREMONINI e F. RICCI LUCCHI), 183-189, Bologna.
- ◆ PELLEGRINO A. & URCIUOLI G. (1988) - Tipizzazione geotecnica dei movimenti franosi nell'Italia centro-meridionale. I seminar on landslide hazard, CNR-IRPI, Rende, 30 settembre 1988, 5-8.
- ◆ PERSI P. (1984) - Per uno studio geografico delle Marche. Istituto di Geografia - Università di Urbino.
- ◆ POLLI S. (1959) - La propagazione delle maree nell'Adriatico. In: Atti del IX Convegno dell'Associazione Geofisica Italiana, Roma 20-21 Novembre.
- ◆ POLLI S. (1959) - Sull'ampiezza delle maree nell'Adriatico. In: Atti del VIII Convegno dell'Associazione Geofisica Italiana, Roma, 12-14 Febbraio.
- ◆ POLLI S. (1961) - Sui periodi delle oscillazioni libere dell'Adriatico. In: Atti del X Convegno dell'Associazione Geofisica italiana, Roma 18-19 Novembre 1960.
- ◆ POLUZZI A., CURZI P.V. & BADALINI M. (1985) - Analisi quantitativa di facies sedimentarie ed ambienti deposizionali dell'Adriatico centrale. In: Acta-Naturalia de "L'Ateneo Parmense", 21, 59-78.
- ◆ PUCA (1993/94) Tesi inedita - Geomorfologia e lineamenti evolutivi della piana alluvionale del T. Arzilla Zoccoli (1979) Relazione inedita - Sistemazione idraulica del T. Arzilla, dal ponte autostradale alla foce, in territorio del Comune di Fano. Ufficio del Genio Civile di Pesaro, 43 pp.
- ◆ REGIONE EMILIA ROMAGNA (1981a) - Carta della stabilità dei versanti. Riccione, F. 109 IV NE, Servizio Cartografico, Bologna. Scala 1:25.000.
- ◆ REGIONE EMILIA ROMAGNA (1981b) - Carta della stabilità dei versanti. Saludecio, F. 109 IV SE, Servizio Cartografico, Bologna. Scala 1:25.000.
- ◆ REGIONE EMILIA ROMAGNA (1982a) - Carta della stabilità dei versanti. Cattolica, F. 109 I NE, Servizio Cartografico, Bologna. Scala 1:25.000.
- ◆ REGIONE EMILIA ROMAGNA (1982b) - Carta della stabilità dei versanti. Tavullia, F. 109 I SW, Servizio Cartografico, Bologna. Scala 1:25.000.

- ◆ REGIONE EMILIA ROMAGNA (1982c) - Carta della propensione al dissesto idrogeologico dell'Emilia-Romagna. Progetto Finalizzato Conservazione del Suolo, pub. n° 66. Pitagora (ed.), Bologna, 166 p. Scala 1:200.000.
- ◆ REGIONE EMILIA ROMAGNA (1988) - Studio dei centri abitati instabili nel territorio dell'Emilia-Romagna. Assessorato ambiente e difesa del suolo, U.O. 2.35 CNR-GNDCI (SCAI), Bologna, dicembre 1988, 186 p.
- ◆ REGIONE EMILIA ROMAGNA (1994a) - I suoli dell'Emilia Romagna. Note illustrative. Servizio Cartografico - Ufficio Pedologico, 383 pp.
- ◆ REGIONE EMILIA ROMAGNA (1994b) - La cartografia geologica della regione Emilia-Romagna. Servizio Cartografico - Ufficio Geologico, S.EL.CA., Firenze.
- ◆ REGIONE EMILIA ROMAGNA (1994c) - Carta del rischio geo-ambientale. Scala 1:25.000. Servizio Cartografico - Ufficio Geologico, S.EL.CA., Firenze.
- ◆ REGIONE EMILIA ROMAGNA (2002a) - Data base topografico alle grandi scale (1:1.000 - 1:2.000 - 1:5.000). Contenuto e struttura concettuale. Bozza
- ◆ REGIONE EMILIA ROMAGNA (2002b) - Carta geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo a scala 1:10.000. Servizio Cartografico - Ufficio Geologico, S.EL.CA., Firenze.
- ◆ REGIONE MARCHE (1988a) - Carta del dissesto in atto e delle predisposizioni alla instabilità - Sezione Monte dei Corvi, Ufficio Cartografico. Scala 1:10.000.
- ◆ REGIONE MARCHE (1988b) - Catalogo della cartografia regionale. Assessorato Urbanistica-Ambiente, Ufficio Cartografico, 56 pp.
- ◆ RUGGIERI G. (1958) - Gli esotici neogenici della colata gravitativi della Val Marecchia. Att. Acc. Sc. Lett. Arti, 18 (4), Palermo.
- ◆ SAVELLI D. & BALLERINI L. S. (1991) - Alluvioni pedemontane terrazzate fra Cagli e Frontone (Appennino marchigiano): un esempio di conoidi alluvionali confinate. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 14, 179-181, Torino.
- ◆ SAVELLI D., BARTOLE R. & MORETTI E. (1984) - Caratteristiche litostratigrafiche con l'ausilio del sismografo di un terrazzo alluvionale del fiume Metauro a Fossombrone (Marche Settentrionali). ACTA BIO-MEDICA de "L'Ateneo Parmense", vol. 55, n. 1, 63-79.
- ◆ SAVELLI D., DE DONATIS M., MAZZOLI S., NESCI O., TRAMONTANA M. & VENERI F. (2002) - Evidence for Quaternary Faulting in the Metauro River Basin (Northern Marche Apennines). Boll. Soc. Geol. It., Vol. Spec. n° 1, 931-937, Roma.
- ◆ SAVELLI D. & NESCI O. (1994) - Alcuni caratteri geomorfologici del fondovalle nella media e bassa valle del Metauro. In: BALDELLI G., PACI E. & TOMASSINI L. - La battaglia del Metauro. Testi, Tesi, Ipotesi. 161-180. Minardi Editore.
- ◆ SAVELLI D., NESCI O. & MENGONI S. (1994) - From alluvial fans to intravallive floodplain: a case study from the piedmont terrace alluvium system of the upper Musone River basin (Marche Apennines). Giornale di Geologia, 56/2, 27-42, Bologna.

- ◆ SAVELLI D. & WEZEL F. C. (1978) - Schema geologico del Messiniano del Pesarese. Boll. Soc. Geol. It., 97, 165-188, Roma.
- ◆ SEGRE C. (1920) - Criteri geognostici per il consolidamento della falda franosa del 'Montagnolo' (litorale Ancona-Falconara). Boll. Soc. Geol. It., 38, 99-131, Roma.
- ◆ SELLI R. (1954) - Il Bacino del Metauro. Giornale di Geologia, ser. 2, 24, 1-268, Bologna.
- ◆ SELLI R. (1967) - Cenni geologici generali sull'Appennino Emiliano-Romagnolo fra Bologna e Rimini. In Selli R. (ed.), Com. Neog. Medit., IV Congr., Guida alle escursioni, 88-97, Bologna.
- ◆ SELLI R. (1967) - Cenni sul Neogene dell'avanfossa marchigiana. In "Guida alle escursioni", IV Congr. Neog. Medit., Bologna.
- ◆ SELLI R. & CIABATTI M. (1977) - L'abbassamento del suolo della zona litoranea ravennate. Giornale di Geologia, 2, Vol. LXII, Bologna.
- ◆ SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1964) - Carta Geologica d'Italia, Foglio 101 Rimini. Scala 1:100.000.
- ◆ SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1965a) - Carta Geologica d'Italia, Foglio 110 Senigallia. Scala 1:100.000.
- ◆ SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1965b) - Carta Geologica d'Italia, Foglio 118 Ancona. Scala 1:100.000.
- ◆ SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1966) - Carta Geologica d'Italia, Foglio 117 Jesi. Scala 1:100.000.
- ◆ SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1969) - Carta Geologica d'Italia, Foglio 109 Pesaro. Scala 1:100.000.
- ◆ TOMANDIN L., CURZI P. V. & LANDUZZI V. (1991) - Fluvial pelitic supplies the Appennines to the Adriatic Sea: IV - clay minerals from the Musone river as natural tracer in the nearshore sediments. In: Proc. 7th Euroclay Conf. Dresden '91, Greifswald, 1081-1085.
- ◆ TONELLI A. M. (1985) - Applicazioni del telerilevamento per lo studio delle aree costiere. In: PRANZINI E. (a cura di) - La gestione delle aree costiere. Ed delle Autonomie, Roma, 84-101.
- ◆ TRAMONTANA M., RAFFAELLI G., SAVELLI D., MATTIOLI M. & FERRI L. (2003) - La successione silicoclastica del messiniano medio-superiore nella zona costiera delle marche settentrionali. In: Convegno in Memoria di Raimondo Selli e Renzo Sartori "La geologia del Mar Tirreno e degli Appennini", Bologna, 11-12 Dicembre.
- ◆ UBERTINI L. (1984) - Sistemi idrici in condizioni di magra. Atti XIX Conv. Idr. e Costr. Idrauliche, Pavia, 6-8 Settembre 1984, pp. 191-225.
- ◆ UBERTINI L. (1996) - Rischio idrogeologico in Italia. Atti Convegno 'Fenomeni franosi e centri abitati', GNDCI - Programma speciale SCAI, Bologna, 27 maggio 1994, pp. 25-27.



- ◆ URCIUOLI G. (1990) - Contributo alla caratterizzazione geotecnica delle frane dell'Appennino. Quaderni dell'Istituto di Tecnica delle Fondazioni, Università di Napoli, 1, 3-143.
- ◆ VEGGIANI A. (1965) - Trasporto di materiale ghiaioso per correnti di riva dall'area marchigiana all'area emiliana durante il quaternario. Boll. Soc. Geol. It., 84, Roma.
- ◆ VEGGIANI A. (1968) - La linea di spiaggia tra Ravenna e Pesaro all'inizio dell'era volgare e considerazioni sul ciclo sedimentario Olocenico. In: Atti del Convegno Internazionale di Studi sulle Antichità di Classe, Ravenna 14-17 Ottobre 1967.
- ◆ VEGGIANI A. (1995) - La storia geologica. In: Il Montefeltro 1, Ambiente, storia, arte nelle alte valli del Foglia e del Conca. Comunità Montana del Montefeltro, 15-33.
- ◆ VEGGIANI A. & DE FRANCESCO A. (1971) - I terreni superficiali del fondo del mare adriatico al largo della costa romagnola. In: Bollettino Mensile della Camera di Commercio Industria, Artigianato e Agricoltura di Forlì.
- ◆ VENERI F. (1986) - La colata gravitativa della Val Marecchia. Studi Geologici Camerti, Vol. spec. "La geologia delle Marche", 83-87, Camerino.
- ◆ VENERI F., NESCI O. & COLANTONI P. (1991) - Segnalazione di depositi continentali in corrispondenza di lembi di antiche superfici nell'urbinate (Marche Settentrionali). Geogr. Fis. Dinam. Quat., 14, 247-250, Torino.
- ◆ VIANELLO G. (1987) - L'indagine geopedologica finalizzata alla pianificazione ed alla gestione del territorio: un esempio nella fascia costiera romagnola - comune di Rimini. Mem. Soc. Geol. It., 37, 601-609, Roma.
- ◆ VILLA G.M. (1937) - Ricerche geomorfologiche nel territorio marchigiano compreso tra il Potenza e l'Esino. Rivista Geografica Italiana, vol. XLIV, Firenze.
- ◆ VILLA G. M. (1942) - Nuove ricerche sui terrazzi fluviali delle Marche. Giornale di Geologia, ser. II, 16, 5-75, Bologna.