

MARCO PANTALONI¹, FABIANA CONSOLE², PAOLO PERINI³

EVOLUZIONE DELLA PIANA DEL FUCINO TRA BONIFICA E TERREMOTO (1870-1915)

Introduzione

L'analisi storico-scientifica di documentazione inedita, reperita presso l'archivio del Servizio geologico d'Italia (Biblioteca ISPRA), ha permesso l'elaborazione di un modello territoriale di un settore della Piana del Fucino oggetto della bonifica. Il materiale rinvenuto consiste in sei relazioni redatte dagli ingegneri Lotti, Montanari e Olivieri, su incarico della *Nobilissima Casa Torlonia*, nel periodo a cavallo del terremoto del 13 gennaio 1915. Queste relazioni erano finalizzate alla risoluzione di alcuni problemi idraulici conseguenti la bonifica conclusa da Alessandro Brisse nel 1878.

I rilievi topografici contenuti nelle relazioni sono stati elaborati tramite l'uso di strumenti GIS per ricostruire l'evoluzione temporale della subsidenza dovuta alla costipazione dei sedimenti lacustri. Considerando la subsidenza indotta sul territorio come una conseguenza negativa di origine antropica, la bonifica Torlonia rappresenta un esempio, forse unico al mondo, di archivio di dati storici e ambientali utili alla descrizione del fenomeno. L'analisi di questi dati, se confrontata con i rilievi topografici elaborati da Loperfido immediatamente dopo l'evento sismico, potrebbe consentire una nuova interpretazione degli effetti al suolo prodotti dagli eventi antropici e naturali occorsi nell'area.

Inquadramento geologico

La regione fucense è stata oggetto di studi geologici a partire dalla prima metà dell'800. Il primo scienziato ante litteram che si è occupato della caratterizzazione geologica di questa porzione dell'Appennino centrale è stato Bonaventura Montani che, nel 1834, ne riprodusse l'assetto geologico nella sua "*Carta geognostica del Distretto di Avezzano e sue adiacenze*" (fig. 1).

¹ Servizio geologico d'Italia, ISPRA; marco.pantaloni@isprambiente.it.

² Biblioteca, ISPRA; fabiana.console@isprambiente.it.

³ Servizio geologico d'Italia, ISPRA; paolo.perini@isprambiente.it.



Figura 1. Bonaventura Montani, *Carta geognostica del Distretto di Avezzano e sue adiacenze*, scala 1:228.000 (Napoli, 1854; Biblioteca ISPRA)

Dai primi anni del Novecento un gruppo di geologi si dedica allo studio della regione abruzzese: tra questi vanno ricordati Cassetti, Crema, Lotti, Sacco, Verri e Viola. Alcuni di loro, appartenenti ai ruoli del R. Ufficio geologico d'Italia, realizzarono i fogli geologici in scala 1:100.000 della Carta geologica d'Italia nei quali ricade l'area del Fucino: i fogli n. 145 Avezzano (CREMA, 1934), 146 Sulmona (BENEO, 1942), 151 Alatri (CREMA, BENEO, 1939), 152 Sora (CREMA, CASSETTI, 1928).

In seguito le conoscenze geologiche dell'area subirono un rapido impulso, soprattutto per gli approfondimenti sui caratteri strutturali fino a quel momento trascurati (BENEO, 1943); Scarsella, invece, si dedicò in particolare alle conoscenze stratigrafiche sui rapporti tra le successioni calcaree mesozoiche e i flysch dell'Appennino (SCARSELLA, 1956). In tempi recenti, l'area del Fucino è stata oggetto di nuovi studi per la realizzazione del foglio geologico n. 368 Avezzano (CENTAMORE *et alii*, 2006) della Carta geologica d'Italia in scala 1:50.000.

Gli studi compiuti nell'area permettono di identificare il Fucino come una vasta piana intermontana strutturata nell'ambito delle fasi distensive post-orogoniche appenniniche. Il bacino del Fucino è stato sede della deposizione di successioni continentali di circa 1.000 m di spessore di età compresa fra il Pliocene superiore e l'Olocene (CAVINATO *et alii*, 2002). I termini antichi (Pliocene superiore-Pleistocene inferiore) della successione sedimentaria

affiorano al margine settentrionale del bacino, con terreni siltosi e argillosi cui si intercalano megabrecce e livelli calcarei. La parte alta della successione (Pleistocene-Olocene) costituita da sedimenti di origine alluvionale e lacustre, facies glaciali e di conoide alluvionale, è coperta da depositi lacustri attuali.

L'evoluzione quaternaria del bacino è legata all'attività di due principali faglie: una in direzione NW-SE e immersione occidentale; l'altra, tangente il bacino a Nord, in direzione WSW-ENE e immersione meridionale (GIRAUDI, 1988). Il territorio abruzzese è caratterizzato da una notevole attività sismica, legata prevalentemente a processi di distensione crostale; il campo deformativo plio-quaternario è tuttora attivo.

Storia della bonifica

È noto a tutti che, fino alla metà dell'Ottocento, la Piana era occupata dalle acque del Lago Fucino, nominato da Licofrone come Lago Forco. Per altri autori antichi era il Lago dei Volsci, in memoria della sconfitta inflitta dai Romani a questo popolo presso le sue rive; fino al secolo scorso era conosciuto anche col nome di Lago di Celano.

Il Fucino era un sistema lacustre carsico, esteso per circa 155 kmq con una profondità massima di 18 m, il cui unico vero immissario era il fiume Giovenco, che entra nella piana da NE. Il lago raccoglieva le acque dal massiccio del Velino-Sirente a nord e dai Monti della Marsica a est e a sud. Il regime idrico del bacino era regolato dall'attività degli inghiottitoi carsici, in primo luogo dall'inghiottitoio della Pedogna. L'assenza di emissari naturali determinava un'elevata variabilità nel livello del lago, legata principalmente alle variazioni climatiche e, in subordine, ai movimenti tettonici o al drenaggio carsico.

Notizie sul Lago Fucino sono presenti in documenti storici dei secoli XVI, XVII e XVIII per segnalare rovinose inondazioni durante le quali il livello del lago, seppure lentamente, cresceva inesorabilmente sommergendo campi, abitazioni e attività. Nel XIX secolo il lago ha presentato le massime variazioni conosciute dalle fonti storiche, facendo registrare 12,69 m di escursione in vent'anni (THORNTON, THORNTON, 1985). Durante episodi di piena il lago invadeva in genere solo alcune aree pianeggianti a bassa quota, come la zona tra Ortucchio e Venere dei Marsi, ma non i conoidi e i terrazzi posti a quota superiore, seppur di pochi metri, ubicati nelle aree settentrionali e orientali del bacino. Gli studi di Giraudi permettono di localizzare la linea di riva nei periodi immediatamente precedenti l'ultima bonifica all'isopisa di quota 660 m (GIRAUDI, 1989 e 1990).

Il primo progetto per il prosciugamento del lago, attribuito a Giulio Cesare, fu concluso poi da Claudio, nel 42 d.C., con la realizzazione di una galleria lunga 5,6 km che, partendo dall'incile e passando sotto il Monte Salviano e i Piani Palentini, drenava le acque del lago nel Fiume Liri. L'effetto

della bonifica romana è ancora molto discusso dagli storici: fallito secondo alcuni (D'AMATO, 1980), parzialmente riuscito secondo altri (tra i quali BRISSE, DE ROTROU, 1883).

La tipologia delle rocce attraversate dalla galleria claudiana, in particolare in corrispondenza dei Piani Palentini, diede problemi di stabilità delle volte con conseguenti cedimenti e ostruzione dei condotti e del canale di drenaggio. La manutenzione divenne quindi troppo dispendiosa e già verso la fine dell'Impero venne del tutto abbandonata. Interventi di restauro vennero tentati in seguito da Federico II di Svevia, da Alfonso I d'Aragona e da Filippo I Colonna.

Nel 1786 Giuseppe Lolli presentò al governo borbonico una memoria per ripristinarne la funzionalità e successivamente Ferdinando I diede avvio a dei lavori di rimessa in funzione, che vennero però interrotti dopo soli due anni. Nel 1823 ci fu un parziale ripristino dell'emissario romano e venne pubblicata l'opera di Afan De Rivera intitolata *Considerazioni sul progetto di prosciugare il lago Fucino e di congiungere il mar Tirreno all'Adriatico per mezzo di un canale di navigazione* (AFAN DE RIVERA, 1823).

Il 26 aprile 1852, con Regio decreto borbonico, fu accordata la concessione per il ripristino del canale claudiano a una Società anonima napoletana il cui obiettivo era il prosciugamento del lago; il compenso dell'opera era costituito, in parte, dalle stesse terre bonificate. A causa di problemi economici, però, le azioni della Società vennero acquisite da Alessandro Torlonia che ne diventò unico proprietario. I lavori per il prosciugamento iniziarono nel 1855 sotto la direzione dell'ingegnere svizzero Franz Mayor de Montricher, morto nel 1858, e furono proseguiti dall'ingegner Enrico Bermont, al quale nel 1869 successe l'ingegner Alessandro Brisse. Nel 1876 i nuovi lavori di bonifica vennero portati a termine per mezzo della costruzione di una nuova galleria lunga 6.300 m, operante da emissario, più bassa di quella Claudiana e in grado di drenare fino a 50 mc/secondo. La galleria fu completata con l'esecuzione di 28 pozzi drenanti per una lunghezza complessiva di 1585 m e di due gallerie inclinate lunghe in totale 530 m.

Oltre alla realizzazione dell'emissario, il progetto di bonifica comprendeva anche la sistemazione idraulica di un territorio ampio oltre 65.000 ettari (fig. 2). Furono quindi realizzate numerose opere tra le quali: il Canale collettore principale dell'emissario lungo 8.000 m e largo 15 m, che si prolungava per altri 3.200 m all'interno del bacino di ritenuta posto al centro del lago (il cosiddetto Bacinetto, circondato dal canale detto Cintarella); due canali sussidiari paralleli al collettore principale; la sistemazione di 9 torrenti, l'apertura di 9 canali minori e di 30 grandi fossi di scolo; i due gruppi di canali allaccianti per raccogliere le acque permanenti e pluviali, in caso di sospensione del funzionamento dell'emissario e in grado di sversarle nel bacino di ritenuta.

Dopo il prosciugamento la piana doveva essere quindi resa coltivabile e idonea allo stanziamento abitativo dei contadini e per questo vennero edificate case e fattorie e realizzato un sistema stradale. Attualmente il bacino risulta circondato da una strada di 52 km ed è attraversato da altre 46 strade per un

totale di 272 km. Il prosciugamento del bacino del Fucino costò oltre 24 milioni di lire, ai quali vanno aggiunti altri 19 milioni per la realizzazione delle opere di urbanizzazione. L'impegno economico profuso da Alessandro Torlonia e l'impiego di maestranze locali (circa 4.000 operai al giorno per 24 anni), spinsero il re Vittorio Emanuele a conferire a Torlonia il titolo di principe e una medaglia d'oro, mentre all'ingegner Alessandro Brisse venne concesso l'onore di un monumento commemorativo al cimitero del Verano di Roma.

Nel 1942 fu completato un nuovo emissario, con tracciato diverso dai precedenti, lungo 6.250 m con una portata di 20 mc/secondo, allo sbocco del quale è stata realizzata una moderna centrale idroelettrica.

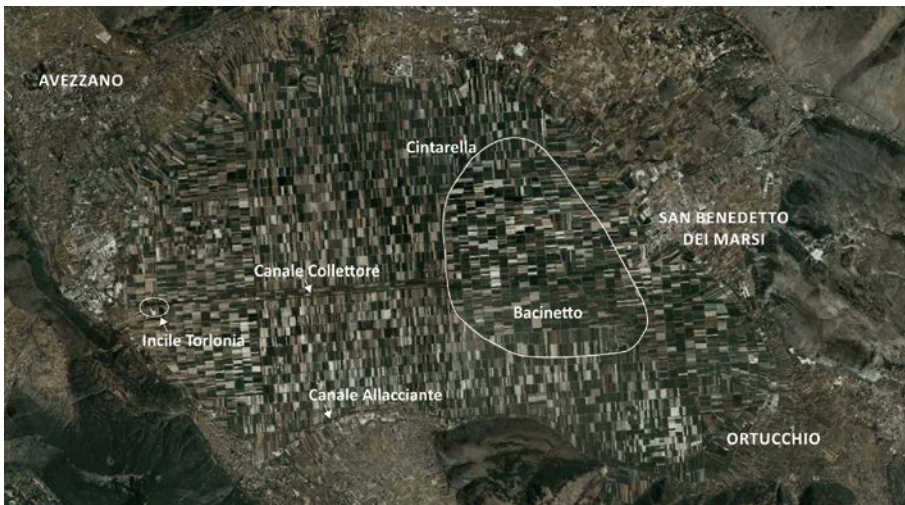


Figura 2. Ortofoto dell'area del Fucino con le principali opere di bonifica e i centri abitati

Analisi storico-documentale

L'archivio storico del Servizio geologico d'Italia conserva gran parte degli archivi amministrativi del R. Comitato geologico, a partire dalla sua fondazione nel 1867, e del R. Ufficio geologico a partire dal 1873 (PANTALONI, 2014); questo prezioso materiale documentale è racchiuso in 22 faldoni, in parte catalogati e regestati. Il fitto scambio di corrispondenza tra il R. Comitato geologico, il R. Ufficio geologico e i più illustri scienziati, geologi, ingegneri minerari e paleontologi dimostra l'impegno e l'interesse profuso per l'avvio e lo svolgimento del progetto di cartografia geologica, parallelamente alle intense attività di studio e ricerca sviluppate nei settori di interesse geologico, idrogeologico, geotecnico, minerario (ERCOLANI, 2013; SEVERINO *et alii*, 2014).

L'analisi del fondo appartenuto all'ingegnere Bernardino Lotti, direttore del R. Ufficio geologico, ha permesso la catalogazione di circa 200 lavori e lo

studio e la digitalizzazione di oltre 70 carte geologiche manoscritte⁴. Durante questo lavoro sono state recuperate anche relazioni inedite tra cui i 6 fascicoli in oggetto relativi allo studio idraulico della Piana del Fucino. Questi elaborati, in forma dattiloscritta, furono redatti tra il 1913 e il 1917 da Lotti insieme a due dei più importanti ingegneri di quel periodo: Emilio Olivieri e Tommaso Montanari⁵.



Figura 3. Bernardino Lotti (Massa Marittima, 1847- Roma, 1933)

Gli effetti ambientali del terremoto nell'area bonificata

Il lavoro di Lotti e coautori venne effettuato, per ironia della sorte, a cavallo del disastroso terremoto del 13 gennaio 1915, che distrusse gran parte

⁴ Bernardino Lotti, laureato in Ingegneria civile, nel 1879 entrò nei ruoli del R. Ufficio geologico, dove iniziò la sua lunga attività dedicata al rilevamento geologico della Carta geologica d'Italia in scala 1:100.000 nel settore toscano, nelle Alpi Apuane (1893) e, in particolare, nell'Isola d'Elba (1885). In seguito passò al rilevamento dell'Umbria, fino alla sua nomina a direttore dell'Ufficio geologico.

⁵ Emilio Olivieri è stato ingegnere del Genio civile, esperto in costruzione di ferrovie; tra le sue opere di maggior rilievo occorre ricordare la prima funicolare della storia italiana, del 1880, che conduceva sul Vesuvio. Nel 1887 fu incaricato dal Ministero della Guerra di progettare una ferrovia a scartamento ridotto tra il porto di Massaua e Saati, in Eritrea. La costruzione della linea, lunga 27 km, ebbe inizio nel mese di ottobre 1888 e fu aperta al traffico dopo soli 5 mesi. Olivieri realizzò anche la ferrovia Menaggio-Porzenna per collegare il Lario, il Ceresio e il Verbano, aprendo così le prospettive di collegamento della zona insubrica con il Nord Europa attraverso la ferrovia del Gottardo. Tommaso Montanari fu un noto ingegnere idraulico esperto di bonifiche; tra i suoi primi lavori, nel 1882 realizzò un importante studio sulla portata e sul regime del Tevere e nel primo ventennio del Novecento realizzò studi sul bacino di Campotosto e sulle utilizzazioni idrauliche dei bacini circostanti, oltre a un progetto di bonifica dell'area. Scrisse lavori sui problemi idraulici delle zone bolognesi evidenziando la necessità della bonifica del fiume Reno, del Polesine e dell'area del Garda nel mantovano, nonché su problematiche idrauliche del fiume Adige.

dei centri abitati posti nella piana del Fucino e della Val Roveto. Il terremoto di Avezzano è uno dei più violenti che ha colpito l'Italia, causando oltre 30.000 vittime; l'intensità è stata valutata dell'XI grado Mercalli, magnitudo 6.99 secondo il Catalogo parametrico dei terremoti italiani (INGV, 2011).

Nei giorni immediatamente successivi all'evento Emilio Oddone, un fisico di origini piemontesi, condusse i primi rilievi nel Fucino e nelle aree circostanti, evidenziando gli effetti che il terremoto aveva prodotto sull'ambiente. In particolare mise in evidenza la formazione di una grande scarpata di faglia sul versante sud-occidentale di Monte Venere, tra San Benedetto e Lecce dei Marsi, e la formazione di numerose e profonde fratture e dislocazioni nel terreno della piana, in particolare nella zona del cosiddetto "Bacinetto" (fig. 4).

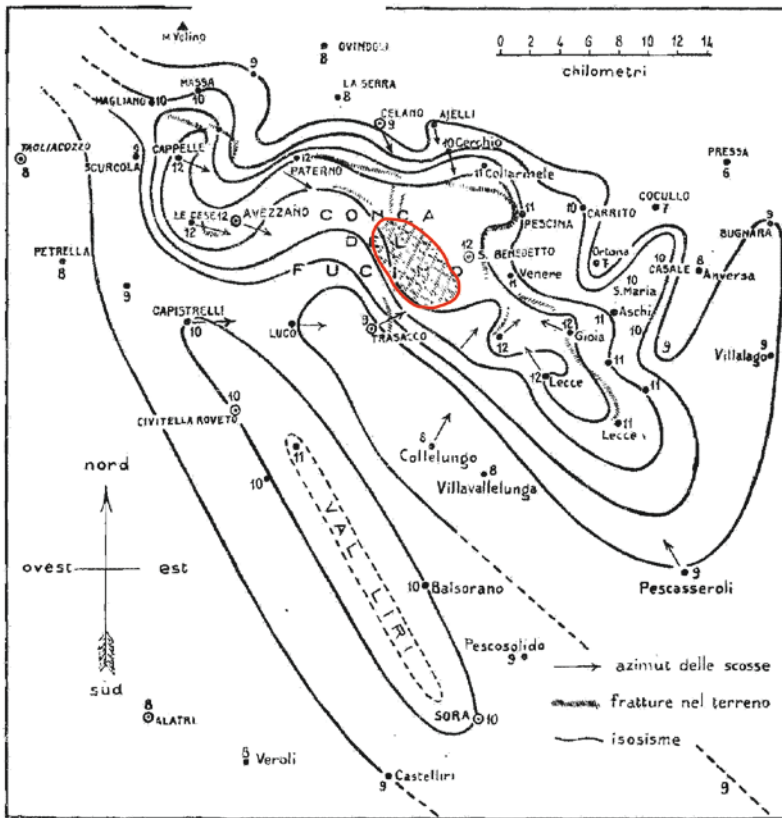


Figura 4. Carta delle isosisme dell'area epicentrale (da ODDONE, 1915, p. 76). Evidenziata in rigato l'area del bacinetto posta a ovest del Monte Venere

Sollecitato da queste osservazioni, Antonio Loperfido, dipendente dell'amministrazione del Catasto, venne inviato dall'Istituto Geografico Militare a effettuare misure di livellazione usando i 18 caposaldi che erano stati posti

intorno al Lago Fucino e livellati dalla compagnia francese preliminarmente alla bonifica del lago (fig. 5).



Figura 5. Una delle statue votive poste a limite del lago del Fucino nel 1862 oggi nel centro dell'abitato di San Benedetto dei Marsi. Si tratta del caposaldo n. 6 di Loperfido (vedi fig. 6) che, in base ai suoi calcoli, ha subito un abbassamento di 0,329 m

I risultati delle misure effettuate da Loperfido portarono alla conclusione che il sisma causò delle ampie modificazioni all'assetto topografico della piana, come peraltro già anticipato da Oddone (LOPERFIDO, 1919); il Fucino subì, infatti, un basculamento lungo l'asse ideale Trasacco-Avezzano, con abbassamento nel settore nord-orientale e un leggero sollevamento in quello sud-occidentale. L'area oggetto dei rilievi di Lotti e coautori ricade in quella che Loperfido indicò aver subito cedimenti compresi tra 0,026 m a Trasacco, 0,329 m a San Benedetto e 0,541 m a Ortucchio.

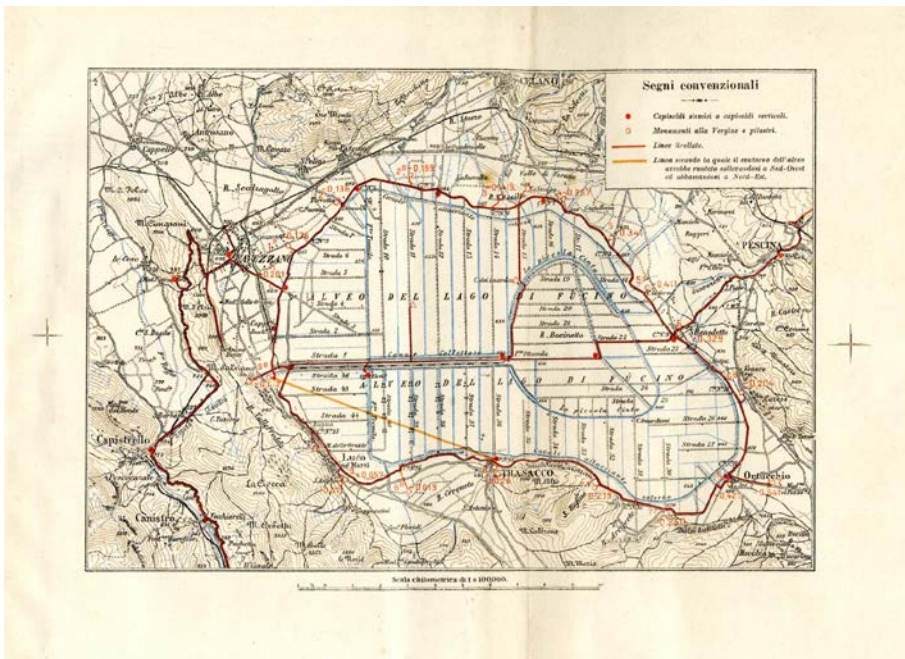


Figura 6. L'elaborazione dei dati eseguita da Loperfido (il Bacinetto ricade nell'area in abbassamento)

Dalla mappa al GIS

I documenti dattiloscritti di Lotti, Montanari e Olivieri contengono documenti cartografici inediti (fig. 7), che possono contribuire allo studio dell'evoluzione del territorio della Piana del Fucino. Nelle relazioni sono contenuti tre piani quotati e tre elaborazioni relative alle differenze tra coppie di questi.

Il piano quotato più antico, rilevato nel 1870, viene identificato da Lotti e coautori come allegato a una relazione di De Rotrou e Brisse del 1872 ed è riportato in copia nel volume *Vicende della sistemazione idraulica del bacino del Fucino*, in scala 1:80.000. Il piano quotato del 1876 viene considerato un allegato al manoscritto del Brisse del 1886. Il terzo piano quotato è stato rilevato alla fine del 1915, dopo il grande terremoto del 13 gennaio. Le mappe e le elaborazioni sono tutte riportate su una base comune, costituita dalla rete dei canali e delle strade della bonifica come risultavano nel 1915, in scala 1:20.000. Il rilievo del 1870 è stato effettuato quando il Bacinetto non era ancora stato drenato e quindi eseguito in buona parte tramite scandaglio. Per quanto riguarda le quote, si può osservare che i due rilievi più antichi sono riferiti all'orizzontale Brisse il cui "zero" è posto a 10 m dal letto del Fiume Liri e 2,643 metri sotto il fondo del canale romano, mentre il rilievo del 1915 è riferito

a uno “zero” differente. Pertanto già Lotti eseguì delle trasformazioni per poter confrontare i tre piani quotati riportandoli sulla stessa base.

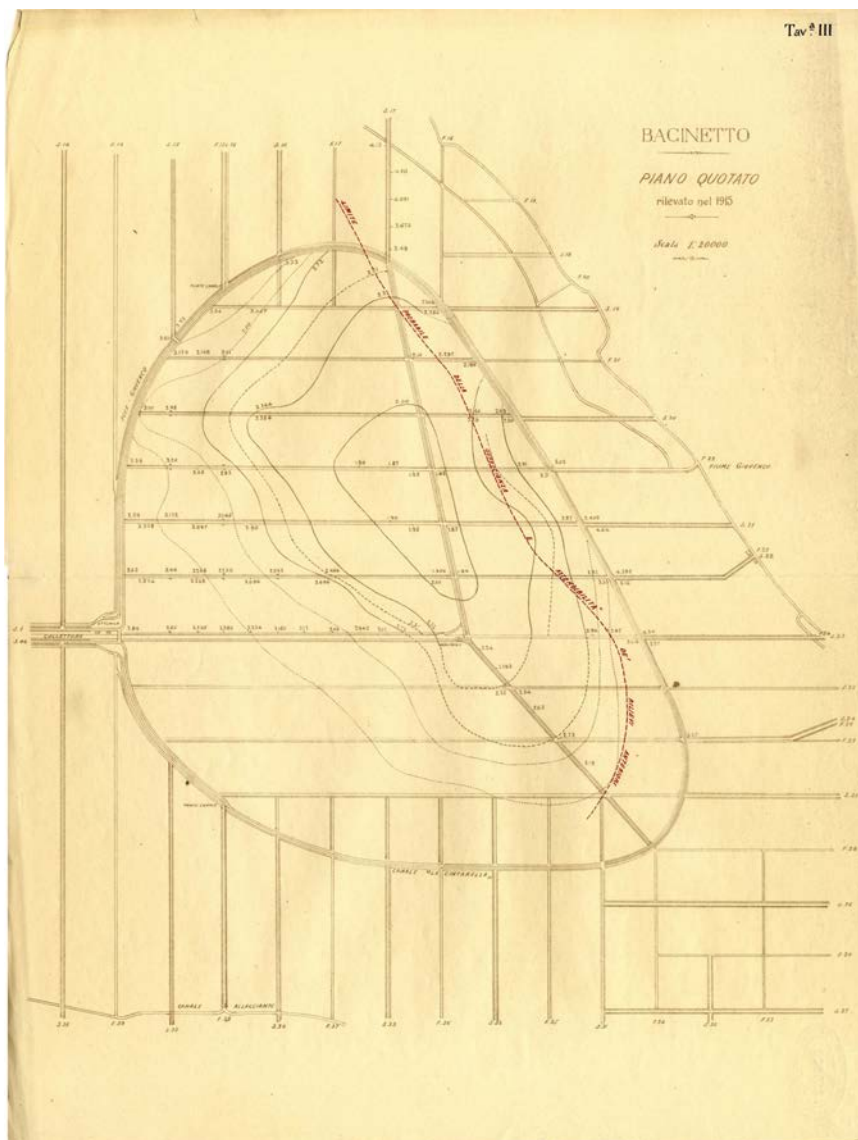


Figura 7. Il piano quotato rilevato nel 1915 da Lotti

Per poter fruire pienamente in ambiente GIS delle informazioni contenute nelle mappe si è resa necessaria una loro accurata georeferenziazione; questa operazione ha consentito di sovrapporre le mappe antiche alla cartografia digitale oggi disponibile e di effettuare valutazioni quantitative. L'operazione di georeferenziazione, per quanto accurata, comporta

L'introduzione di ulteriori errori che devono essere stimati per valutarne l'incidenza. Per le mappe oggetto di questo lavoro è stato fatto uso di un sistema di riferimento locale di cui sono ignote le informazioni sull'origine; si è proceduto attraverso il plugin georeferenziatore di QGIS al fine di individuare i punti omologhi identificati sulla CTR della Regione Abruzzo, realizzata dal Volo Regione Abruzzo 2004-2005, inquadrata nel sistema di riferimento Gauss Boaga fuso est. Nonostante la conformazione topografica della piana del Fucino sia priva di elementi morfologici significativi, è possibile individuare un discreto numero di punti notevoli di origine antropica per la presenza dei canali e delle strade realizzate per la bonifica. Sono stati individuati circa 80 punti, privilegiando quelli legati ai canali, poiché le strade potrebbero aver subito un maggior numero di modifiche, da utilizzare come GCP (Ground Control Point). Con queste premesse sono stati effettuati diversi tentativi di georeferenziazione utilizzando differenti metodi. In letteratura il metodo polinomiale del secondo o terzo ordine e quello di Helmert risultano i più utilizzati per mappe di questo tipo. I differenti metodi sono stati affinati riducendo gli errori residuali per arrivare ad un errore medio di circa 15 metri (fig. 8).



Figura 8. Sovrapposizione della CTR Abruzzo e della scansione del piano quotato rilevato nel 1915. Si osserva lo scostamento dei manufatti nei due elaborati

Una volta georiferiti i piani quotati, si è proceduto alla digitalizzazione delle informazioni altimetriche in essi contenuti, rappresentate dalle isolinee e dai punti quotati. Le isolinee dei piani quotati (Tavola I, II e III) rappresentano punti di uguale elevazione mentre quelle delle tre elaborazioni (Tavola IV, V e VI) congiungono i punti che hanno registrato lo stesso valore di subsidenza. Con questi dati sono state effettuate interpolazioni per ottenere rappresentazioni digitali del terreno (fig. 9).

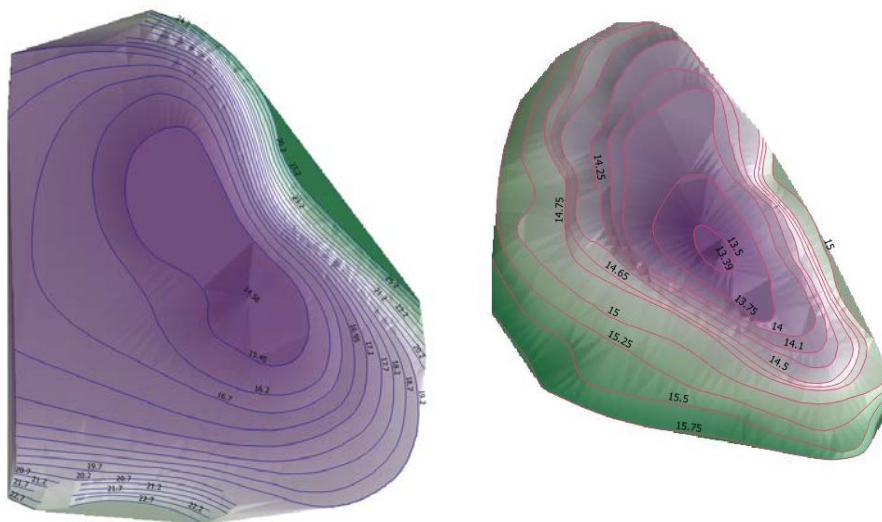
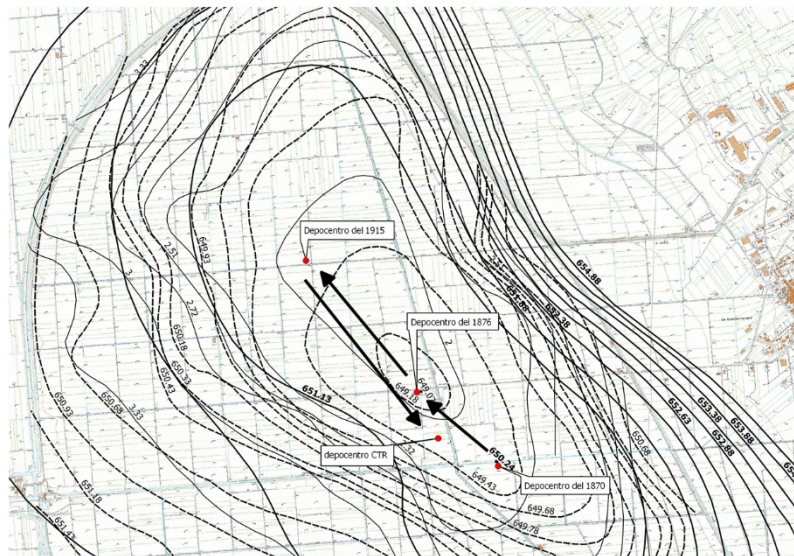


Figura 9. Superficie digitale ottenuta dal piano quotato del 1870 (a sinistra) e dal piano quotato del 1876 (a destra) con isolinee (le quote sono riferite all'orizzontale Brisse)

Nel terzo volume dal titolo *Relazione sulle condizioni idrauliche del Fucino*, Lotti analizza i cedimenti del terreno sulla base dei dati in possesso ed evidenzia come il depocentro del Bacinetto, punto più depresso della piana del Fucino, sia migrato di circa 2.000 m verso NO tra il 1873 e il 1915, a partire da una posizione prossima a Undicimila. Le quote, espresse in metri e riferite all'orizzontale Brisse, seppur con delle incertezze per la misura del 1870, passano da 14,65 (o 14,56) a 13,39 m nel 1876 e si attestano a 12,94 m nel 1915. Quest'ultimo depocentro è rappresentato dal punto con la quota più bassa compreso nell'isoipsa 2 m, cioè 1,80 m. La differenza di 11,14 m tra la quota riportata in carta e quella del depocentro riferita all'orizzontale Brisse viene indicata in una nota della relazione come la quota del salto dell'emissario Torlonia e rappresenta quindi l'orizzontale di riferimento del piano quotato del 1915. Questo consente di confrontare i tre piani quotati e di riportare le misure in quote assolute, sapendo che l'orizzontale Brisse si trova a 635,68 m s.l.m. Il modello territoriale costruito sui dati storici può essere integrato con i dati di recente acquisizione. Sono stati quindi digitalizzati circa 1.500 punti quotati con precisione decimetrica riportati sulla CTR per identificare il punto a quota minore ubicato all'interno del Bacinetto al momento del rilievo aereofotogrammetrico. Per identificare il depocentro relativo alla CTR 2004/2005 sono stati eliminati i punti posizionati all'interno o in prossimità dei fossi, mettendo in evidenza come questo si sia spostato dalla posizione registrata nel 1915 di circa 1500 m verso SE (fig. 10). La quota del depocentro, riportata in altezza sul livello del mare, è pertanto variata da circa 650 m nel 1870 a 649,07 nel 1876 per passare a 648,62 nel 1915 per attestarsi a 647,2 nel 2004/2005. Queste indicazioni di massima, stante le differenze nell'accuratezza

e nella metodologia usata per le misurazioni, evidenziano l'utilità dell'integrazione dei dati storici per l'analisi temporale del fenomeno.



In un settore in cui sono ancora in atto delle trasformazioni territoriali, poter disporre di una versione informatizzata dell'evoluzione temporale della elevazione della superficie topografica integrata con, ad esempio, la misura delle accelerazioni derivate (confronto ERS-ENVISAT), consentirà di implementare il modello dinamico territoriale al fine di quantificare l'entità delle variazioni topografiche legate ai fenomeni geologici naturali.

BIBLIOGRAFIA

- CARLO AFAN DE RIVERA, *Considerazioni sul progetto di prosciugare il Lago Fucino e di congiungere il Mar Tirreno all'Adriatico per mezzo di un canale di navigazione*, Napoli, Reale Tipografia della Guerra, 1823.
- ENZO BENE0, *Le terrazze quaternarie della regione fucense e i loro rapporti con i fenomeni orogenetici nella Marsica (Appennino Abruzzese)*, in «Bollettino della Società Geologica Italiana», 58 (1939), pp. 77-104.
- ID., *Schema tettonico dell'Abruzzo nord-orientale (Gran Sasso, Maiella, Morrone, Sirente) e un esempio di rappresentazione strutturale-prospettica lungo un determinato profilo*, «Bollettino del R. Ufficio geologico d'Italia», 68 (1943), pp. 65-71.
- ID., *Foglio geologico 146 Sulmona in scala 1:100.000*, Roma, Servizio geologico d'Italia, 1942.
- ALESSANDRO BRISSE, LEONE DE ROTROU, *Dessèchement du lac Fucino. Edizione bilingue francese e inglese corredata da un Atlante*, Roma, Propaganda Press, 1883.
- SERGIO CASTENETTO, FABRIZIO GALADINI (a cura di), *13 gennaio 1915. Il terremoto nella Marsica*, Agenzia di Protezione civile-Servizio sismico nazionale, Roma, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, 1999.
- GIAN PAOLO CAVINATO, CLAUDIO CARUSI, MASSIMO DALL'ASTA, ENRICO MICCADEI, TOMMASO PIACENTINI, *Sedimentary and tectonic evolution of Plio-Pleistocene alluvial and lacustrine deposits of Fucino basin (Central Italy)*, in «Sedimentary Geology», 148 (2002), pp. 29-59.
- GIAN PAOLO CAVINATO, DOMENICO COSENTINO, DONATELLA DE RITA, RENATO FUNICIELLO, MAURIZIO PAROTTO, *Tectonic-sedimentary evolution of intrapenninic basins and correlation with the volcano-tectonic activity in Italy*, in «Memorie descrittive della Carta geologica d'Italia», XLIX (1994), pp. 63-76.
- ERNESTO CENTAMORE, UBERTO CRESCENTI, FRANCESCO DRAMIS (a cura di), *Note illustrative della Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 368 Avezzano*, Firenze, SELCA, 2006.
- CAMILLO CREMA, *Foglio geologico 145 Avezzano in scala 1:100.000*, Roma, Servizio geologico d'Italia, 1934.
- CAMILLO CREMA, ENZO BENE0, *Foglio geologico 151 Alatri in scala 1:100.000*, Roma, Servizio geologico d'Italia, 1939.
- CAMILLO CREMA, MARIO CASSETTI, *Foglio geologico 152 Sora in scala 1:100.000*, Roma, Servizio geologico d'Italia, 1928.
- GIULIANA D'ADDEZIO, GIANLUCA VALENSISE, *Il terremoto di Avezzano. Guida alla scoperta degli effetti del terremoto sull'ambiente naturale*, in «Quaderni di Geofisica», 1 (1998), pp. 1-19.
- SANDRO D'AMATO, *Il primo prosciugamento del Fucino*, Avezzano, Centro Studi Marsicani, 1980.
- GIULIO ERCOLANI, *Un secolo e mezzo tra rocce e libri: dalla Biblioteca del Comitato geologico alla Biblioteca dell'ISPRA*, in «Professione geologo: notiziario dell'Ordine dei Geologi del Lazio», 36 (2013), pp. 14-20.
- RAFFAELE FABRETTI, *De Columna Traiani syntagma. Accesserunt explicatio veteris tabellae anaglyphae Homeri Iliadem atque ex Stesichoro Arcino et Lesche Ilii excidum continentis et Emissarii Lacus Fucini descriptio una cum historia Belli Dacici a Traiano Caes.*, Roma, Tinassi, 1690, pp. 385-420.

- CARLO GIRAUDI, *Evoluzione geologica della Piana del Fucino (Abruzzo) negli ultimi 30.000 anni*, in «Il Quaternario», 1(1988), II, pp. 131-159.
- ID., *Lake levels and climate for the last 30,000 years in the Fucino area (Abruzzo – Central Italy) – a review*, in «Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology», 70 (1989), pp. 249-260.
- ID., *Le variazioni del livello del lago del Fucino (Abruzzo) nel periodo 1783-1862: implicazioni climatiche*, in «Il Quaternario», 3 (1990), 2, pp. 167-174.
- INGV, *Catalogo parametrico dei terremoti italiani*, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI/> (pagina aggiornata al 16.12.2011)
- ANTONIO LOPERFIDO, *Indagini astronomiche e geodetiche relative al fenomeno sismico nella Marsica*, in «Atti Lavori Pubblici», Roma, Ministero Lavori Pubblici, 1919.
- BERNARDINO LOTTI, TOMMASO MONTANARI, EMILIO OLIVIERI, *Relazione sulle condizioni idrauliche del Fucino*, Archivio del Servizio geologico d'Italia-Biblioteca ISPRA, 1915-1916, 6 voll. inediti.
- ALESSANDRO MARIA MICHETTI, FABIO BRUNAMONTE, LEONELLO SERVA, EUTIZIO VITTORI, *Trench investigations of the 1915 Fucino earthquake fault scarps (Abruzzo, central Italy): geological evidence of large historical events*, in «Journal Geophysical Research», 101 (1996), pp. 5921-5936.
- BIANCAMARIA NARCISI, *Lineamenti evolutivi del clima nell'area del bacino del Fucino (Italia centrale) negli ultimi 100.000 anni*, in «Il Quaternario», 3 (1990), 2, pp. 159-166.
- EMILIO ODDONE, *Gli elementi fisici del grande terremoto marsicano-fucinese*, in «Bollettino della Società Sismologica Italiana», 19 (1915), pp. 71-291.
- MARCO PANTALONI, *15 giugno 1873, nasce il R. Ufficio geologico. 140 anni di geologia in Italia*, in «Geologia Tecnica & Ambientale», 1 (2014), pp. 37-44.
- MARCO PANTALONI, FABIANA CONSOLE, PAOLO PERINI, *A contribution to environmental studies of the Fucino area from the historical archive of the Geological Survey of Italy*, in «6th International INQUA Meeting on Paleoseismology, Active Tectonics and Archaeoseismology (19-24 April 2015)», Pescara, Fucino Basin, Italy, 2015, pp. 341-342.
- FRANCESCO SCARSELLA, *I rapporti tra i massicci calcarei mesozoici ed il flysch nell'Appennino centro-meridionale*, in «Bollettino della Società Geologica Italiana», 75/3 (1956), pp. 115-137.
- LEONELLO SERVA, ANNA MARIA BLUMETTI, ALESSANDRO MARIA MICHETTI, *Gli effetti sul terreno del terremoto del Fucino (13 gennaio 1915); tentativo di interpretazione della evoluzione tettonica recente di alcune strutture*, in «Memorie della Società Geologica Italiana», 35 (1986), pp. 893-907.
- FILOMENA SEVERINO, FABIANA CONSOLE, MARCO PANTALONI, *Tra le carte geologiche della Biblioteca ISPRA*, in «Biblioteche oggi», 32/7 (2014), pp. 49-55.
- SOCIETÀ GEOLOGICA ITALIANA, *Guide geologiche regionali: Abruzzo*, Milano, BE.MA. Editrice, 2003.
- MICHAEL K. THORNTON, ROBERT LEE THORNTON, *The Draining of Fucino Lake: a quantitative analysis*, in «The Ancient World», XII (1985), 3-4, pp. 105-120.

EVOLUZIONE DELLA PIANA DEL FUCINO TRA BONIFICA E TERREMOTO (1870-1915) – La Piana del Fucino è uno dei più importanti bacini intermontani dell'Appennino centrale; di origine tettonica, la piana è riempita da sedimenti continentali fluviali, lacustri e glaciali depositi dal Pliocene al recente. Fino alla seconda metà del 1800 la piana ospitava il Lago del Fucino e fu soggetta poi ad una lunga e complessa attività di bonifica. L'analisi di dati storici realizzati dagli ingegneri Lotti, Montanari e Olivieri, rinvenuti negli archivi del Servizio geologico d'Italia, ed il confronto di questi dati con misure topografiche compiute immediatamente dopo il terremoto del gennaio 1915, potrebbe permettere di ottenere nuove informazioni sulle variazioni topografiche indotte dall'evento sismico. Inoltre, l'analisi degli effetti sismici al suolo evidenziati dagli scienziati nel 1915 mostra un buon accordo con le

osservazioni fatte da Lotti e coautori e la caratterizzazione geologica dell'area del Fucino.

EVOLUTION OF THE FUCINO PLAIN AMONG EARTHQUAKE AND LAND RECLAMATION – The Fucino Plain is one of the most important Central Apennines intermountain basins; originated by tectonic subsidence, the plain is filled by fluvial, lacustrine and glacial continental sediments settled from Pliocene to the recent. Until the second half of 1800 the plain hosted the Fucino lake, which was subject to a long and complex land reclamation activity. The analysis of historic data, realized by Lotti, Montanari and Olivieri that have been found in the archives of the Geological Survey of Italy, and the comparison of these data with topographic measurements performed immediately after the January 1915 earthquake, could allow to obtain new insights about the topographical variations induced by the seismic event. In addition, the analysis of ground effects highlighted by scientists in 1915, shows a good agreement with the observations made by Lotti and co-authors and the geological characterization of the Fucino plain territory.

PAROLE CHIAVE: Piana del Fucino; Lago Fucino; Bonifica; Analisi topografica; Effetto cosismico.

KEYWORDS: Fucino Plain; Lake Fucino; Land reclamation; Topography; Coseismic effects.