

LE ALLUVIONI NEL SETTORE ADRIATICO DELLE MURGE (TERRA DI BARI): CAUSE GEOLOGICHE E RUOLO DELL'AZIONE ANTROPICA

Massimo Moretti

Iscritto n° 121/ES ORG–Puglia Dipartimento di Geologia e Geofisica
Centro Interdipartimentale di Ricerca per la Valutazione e Mitigazione del Rischio Sismico e Vulcanico
Università degli Studi di Bari

RIASSUNTO - In questo lavoro viene discusso il ruolo dell'azione antropica nell'amplificazione del rischio di alluvione nell'area urbana di Bari. In quest'area convergono le acque di numerosi corsi d'acqua a carattere torrentizio che, nella notte fra il 22 ed il 23 ottobre 2005, hanno determinato un forte evento alluvionale (con vittime e numerosi danni materiali). Il grande bacino idrografico sotteso dall'area urbana del capoluogo pugliese è situato sul bordo adriatico delle Murge e comprende un settore più elevato (Murge alte) ed un settore costiero poco elevato (Murge basse). L'analisi dell'ultimo evento alluvionale e di quelli del passato ed il quadro geologico ed idrologico di riferimento indicano che l'area urbana di Bari ha una naturale predisposizione ad essere soggetta a forti eventi alluvionali. L'impatto antropico determina un aumento delle acque di ruscellamento superficiale ed è rappresentato principalmente dalla progressiva impermeabilizzazione del suolo nelle aree urbane (localizzate soprattutto nelle Murge basse) e ad operazioni di "miglioramento fondiario" nelle aree rurali (che caratterizzano le Murge alte). In conclusione vengono proposte alcune soluzioni a breve e medio termine al fine di ridurre il rischio alluvione nell'area di interesse sottolineando l'importanza dello studio dell'ambiente fisico in tutte le fasi di pianificazione territoriale.

1. INTRODUZIONE: L'EVENTO DEL 22-23 OTTOBRE 2005

L'evento meteorologico registrato nella notte fra il 22 ed il 23 ottobre 2005 ha riproposto drammaticamente il problema del rischio alluvioni nella Terra di Bari (figg. 1.a, 1.b e 1.c). Le forti piogge (oltre 160 mm in poche ore) hanno interessato soprattutto l'area di alimentazione dei torrenti che sfociano in Terra di Bari. Si è trattato di un forte evento meteorologico se si



Figura 1. – a: Il T. Picone durante la piena del 22-23 ottobre 2005. Si noti l'energia del flusso ed il colore delle acque che denota un grande trasporto solido. b: il cedimento del terrapieno della SP 184. Ha provocato 5 delle 6 vittime dell'alluvione del 22-23 ottobre 2005. c: area ex-cava Di Maso. Un affluente del T. Picone (La Lama Baronale, visibile sullo sfondo, indicata dalla freccia) ha invaso la depressione della cava (che ha agito da "cassa di espansione" per la piena) colmandola di sedimenti fini trasportati e di materiali di un terrapieno adiacente alla lama stessa.

pensa che i valori massimi delle medie annuali della Provincia di Bari oscillano fra i 578 mm/a (Altamura) ed i 700 mm/a (Santeramo). In pratica in poche ore sono caduti circa 1/4 dei mm di pioggia che si registrano mediamente in un anno. L'eccezionalità dell'evento meteorologico è testimoniata anche dal numero di fulmini che si sono abbattuti nella provincia di Bari (circa 4.500).

L'evento alluvionale ha provocato 6 morti e decine di feriti: 5 vittime hanno trovato la morte per il cedimento di un terrapieno stradale alto 12 m (Provinciale 184, fra Cassano e Bitetto, fig. 1.b), l'ultima vittima è stata travolta con la sua auto dalla piena della Lama San Giorgio, a sud di Bari. E' crollato un ponte della Ferrovia Bari-Taranto (nel tratto fra Acquaviva e Sannicandro) durante il passaggio di un Eurostar con 60 persone a bordo: il bilancio di soli 22 feriti in questo caso è da considerarsi un evento fortunato. I danni materiali sono relativi alle vie di comunicazione, alle civili abitazioni (da citare i danni al complesso Quadrifoglio - circa 70 ville - situato in una depressione morfologica fra Cassano Murge e Grumo Appula), alle opere di arredo urbano (da citare la cava "Di Maso" nel quartiere Santa Rita di Bari - fig. 1.c), alle coltivazioni (soprattutto gli ortaggi, ma anche vigneti ed uliveti hanno subito danni ingenti). Per quanto riguarda infine la rete elettrica, l'alluvione ha provocato l'allagamento di cinque cabine elettriche tra Casamassima, Cassano e Sammichele di Bari, la rottura di 78 conduttori elettrici ed ha mandato fuori uso cinque trasformatori. Complessivamente le numerose scariche atmosferiche e il violento nubifragio hanno causato il fuori servizio di ben 28 linee elettriche.

Scopo di questo lavoro è evidenziare il ruolo dell'azione antropica nell'amplificazione del rischio alluvione in Terra di Bari. A tale scopo verranno richiamati brevemente i principali caratteri geologici ed idrologici dell'area di interesse (che mostrano come essa sia naturalmente predisposta ad essere soggetta a forti eventi alluvionali), per poi descrivere separata-

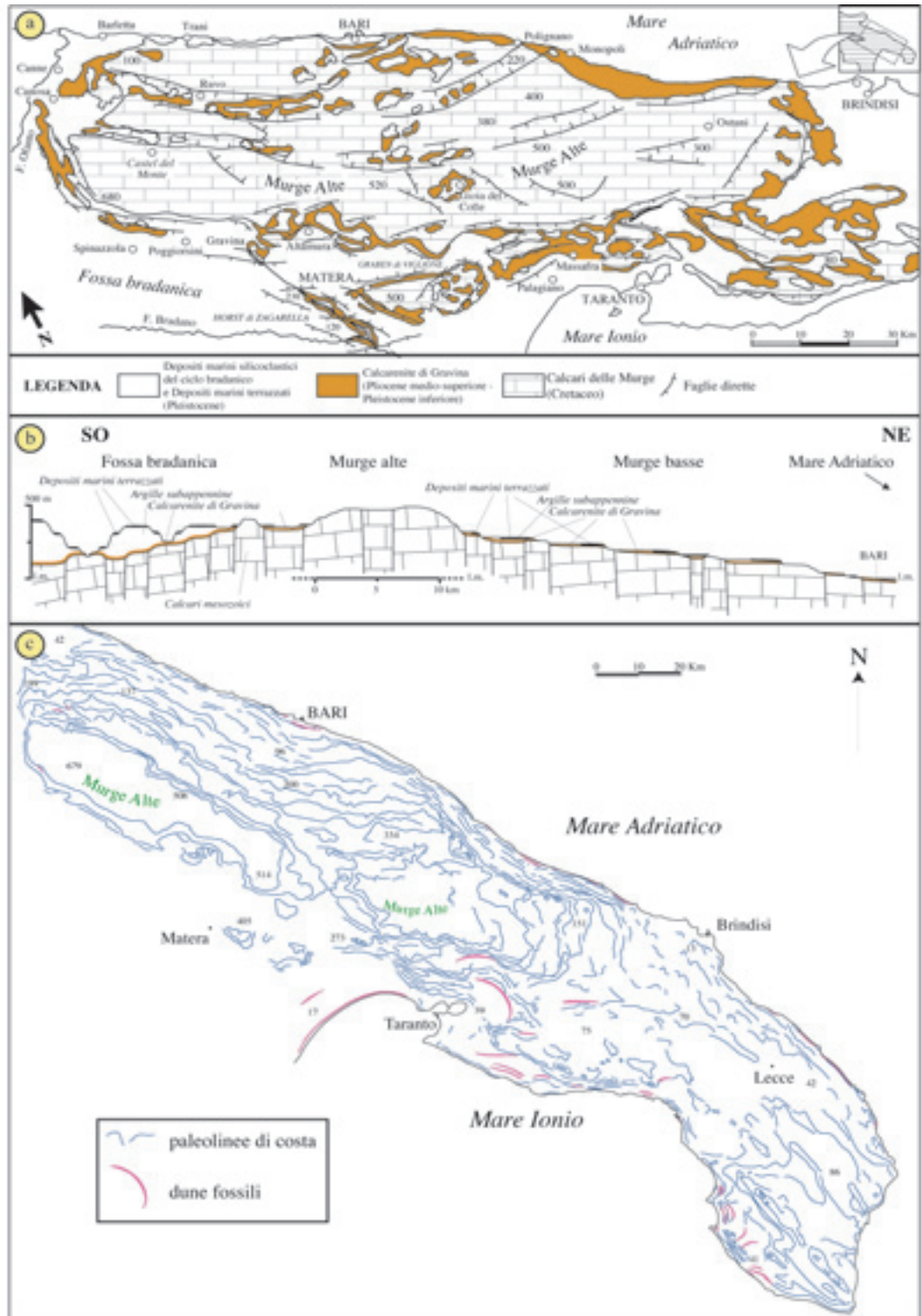
mente l'impatto antropico relativo alle aree urbane e a quelle rurali.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area di Bari è situata sul bordo adriatico delle Murge. Queste ultime rappresentano il settore di alto relativo intermedio dell'Avampese apulo emerso limitato a nord dal Graben dell'Ofanto e a sud dalla Soglia Messapica (Pieri, 1980; Iannone & Pieri, 1982; Ricchetti *et al.*, 1988). Il settore adriatico delle Murge viene comunemente suddiviso in due grandi aree che hanno subito un'evoluzione plio-pleistocenica assai diversa: Murge alte e Murge basse. A partire dal Pliocene, l'evoluzione geodinamica e stratigrafica delle Murge è strettamente controllata dalla migrazione verso E del sistema orogenico appenninico e dalla conseguente fase di subsidenza che porta al progressivo annegamento di estesi settori di alto strutturale (Doglioni *et al.*, 1994; Pieri *et al.*, 1997): durante tale fase di subsidenza sedimentano le formazioni della Calcarenite di Gravina e delle Argille subappennine (Pliocene superiore-Pleistocene inferiore - Ciaranfi *et al.* 1988) che affiorano con spessori e caratteri stratigrafici molto variabili lungo i bordi e nei settori morfologicamente meno elevati delle Murge (figg. 2.a e 2.b). Dalla fine del Pleistocene inferiore fino all'Attuale, l'Avampese apulo è soggetto ad un intenso sollevamento (interpretato in letteratura in modi assai differenti - Ricchetti *et al.*, 1988; Doglioni *et al.*, 1994; De Alteriis, 1995; Gambini & Tozzi, 1996). In questo intervallo temporale sedimentano i depositi regressivi della Fossa bradanica (Pleistocene inferiore) ed i depositi marini terrazzati (Pleistocene medio-superiore) che segnano la graduale riemersione delle Murge (figg. 2.b e 2.c) lungo il versante ofantino, bradanico, ionico ed adriatico (Ciaranfi *et al.*, 1988).

L'altopiano delle Murge alte, posto oltre i 500 m di quota (figg. 2.a e 2.b) non è stato quindi interessato dall'ingressione plio-pleistocenica: è caratterizzato da estesi affioramenti di calcari mesozoici che, a partire dalla loro

Figura 2 – a: Carta geologica schematica delle Murge (da Pieri *et al.*, 1997 - modificata). b: Sezione geologica schematica attraverso l'altopiano delle Murge (da Pieri *et al.*, 1997 - modificata). c: Carta schematica della distribuzione delle paleolinee di costa dei terrazzi marini del Pleistocene medio-superiore (da Ciaranfi *et al.*, 1988 - modificata).



emersione avvenuta nel Cretaceo superiore, hanno subito intensi fenomeni carsici non obliterati dalla successiva azione erosiva marina. A quote meno elevate (da 500 m s.l.m. fino al livello del mare attuale), alla morfologia carsica si sono sovrapposti gli effetti dell'ingressione

marina plio-pleistocenica e della successiva fase di sollevamento regionale che ha portato alla formazione di 16 ordini di terrazzi marini posti via via a quote decrescenti (fig. 2.c - Ciaranfi *et al.*, 1988). Le Murge vengono suddivise in Murge alte e Murge basse proprio in base al

livello massimo raggiunto dal mare nell'ingressione plio-pleistocenica che grande influenza ha avuto nell'evoluzione del paesaggio.

L'area costiera barese sottende un bacino idrografico di circa 1.000 Km² (figg. 3.a e 3.b) che mostra i tipici caratteri della morfologia carsica (campi carreggiati, inghiottitoi, doline, ecc.) nel suo settore più elevato (Murge alte). Verso mare, la morfologia carsica è parzialmente obliterata dagli effetti delle variazioni eustatiche e del sollevamento regionale. Su tutta l'area di interesse è impostato un fitto reticolo di corsi d'acqua effimeri (a regime torrentizio) che hanno inciso valli poco profonde e svasate ("lame"). Il reticolo idrografico è stato realizzato attraverso l'analisi di un DEM (figg. 3.a e 3.b) e coincide sostanzialmente con quello noto in letteratura (Pieri, 1975; Pennetta, 1983).

3. GLI EVENTI ALLUVIONALI DEL PASSATO

Nell'area di Bari convergono gran parte delle acque superficiali del grande bacino idrografico che comprende parte delle Murge alte e delle Murge basse (fig. 3.a e 3.b - Pieri, 1975; Pennetta, 1983; Baldassarre & Francescangeli, 1987). L'area di Bari è stata quindi sede di numerosi eventi di alluvionamento che hanno segnato in modo importante anche il suo sviluppo: l'area di Marisabella ad esempio era il settore di foce del T. Picone, situata fra la città e la penisola di San Cataldo. Si trattava di un'area paludosa e malsana che, agli inizi del '500, la Duchessa di Bari, Isabella Sforza-d'Aragona, cercò inutilmente di bonificare, facendo aprire opportuni sbocchi sul mare. Una devastante piena del Picone (a metà del '500) cancellò tutte le opere eseguite sotto una immensa coltre di fango e detriti. Così il "pantano", divenuto più vasto, insidioso ed insalubre che mai, prese il nome di "Marisabella", per ricordo dello sfortunato tentativo della Duchessa Sforza.

Le fonti storiche parlano di danni ingenti provocati da disastrose alluvioni (ottobre 1557;

febbraio 1683; settembre 1827; agosto 1883) che non provocarono vittime solo perché avvennero in territori non ancora pienamente urbanizzati.

All'inizio del secolo scorso, in una città già densamente popolata, le alluvioni del Valenzano (agosto 1914; settembre 1915), del Lamasinata (novembre 1925) e del Picone (febbraio 1905; settembre 1915; novembre 1926) provocarono vittime e danni molto più ingenti a causa sia delle opere di urbanizzazione che del massiccio disboscamento operato nel bacino idrografico a monte del capoluogo. L'alluvione del Picone nel novembre 1926 (Alfieri, 1928) in particolare produsse danni incalcolabili ad infrastrutture, abitazioni, attività industriali ed agricole determinando purtroppo anche numerosissime vittime (19 morti). L'evento, provocato dalle abbondanti piogge cadute in tutto il territorio barese, fu reso disastroso dalla costruzione di un canale deviatore che, dal Picone, convogliava le acque nel Lamasinata. L'antico alveo del Picone venne urbanizzato (l'attuale via Manzoni) e sbarrato con una traversa nei pressi di Carbonara. In seguito alle piogge torrenziali verificatesi fra il 4 e 5 novembre del 1926 la traversa di Carbonara fu abbattuta ed il Picone, con una portata stimata di 350 metri cubi al secondo (Alfieri, 1928), si riversò nell'antico alveo distruggendo interi quartieri. La mal concepita traversa fu costruita in seguito all'alluvione del 1915 provocato dallo sbarramento a mare del Picone: in quel caso si evitò la tragedia facendo saltare con la dinamite la banchina che ne ostruiva il regolare deflusso al mare (Puglisi *et al.*, 1991) ed a nulla servì l'imponente opera di protezione costruita lungo la ferrovia dopo l'evento del febbraio 1905 che si riempì immediatamente dei detriti trasportati dalla piena.

Per ovviare a questa sequenza di errori strategici nella difesa del suolo fu emanato un R. D. (8/10/1927) su proposta del Ministero dei Lavori Pubblici che, classificando di terza categoria (ed addirittura parte dei bacini del Valenzano, Montrone, Picone e Lamasinata come "montani" con R. D. 14/7/1928) i corsi d'acqua della provincia barese, consentì la loro sistemazione attraverso finanziamenti pubblici (diversi

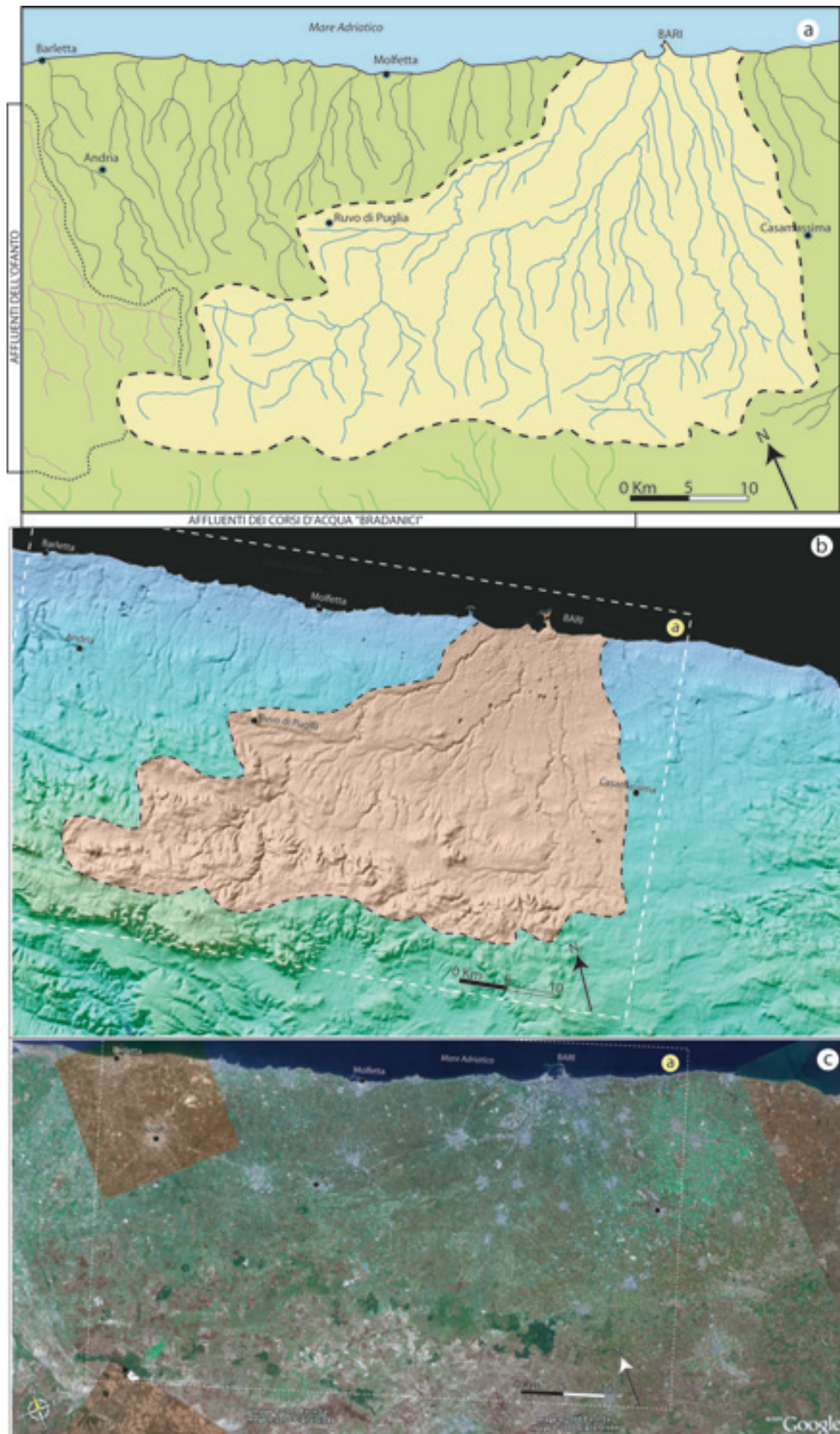


Figura 3 – a: Bacino idrografico dei torrenti che sfociano nell’area urbana di Bari. b: DEM dal quale è stato ricavato il bacino idrografico di fig. 3.a. c: Foto da satellite nell’area di interesse. Si noti la grande superficie coperta dalle aree urbane (in grigio).

milioni di lire che per quegli anni rappresentavano un investimento cospicuo).

Le opere, che prevedevano la ricostruzione della traversa Carbonara del Picone, l'allargamento della sezione di quasi tutte le lame ed imponenti sistemazioni idraulico-forestali (zona di Cassano Murge), si protrassero per lunghi anni, ma evitarono che il successivo evento eccezionale di pioggia verificatosi nel 1957 producesse importanti danni (Puglisi *et al.*, 1991).

4. L'AZIONE ANTROPICA ALL'INTERNO DEL BACINO IDROGRAFICO

4.1 Le aree urbane

Il bacino idrografico sotteso dall'area costiera barese presenta numerose peculiarità connesse all'azione antropica. Si tratta di un'area densamente popolata (nel comune di Bari, la densità è pari a 2700 abitanti/kmq) nella quale ricadono, oltre al Comune di Bari che conta più di 300.000 abitanti, importanti Comuni che sono tuttora in piena espansione urbanistica (Cassano Murge, Acquaviva delle Fonti, Grumo Appula, Adelfia, Palo del Colle, Ruvo, ecc.).

Lo sviluppo urbanistico nel bacino idrografico è divenuto imponente a partire dagli anni '50 e non ha conosciuto importanti fasi di stallo successive. Negli ultimi decenni Bari ha subito una lunga fase di "decentramento", ma tutta la popolazione fuoriuscita dal centro urbano si è comunque concentrata nelle immediate vicinanze del capoluogo (crescita esponenziale della popolazione nei comuni di Triggiano, Casamassima, Valenzano, ecc.): tale carattere la accomuna alle altre Città Metropolitane (in tutto 9 in Italia - L. 142/90 e 256/99). L'assetto attuale è descrivibile come un areale policentrico caratterizzato da una elevata concentrazione di popolazione e con un denso tessuto di servizi primari e secondari che sono fra loro collegati (Moretti *et al.*, 1997).

Osservando una foto da satellite dell'area di Bari (fig. 3.c), si nota che la superficie coperta dalle aree urbane e dalle relative opere di collegamento occupa un areale molto elevato in rela-

zione alla superficie totale del bacino idrografico. Si tratta di aree urbane caratterizzate da estese superfici nelle quali è impedita l'infiltrazione: la Provincia di Bari è fra le ultime per percentuali di verde per abitante. Il territorio comunale di Bari ha una densità del verde urbano pari a 0.9 (percentuale sulla superficie comunale). Per comprendere l'entità del valore percentuale si pensi che le altre aree metropolitane hanno valori più grandi di un ordine di grandezza - Milano ha 8.3, Torino 11.1, Napoli 2.7, Palermo 7.3. L'area comunale di Bari è inoltre agli ultimi posti anche come percentuale di verde realizzato rispetto a quanto previsto nel PRG: lo scarto negativo tra verde previsto e verde realizzato è pari a -16.6 (dati ISTAT).

L'effetto della progressiva impermeabilizzazione di aree del bacino idrografico comporta ovviamente un aumento continuo della quantità d'acqua connessa al ruscellamento a danno di quella d'infiltrazione.

4.2 Le aree rurali

Per quanto riguarda le aree rurali, anch'esse hanno subito nel tempo profonde modificazioni che hanno avuto ed avranno grande influenza nell'indurre variazioni nel bilancio idrologico ed idrogeologico.

L'uso del suolo nel settore adriatico delle Murge è stato fortemente influenzato dai caratteri dei suoli presenti che, a loro volta, sono strettamente connessi all'evoluzione plio-quadernaria di quest'area (Moretti *et al.*, 2004). Nelle Murge alte (come accennato, non interessate dalla trasgressione plio-pleistocenica) si sono originati "litosuoli": sono il risultato di processi pedogenetici dei prodotti residuali della dissoluzione dei calcari mesozoici. Presentano spessori esigui poiché occupano ristrette depressioni formatesi fra porzioni di calcari affioranti. Si riconosce un solo orizzonte omogeneo (spesso fino a 30-40 cm) costituito da humus (talvolta superiore al 10%), materiale argilloso ed abbondanti frammenti litici calcarei. I litosuoli delle Murge alte sono aridi a causa della rapida infiltrazione delle acque meteoriche nel substrato rappresentato dai cal-

cari permeabili per fratturazione e carsismo (fig. 4). Suoli con spessori maggiori ed accenni di stratificazione in orizzonti si rinvengono solo in aree ristrette (fondo delle depressioni carsiche e delle incisioni fluviali). I suoli delle Murge basse presentano invece spessori maggiori e sono spesso formati da più orizzonti. Si sono sviluppati sia sui calcari cretacei che sulle unità più recenti, rappresentate dalla Calcarenite di Gravina, Depositi Marini Terrazzati e, più raramente, depositi continentali di tipo alluvionale o cineritico: si tratta generalmente di suoli di tipo “rendzina”. I caratteri pedologici descritti hanno determinato una diffusione storica dell'allevamento degli ovini nelle Murge alte e dell'agricoltura nelle Murge basse.

Negli ultimi 20-30 anni l'area delle Murge alte è stata soggetta a profondi mutamenti connessi ad una generalizzata azione di “miglioramento fondiario” (Giglio *et al.*, 1996). Una forte politica di sovvenzioni pubbliche (Programmi Integrati Mediterranei della Comunità Europea e L.R. 51/81) ha consentito di estendere in modo imponente le pratiche di “miglioramento fondiario”, trasformando in terreni agricoli gran parte delle aree precedentemente destinate a pascolo (AA.VV., 2002). Allo scopo di quantificare in modo accurato l'estensione areale di questi interventi, sono state messe a punto alcune procedure di calcolo automatico di aree attraverso fotointerpretazione di immagini da satellite (Fiore *et al.*, 1995; Ekuakille *et al.*, 2000). Il “miglioramento fondiario” consiste principalmente nell'eliminazione dello scheletro calcareo attraverso le tecniche di spietramento e frantumazione. Lo spietramento è l'allontanamento dal campo dei clasti di maggiori dimensioni mentre nella frantumazione lo scheletro calcareo viene triturato insieme al



Figura 4 – Particolare dei suoli nelle Murge alte. Hanno spessori esigui e sono tendenzialmente aridi a causa della rapida infiltrazione dell'acqua piovana nei calcari sottostanti permeabili per fratturazione e carsismo.

suolo (figg. 5a e 5.b). Il complesso risultante da queste operazioni presenta maggiore lavorabilità, una costituzione granulometrica arricchita in particelle fini (fino al 50% in più, dopo il settimo passaggio della macchina frangipietre) e una migliore capacità idrica (cioè una migliore capacità di trattenere acqua), per l'aumento dei pori di minori dimensioni. Tali tecniche non hanno però solo effetti positivi: il terreno perde la struttura grumosa primaria ed acquista un nuovo costituente (con granulometria variabile a seconda della macchina utilizzata e del numero di passaggi) che, a tutti gli effetti, si comporta da “inerte”. La coesione all'interno del suolo e fra il suolo ed il substrato

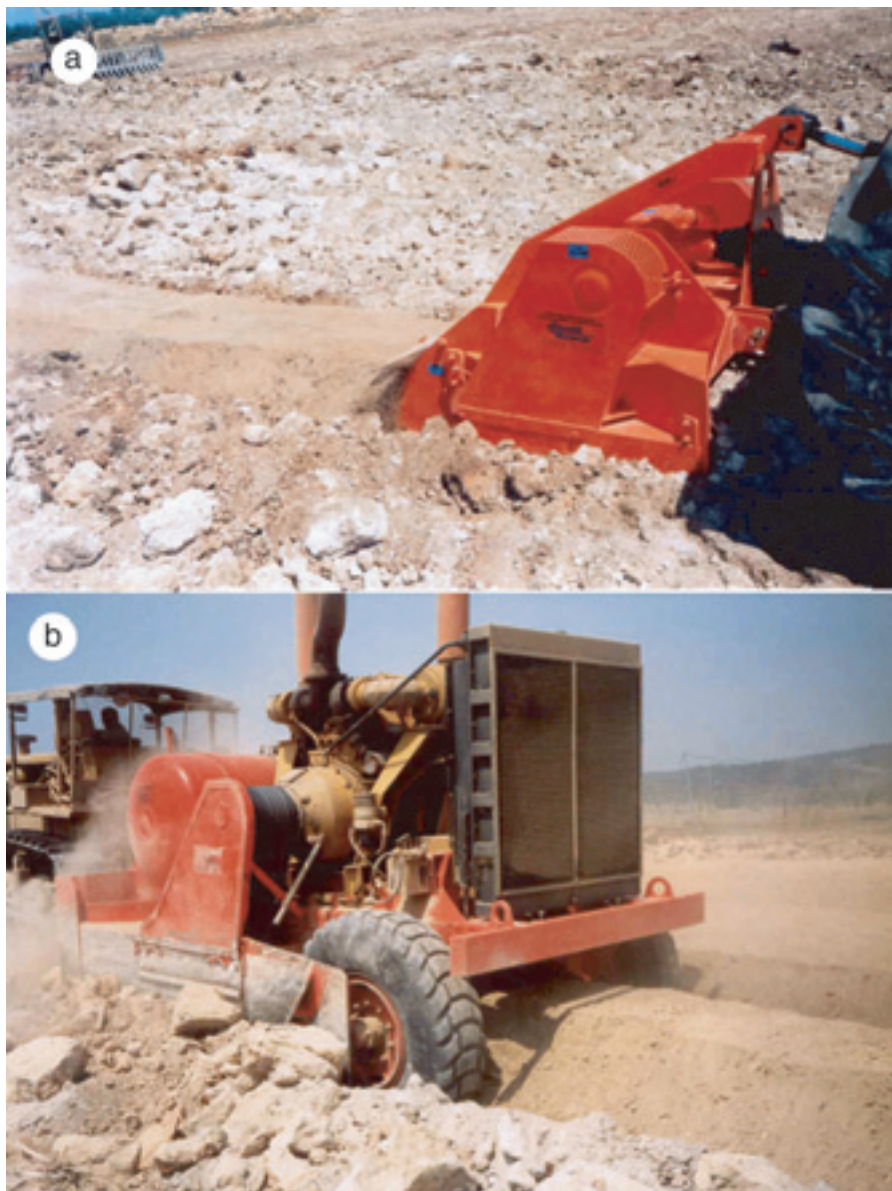


Figura 5 a, b – Esempi di macchine “frangitrici”. Sminuzzano, fino a ridurlo in polvere, lo scheletro calcareo dei litosuoli murgiani.

risulta drasticamente diminuita, specie se gli attrezzi utilizzati regolarizzano la morfologia del tetto del substrato, staccandone piccole parti. Le particelle più fini (in particolare l’humus) vengono allontanate facilmente ed i suoli risultano essere meno produttivi dopo pochi anni (Pieri *et al.*, 1999). Su questi suoli “migliorati” sono state introdotte colture essenzialmente cerealicole (grano duro): questo tipo di coltura accentua i processi erosivi ad opera delle acque meteoriche (Giglio *et al.*, 1996) in quanto dalla semina (ottobre-novembre) alla mietitura (giugno-luglio) il suolo può considerarsi coperto parzialmente per soli due mesi. Da luglio fino alla germina-

zione della nuova semina il terreno è nudo e soggetto a forte erosione a causa dei brevi e violenti temporali estivi e del primo autunno. Inoltre dopo la mietitura, i terreni vengono “preparati” a questa forte fase erosiva attraverso l’aratura che viene effettuata per far saturare più facilmente il suolo nei mesi di siccità.

L’effetto di queste tecniche di miglioramento è quello connesso al drastico aumento dell’aliquota di acqua di ruscellamento superficiale a scapito di quella legata all’infiltrazione. Studi recenti sono stati mirati alla valutazione quantitativa di questo processo (Canora *et al.*, 2003), ma senza dubbio, dal punto di vista qualitativo, esso determina l’aumento dell’ero-

sione areale e lineare e la perdita di suolo soprattutto nelle aree delle Murge alte dove le pendenze sono più marcate. L'erosione areale (*sheet erosion*) si esprime attraverso il massiccio trasporto delle particelle fini (suolo e "polveri calcaree") lungo il pendio dei campi (fig. 6), mentre l'erosione lineare forma rivoli e solchi (*rill e gully erosion*) che possono arrivare fino alle rocce in posto (fig. 7).

Inoltre esempi di estesi fenomeni erosivi, del rapido mutamento della morfologia carsica e dell'aumento del trasporto solido sono stati segnalati all'interno delle depressioni carsiche delle Murge alte (la dolina del "Pulo" di Altamura – figg. 8.a e 8.b - Moretti *et al.*, 2004).



Figura 7 – Erosione lineare in un campo di grano soggetto a "miglioramento fondiario" nell'area di Cassano Murge.

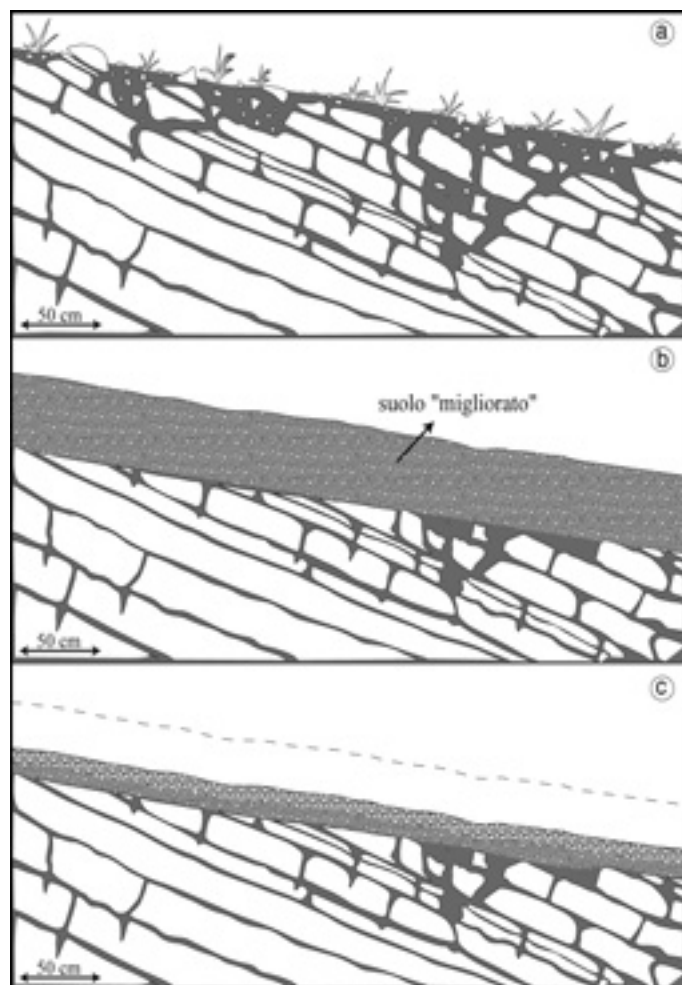


Figura 6 – Schema delle operazioni di frantumazione nelle Murge alte. I litosuoli murgiani (a) vengono tritati per uno spessore di alcune decine di cm (b) creando un complesso dotato di minore coesione rispetto al sistema suolo-roccia iniziale. L'erosione areale agisce sul pendio asportando il complesso ottenuto dal miglioramento fondiario e lasciando sul campo solo i clasti di maggiori dimensioni (c).

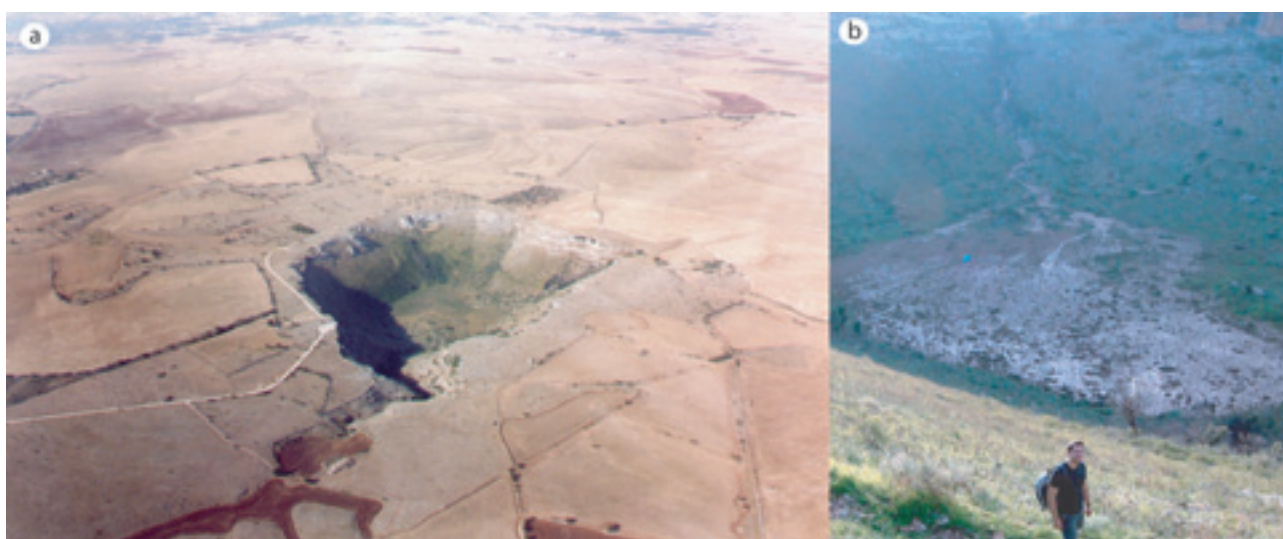


Figura 8 – a: Foto area della dolina del Pulo di Altamura. Le aree circostanti sono state trasformate da aree di pascolo a terreni spiettrati e campi di grano. b: L'estesa conoide alluvionale formatasi all'interno del Pulo a seguito di violente piogge nell'autunno del 2003. La porzione distale della conoide, caratterizzata da depositi finissimi siltosi ha occluso l'inghiottitoio carsico della dolina. L'acqua piovana ha sostato per mesi sul fondo del Pulo di Altamura originando uno stagno molto esteso.

L'aumento del trasporto solido dei corsi d'acqua a carattere torrentizio del versante adriatico e bradanico delle Murge è stato osservato nelle aree della Provincia di Taranto (Massafra e Palagianò, autunno 2003 - Moretti *et al.*, 2004) e lungo il versante adriatico delle Murge negli ultimi 10-15 anni: i principali eventi di piena sono stati caratterizzati da alta energia e trasporto di ingenti quantità di terra rossa che ha colorato il mare per giorni (Moretti, 1998; Moretti *et al.*, 1998; Moretti *et al.*, 2004).

5. CONCLUSIONI

I fattori che concorrono a determinare alluvioni in una data regione possono essere così riassunti schematicamente: 1) condizioni meteorologiche; 2) caratteristiche geologiche, idrologiche e pedologiche; 3) condizioni morfologiche (pendenza, esposizione, quota); 4) uso del suolo, copertura vegetale e tecniche di sistemazione; 5) caratteri connessi all'urbanizzazione; 6) condizioni delle opere idrauliche per il controllo delle portate di massima piena.

I primi tre fattori riguardano essenzialmente l'ambiente fisico mentre l'azione antropica si esplica sugli ultimi tre fattori.

Per quanto riguarda il primo fattore, nella descrizione dell'evento meteorologico della notte fra il 22 ed il 23 ottobre 2005 (oltre 160 mm in poche ore) si è sottolineato il carattere di eccezionalità dello stesso. Se però si vanno ad analizzare i valori di picco delle precipitazioni negli ultimi anni nella nostra regione, tale carattere di eccezionalità sembra ridimensionarsi. In Puglia si sono avuti in varie zone ed in diverse occasioni, anche oltre 100 millimetri di pioggia in poche ore (Aceti & Meloni, 2005). Durante l'alluvione dell'8 settembre 2003 nella provincia di Taranto alcune stazioni pluviometriche private registrarono punte di 300 mm di pioggia (zona di Mottola), le fonti ufficiali riportano 140 mm a Marina di Ginosa, 115 mm a Taranto e 109 mm a Gioia del Colle. A Bari Palese il 14 novembre 2004 furono registrati oltre 102 millimetri di pioggia in 24 ore (la maggior parte concentrate durante la not-

tata), ma 163 in due giorni. In mancanza di studi accurati sui reali tempi di ritorno degli eventi di pioggia di maggiore violenza e tenendo conto del previsto aumento (connesso alle variazioni climatiche indotte dall'effetto serra) degli eventi meteorologici estremi, i dati registrati negli ultimi anni indicano che piogge oltre i 100 mm in poche ore sono da ritenersi ordinarie.

Analizzando in dettaglio il secondo e terzo fattore (caratteristiche geologiche, idrologiche e pedologiche; condizioni morfologiche - pendenza, esposizione, quota) in questo lavoro si sono sottolineati i caratteri che determinano una naturale predisposizione della Terra di Bari a registrare forti eventi alluvionali.

L'azione antropica, che si esplica in modo determinante sui restanti fattori, deve quindi essere tesa a diminuire drasticamente il rischio alluvioni. Viceversa, analizzando l'uso del suolo negli ultimi decenni sia nelle aree urbane in espansione che nelle aree rurali soggette a "miglioramento fondiario" si deduce che non solo gli aspetti legati al rischio alluvioni non sono stati considerati, ma anche che l'azione antropica paradossalmente determina un drastico e continuo aumento del rischio connesso all'aumento netto delle aliquote di acqua di ruscellamento a scapito di quella d'infiltrazione.

Un discorso a parte merita il livello di sicurezza delle opere idrauliche poste a difesa della città di Bari; i canali ed i canali deviatori hanno smaltito la piena in poche ore pur essendo stati soggetti in questi anni a scarsa manutenzione e a parziali occupazioni da parte di insediamenti civili e rurali: ciò indica che i lavori di sistemazione sulle principali aste fluviali e le opere idraulico-forestali (Foresta di Mercadante) cominciati nei primi anni '30 erano ben concepiti, ben progettati e ben eseguiti nonostante la loro ideazione risalga ormai a più di 70 anni fa. I principali danni prodotti dall'ultimo evento di piena (associati purtroppo alle vittime) sono infatti localizzati in alcune mal concepite vie di comunicazione realizzate in tempi più recenti. Per il futuro quindi occorre effettuare una ricognizione puntuale di

tutte le criticità connesse a lame e canali allo scopo di migliorarne l'efficienza.

Si conclude sottolineando l'urgenza di rimettere al centro dell'attenzione lo studio dell'ambiente fisico in tutte le fasi della pianificazione territoriale. In quest'ottica, il PAI (il Piano di Assetto Idrogeologico della Puglia) rappresenta un primo ed importante passo in questa direzione (Autorità di Bacino della Puglia, 2004).

Le misure di particolare rilevanza a breve e medio termine devono prevedere invece: 1) lo studio e la realizzazione di aree di infiltrazione all'interno delle aree urbane e la salvaguardia di quelle esistenti; 2) il divieto di nuove opere di "miglioramento fondiario" nelle aree rurali e lo studio del recupero delle aree che sono state soggette allo scempio delle operazioni di spietramento e frantumazione. Per quest'ultimo aspetto occorre sfruttare immediatamente le opportunità offerte dalla nuova Politica Agricola Comunitaria (la tanto vituperata PAC) che lega i nuovi sostegni finanziari europei al principio della "condizionalità": per ottenere tali finanziamenti l'agricoltura è chiamata a conservare gli *habitat* naturali, a difendere il territorio e a proteggere le acque.

RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare alcuni amici e colleghi per avermi fornito materiale fotografico: il Centro Altamura Ricerche Speleologiche, A. Fiore, M. Labriola e S. Valletta. Un ringraziamento sentito va anche a P. Pieri, M. Tropeano per le discussioni sul tema dell'impatto antropico nei territori carsici e costieri.

BIBLIOGRAFIA

AA. VV. (2002) - *Studi per il Piano di Area dell'Alta Murgia - Rapporto finale*. 515 pp. Volume Speciale a cura del Politecnico di Bari, Dipartimento di Architettura e Urbanistica, Regione Puglia e Provincia di Bari.

ACETI M. & MELONI A. (2005) - *Piogge*

autunnali: da record? <http://www.meteogiornale.it/news/>.

ALFIERI S. (1928) - *L'alluvione della zona barese nel novembre 1926*. *Studio Idrologico*. Annali dei LL. PP. A.65, 193-223.

AUTORITÀ DI BACINO DELLA PUGLIA (2004) - *Piano di Bacino Stralcio dell'Assetto Idrogeologico (PAI)*. 164 pp.

BALDASSARRE G. & FRANCESCANGELI R. (1987) - *Osservazioni e considerazioni sulla inondazione del 6 novembre 1926 in Bari e su un relativo deposito*. *Mem. Soc. Geol. It.*, 37, 7-16.

CANORA F., FERRIGNO L., FIDELIBUS M. D., SPILOTRO G. & STRAZIUSO K. (2003) - *Modificazioni antropiche delle tessiture dei suoli carsici dell'Alta Murgia e finalizzazione agricola: implicazioni idrogeologiche*. *Riassunti FIST*, Bellaria 2003, 476-478.

CIARANFI N., PIERI P. & RICCHETTI G. (1988) - *Note alla carta geologica delle Murge e del Salento (Puglia centromeridionale)*. *Mem. Soc. Geol. It.*, 41, 449-460.

DE ALTERIIS G. (1995) - *Different foreland basins in Italy. Examples from the central and southern Adriatic sea*. *Tectonophysics*, 252, 349-373.

DOGLIONI C., MONGELLI F. & PIERI P. (1994) - *The Puglia uplift (SE Italy): an anomaly in the foreland of the Apenninic subduction due to buckling of a thick continental lithosphere*. *Tectonics*, 13, 5, 1309-1321.

EKUAKILLE A. L., MORETTI M., PIERI P., TRALLI F., & TROPEANO M. (2000) - *Spectral characterization of soil by using ERS-2/SAR satellite images*. *GNDCI 2012, Mediterranean Storms* (Ed. Claps & Siccardi), 615-626.

FIORE A., LOIZZO R., MORETTI M., PAPPALÈ M. & TROPEANO M. (1995) - *Il telerilevamento da satellite per l'osservazione dello "spietramento" nelle aree carsiche delle Murge. Applicazione su un'area campione (Murgia materana)*. *Telerilevamento G.I.S. e Cartografia al servizio dell'Informazione Territoriale*, 373-381.

GAMBINI R. & TOZZI M. (1996) - *Tertiary geodynamic evolution of southern Adria microplate*. *Terra Nova*, 8, 593-602.

GIGLIO G., MORETTI M. & TROPEANO M. (1996) - *Rapporto fra uso del suolo ed erosione nelle*

Murge alte: effetti del miglioramento fondiario. Geologia Applicata ed Idrogeologia, XXXI, 179-185.

IANNONE A. & PIERI P. (1982) - *Caratteri neotettonici delle Murge.* Geol. Appl. e Idrogeol., XVII, 147-159.

MORETTI M. (1998) - *Le alluvioni e gli allagamenti nell'area urbana di Bari: cenni storici e strumenti per una corretta gestione del territorio costiero murgiano.* Agriambiente, 11/98, 16-17

MORETTI M., FIORE A., PIERI P., TROPEANO M. & VALLETTA S. (2004) - *Effetti dei "miglioramenti fondiari" nelle Murge alte (Puglia): l'impatto antropico sul paesaggio carsico e costiero.* Il Quaternario, *Italian Journal of Quaternary Sciences*, vol. 17, pp. 323-330.

MORETTI M., PAGLIONICO A. & SANTORO O. (1998) - *Analisi dei disequilibri geoambientali nel "Sistema Urbano" di Bari: un'area metropolitana inserita in un territorio carsico e costiero.* "Geologia delle Grandi Aree Urbane", Progetto Strategico CNR, 197-201.

PIERI P. (1975) - *Geologia della Città di Bari.* Mem. Soc. Geol. It., 14, 379-407.

PIERI P. (1980) - *Principali caratteri geologici e*

morfologici delle Murge. Murgia Sotterranea, Boll. Speleo. Martinese, II/2,13-19.

PIERI P., FESTA V., MORETTI M. & TROPEANO M. (1997) - *Quaternary tectonic activity of the Murge area (Apulian foreland, Southern Italy).* Annali di Geofisica, XL/5, 1395-1404.

PIERI P., GIGLIO G., MORETTI M., TRALLI F., TROPEANO E. & TROPEANO M. (1999) - *Pratiche di spietramento e impoverimento dei suoli in aree carsiche: il caso delle Murge Alte.* II Forum internazionale sulla desertificazione: Azioni italiane a sostegno della Convenzione delle Nazioni Unite per combattere la desertificazione. 243-246 e 217-220 nella versione in Inglese.

PENNETTA L. (1983) - *L'antico reticolo idrografico delle Murge.* Studi Geol. Geogr. Regg. Puglia e Lucania, 25, 1-17.

PUGLISI S., ARCIULI E. & MILILLO F. (1991) - *Il ruolo primario delle sistemazioni idraulico-forestali nella difesa di Bari dalle inondazioni.* Monti e Boschi, n.1, p. 9-16.

RICCHETTI G., CIARANFI N., LUPERTO SINNI E., MONGELLI F. & PIERI P. (1988) - *Geodinamica ed evoluzione sedimentaria e tettonica dell'Avampaese apulo.* Mem. Soc. Geol. It., 41, 57-82.