

# LA DIGA DEL TURANO (RIETI): IL CONTRIBUTO DELLA CARTOGRAFIA ALLO STUDIO DEL RISCHIO GEOLOGICO- IDRAULICO INDOTTO DAL BACINO ARTIFICIALE

*S. Angelini\**, *P.M. Guarino\*\**, *R.M. Menotti\*\*\**, *F. Millesimi\*\*\*\**, *G. Motteran\*\*\*\*\**,  
*F. Pica\*\*\*\*\**, *R. Serafini\*\**, *C. Zonetti\*\*\*\*\**

## 1. FINALITÀ DEL LAVORO

La grande Diga del Turano, del tipo ad arco e a gravità, costruita in calcestruzzo, alta al coronamento 73 metri, sbarrà l'omonimo fiume in corrispondenza della Gola di Posticciola e sottende un invaso (alla quota massima di 540 m) della capacità di 163 Milioni di m<sup>3</sup>.

Il bacino artificiale, in esercizio dal 1939, ha alterato l'assetto idrogeologico e l'equilibrio naturale dei fianchi della valle: la ricerca storico-documentale e i rilievi sul terreno hanno evidenziato una serie di frane per scorrimento, colate e crolli che interessano i centri abitati e le strade.

In particolare i livelli del lago e le operazioni di invaso e svaso controllano significative oscillazioni della falda acquifera e di conseguenza possono indurre movimenti gravitativi.

E ancora l'assetto geologico-strutturale, l'elevata sismicità dell'area e le mutate condizioni climatiche rendono necessario il monitoraggio strumentale dei fenomeni franosi e l'adozione degli eventuali interventi per la mitigazione del rischio.

Allo scopo di contribuire alla conoscenza di queste nuove condizioni geologico-ambientali del Bacino e di rendere evidenti quali siano le sue problematiche principali, il Gruppo di Lavoro ha ritenuto opportuno riversare le informazioni raccolte nel corso degli anni nella realizzazione di una cartografia di estremo dettaglio quale prodotto finale del lavoro.

\* *Litografia Artistica Cartografica S.r.l.*

\*\* *I.S.P.R.A. Servizio Geologico d'Italia.*

\*\*\* *C.N.R. - I.F.A.C.*

\*\*\*\* *Geo-Logos.*

\*\*\*\*\* *Provincia di Rieti, V Settore Viabilità.*

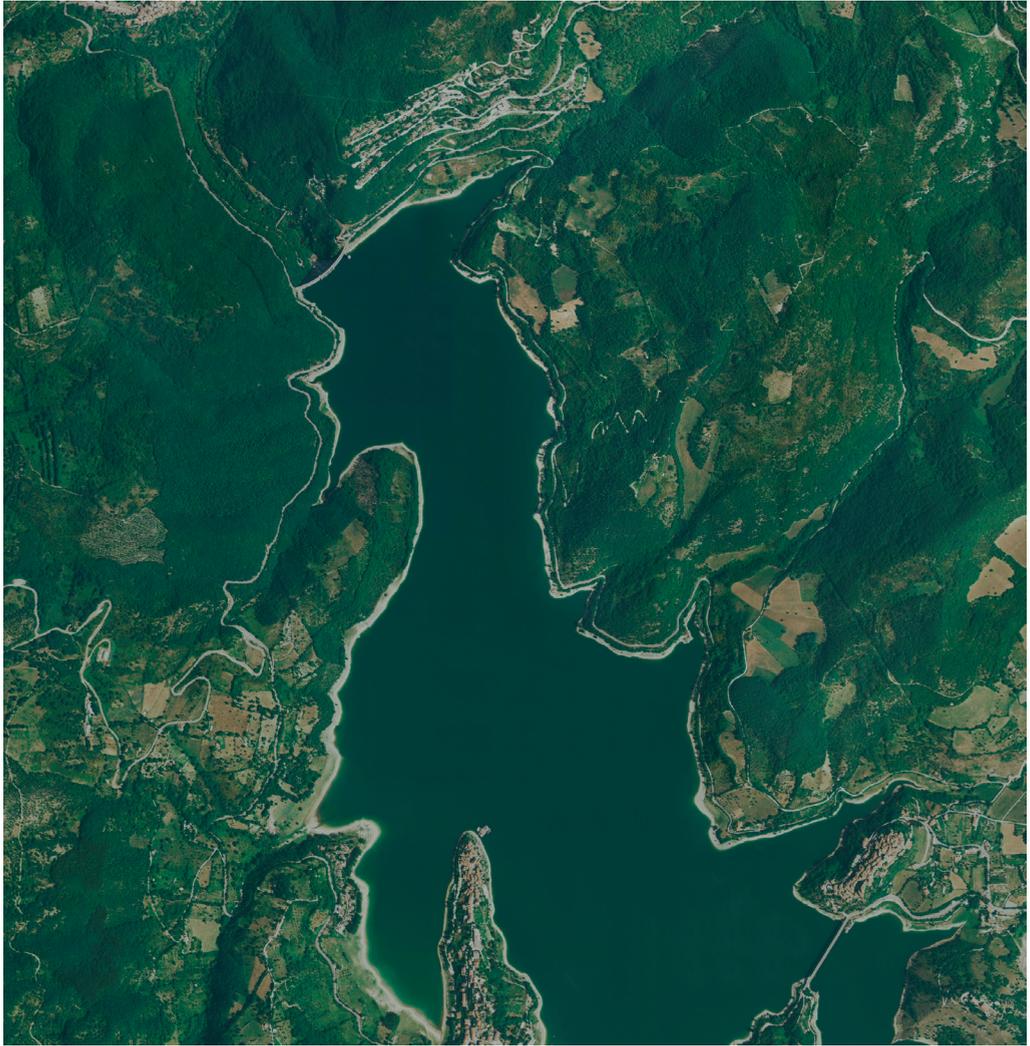


Fig. 1. In alto a sinistra la Diga ad arco del Turano. Vista parziale dell'invaso. Area in studio.

*Fonte: Portale Cartografico Nazionale, 2013.*

## 2. L'INVASO DEL TURANO E IL SISTEMA IDROELETTRICO DEI FIUMI NERA E VELINO

I grandi laghi artificiali del Salto e del Turano costituiscono parte integrale e principale del sistema di impianti idroelettrici, progettati negli anni '20 del novecento e costruiti nei bacini del f. Nera e del f. Velino a partire dagli anni '30.

Gli invasi del Salto e del Turano, tra loro intercomunicanti attraverso una galleria di comunicazione lunga 9 km, con capacità utile complessiva di 420 M di m<sup>3</sup>,

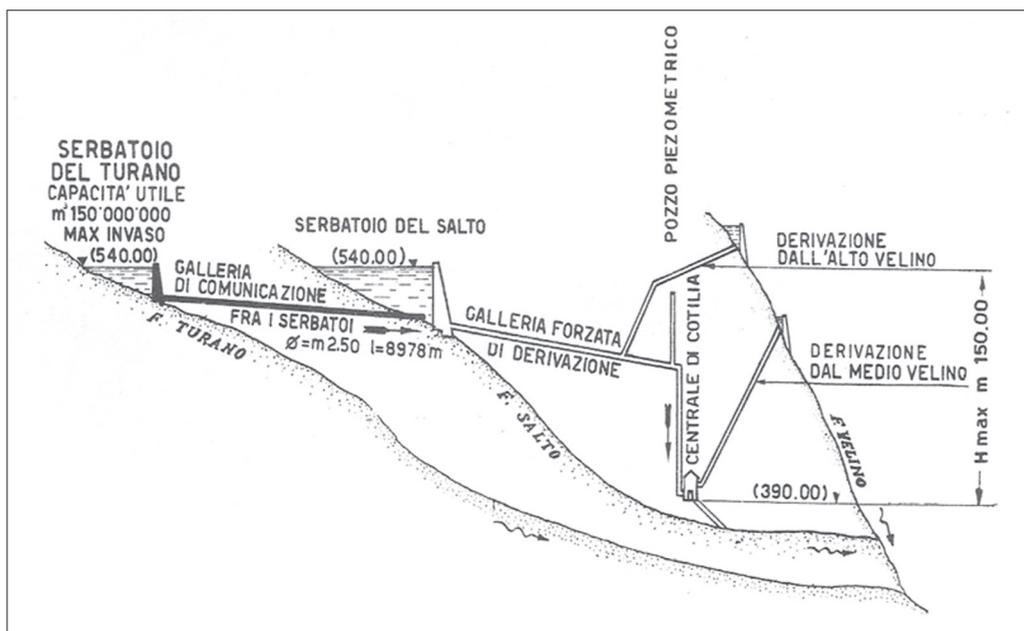


Fig. 2. Prospetto complessivo attuale degli impianti idroelettrici del Bacino del Velino (*Le dighe a ritenuta*, Anidel, 6, 1952) in R. Marinelli, *La bonifica reatina*, 2010, p. 339).

alimentano con la galleria forzata, che parte dal lago del Salto, la Centrale di Cotilia, situata lungo il corso del f. Velino alla confluenza del f. Peschiera. Le sorgenti del f. Peschiera hanno una portata di 21.000 l/sec, di cui 13.000, conduttate nell'omonimo Acquedotto realizzato alla fine degli anni '30, che soddisfano le necessità idropotabili della Città di Roma.

Lo studio del regime idraulico dei fiumi Nera e Velino inizia nel 1892, il Regio Decreto 8829/1923 concede al Consorzio idroelettrico del Velino di realizzare i due serbatoi regolatori sui fiumi Salto e Turano e nel luglio del 1924 il Prof. Giorgio Dal Piazz (1870-1962) redige la relazione geologica a corredo e supporto del "progetto di sbarramento ed utilizzazione dei Fiumi Salto e Turano", a seguito di richiesta del Consiglio Superiore dei LL.PP. nel maggio del 1928 compila la relazione suppletiva per il progetto esecutivo: "Relazione geologica suppletiva sul progettato serbatoio del Turano con sbarramento al ponte di Posticciola".

La grande diga del Turano, del tipo ad arco e a gravità ordinaria in calcestruzzo, alta al coronamento 73 metri, sbarrò il corso del fiume in corrispondenza della Gola di Posticciola e sottende un invaso (alla quota massima di regolazione 540 m s.l.m.) della capacità di 163 M di m<sup>3</sup>. La diga, realizzata in tempi brevissimi tra il 1936 e il 1938, entra in esercizio nel 1939. Oggi è in concessione alla E.ON-Italia S.p.A., in esercizio normale, per uso idroelettrico.

Dopo poco più di un decennio il "complesso apparato per il controllo delle acque, che avrebbe dovuto eliminare per sempre il pericolo delle spaventose inon-

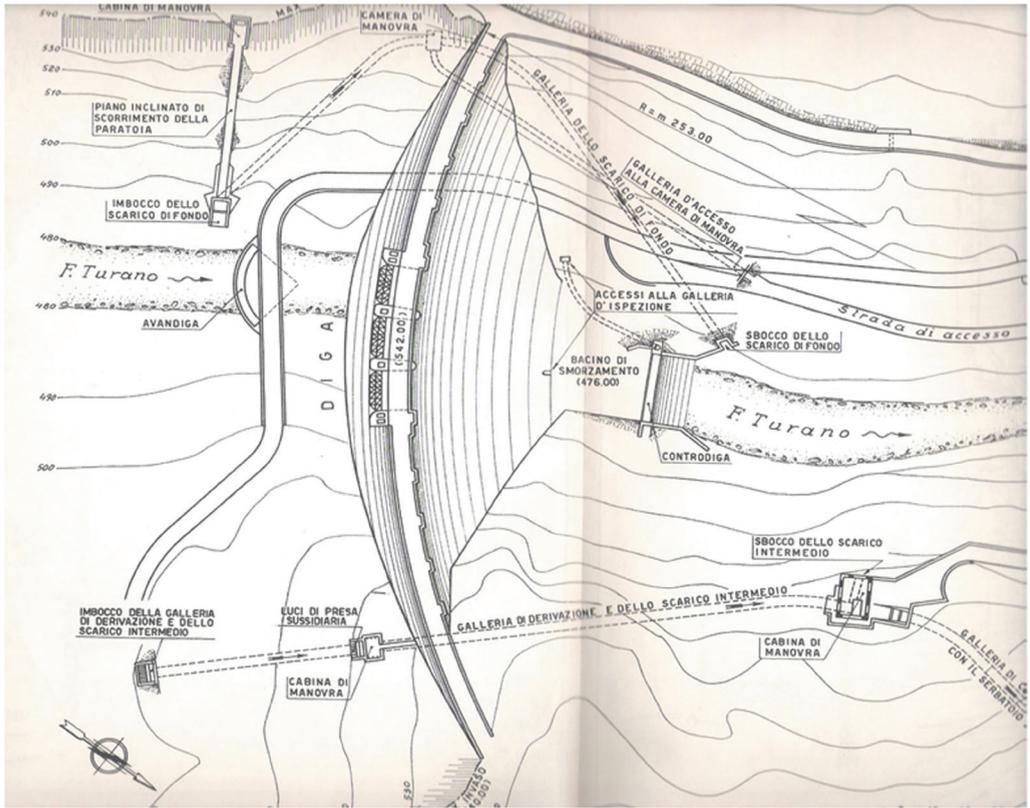


Fig. 3. Lo sbarramento sul Fiume Turano, effettivamente realizzato (*Le dighe a ritenuta*, Anidel, 6, 1952) in R. Marinelli, *La bonifica reatina*, 2010. p. 347).



Fig. 4. La grande diga del Turano, del tipo ad arco e a gravità ordinaria in calcestruzzo, alta al coronamento 73 metri. Vista da N (Posticciola).

dazioni (“pianare”) della Piana Reatina” mostra “i rischi della compatibilità tra regolazione, regimazione delle acque, e il loro uso intensivo a scopo idroelettrico” (Marinelli, 2010). Le inondazioni si susseguono: il 18 dicembre 1952 a Rieti si allagano i quartieri di Porta Romana e San Francesco, nuove inondazioni nel luglio del 1954 e il 7 dicembre 1959... l’ultima ai primi di dicembre del 2010.

### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L’area dell’invaso originato dalla diga sul F. Turano e del relativo bacino idrografico sotteso, si estende su di un settore dell’Appennino centrale alquanto articolato dal punto di vista strutturale, in cui i rapporti geometrici tra le unità tettoniche coinvolte nella costruzione dell’orogene appenninico sono caratterizzati dalla presenza di sovrascorrimenti e pieghe a prevalente direttrice meridiana, frequentemente disarticolati da sistemi di faglie a prevalente rigetto verticale, orientati ONO-ESE e E-O circa (Cosentino *et al.*, 2014).

In particolare, procedendo da Ovest verso Est, si rinvencono i depositi di bacino di età cretacico-oligocenica, della successione dei Monti Sabini orientali, appartenenti alla unità tettonica di Monte Cimite/Monte Sole (Cosentino *et al.*, 2014), che affiorano nel settore di bacino in sinistra idrografica.

Tali terreni sovrascorrono i depositi di transizione bacino-rampa di età eocenico-miocenica della successione dei Monti Sabini orientali appartenenti alla unità tettonica di Colle di Tora, che affiorano diffusamente in corrispondenza del settore centrale del bacino dell’invaso.

Il settore orientale del lago si sviluppa, invece, su depositi di avanfossa di età miocenica appartenenti alla unità tettonica di M. Aquilone.

Coerentemente con il suddetto assetto strutturale, varia la distribuzione delle litologie prevalenti all’affioramento.

Nel settore occidentale del bacino del lago affiorano prevalentemente depositi in facies di scaglia a forte componente detritica, in strati di spessore medio e sottile, costituiti da calcari, calcari marnosi con noduli e liste di selce, ben stratificati. Gli affioramenti si presentano intensamente disturbati sia per piegamenti sinsedimentari, sia per dislocazioni successive, con buone caratteristiche meccaniche e buona permeabilità secondaria.

Nel settore centrale del bacino affiorano sia i terreni calcarenitici appartenenti alla formazione dei Calcari a briozoi e litotamni ma, soprattutto, marne, marne calcaree, e marne argillose, di colore grigio avana, giallastro e bruno, in potenti bancate (età: Miocene inf.-medio) appartenenti al membro di Guadagnolo dell’Unità spongolitica *Auctorum*. Le caratteristiche meccaniche scadenti e la bassa permeabilità favoriscono fenomeni di erosione accelerata e frane di scivolamento.

Procedendo verso est prevalgono le arenarie grossolane, di colore giallastro e grigio, appartenenti alla Unità Arenaceo-pelitica di età miocene sup. I sedimenti, fortemente ripiegati dalla tettonica, presentano caratteristiche meccaniche influenzate dai termini argillosi e dalla giacitura, con erodibilità elevata e bassa permeabilità.

Localmente, sono presenti estesi affioramenti di breccie e conglomerati eterometrici, clastosostenuti, debolmente cementati, in strati decimetrici a matrice subordinata, colore rosato, con intercalati livelli di suolo, di età pleistocenica.

Le caratteristiche meccaniche di tali terreni sono piuttosto scadenti per il basso grado di cementazione; la permeabilità è elevata.

#### 4. LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI E STABILITÀ DEI VERSANTI

L'assetto strutturale esercita un forte controllo sulla morfologia dei rilievi che circondano il lago, ben evidente nel settore settentrionale dell'invaso.

In quest'area, in sinistra idrografica (tra Colle di Tora e Posticciola) e a nord dello sbarramento, i rilievi presentano versanti generalmente a profilo regolare, sovente boscati, in cui i processi morfogenetici principali sono essenzialmente legati all'erosione concentrata lungo i corsi d'acqua.

Modesti fenomeni franosi interessano la S.P. 34 Turanense e alcune scarpate in roccia interessate da crolli di piccole dimensioni, come ad es. a SW di Colle Maoni.

Nel settore in destra idrografica compreso tra il Fosso delle Stecche e Colle Lantera i versanti presentano un profilo fortemente irregolare, con frequenti concavo-convessità, caratterizzato da un ripetersi di ripide balze e pianori sub-pianeggianti sospesi in quota.

In questo settore, l'attuale dinamica morfogenetica è caratterizzata oltre che dai fenomeni di erosione concentrata lungo i corsi d'acqua, da modesti fenomeni gravitativi di scivolamento della coltre pedologica e di erosione areale diffusa lungo i versanti più ripidi.

Sono inoltre riconoscibili alcune forme comprese tra Colle la Macchia e Colle Ruscio, e ad ovest di Colle Lantera, che possono essere interpretate come frane antiche apparentemente stabilizzate; accanto agli indizi di una paleo franosità, esistono importanti evidenze di una franosità in atto, in località Fonte Canale, Colle Torretta e Colle Ruscio.

##### 4.1. Frana di Fonte Canale

La sorgente di Fonte Canale segna il limite tra i calcari marnosi e le marne argillose, fogliettate e con sottili livelli arenacei impermeabili, e i calcari e calcari-marnosi, fratturati, ricoperti da detrito. La frana per scivolamento di Fonte Canale interessa i termini più terrigeni, con un fronte di circa 100 m, uno spessore di qualche metro, per circa 40 m di lunghezza.

##### 4.2. Frana di Colle Torretta

In località Colle Torretta, ribaltamenti e crolli di blocchi, con volumetrie superiori al metro cubo, hanno invaso frequentemente in passato la sede stradale. Le litologie interessate sono calcari e calcari marnosi, stratificati e intensamente fratturati.

### 4.3. Frana di Colle Ruscio

Di tale frana esiste una descrizione risalente a una attivazione avvenuta all'inizio degli anni '90 del secolo scorso: "Superata una canaletta si trova una piccola frana di scorrimento che ha interessato la formazione marnosa per un fronte di circa 20 m, con abbassamento al coronamento di circa 5 m, e un conseguente seppur minore abbassamento del piano viario. Tale dissesto può essere stato innescato dalle variazioni del livello del lago (quando questo era prossimo al ciglio stradale), con un fenomeno di richiamo" (Provincia di Rieti, 1990). Attualmente la frana, risulta in continua evoluzione con uno sviluppo areale di circa 5.000 m<sup>2</sup>.

Infine, ancora in località Colle Ruscio, è presente un ampio movimento franoso attivatosi nel maggio del 2010, interrompendo il transito sulla strada provinciale "Del Lago Turano".

Attualmente la S.P. 34 Turanense è interessata inoltre, da una serie di abbassamenti del piano viario e da vistose dislocazioni dei muretti di protezione a valle, in particolare tra il km 19+500 e il km 19+550, dove un tratto stradale di circa 50 m è interessato dal fenomeno franoso che coinvolge calcari, calcari marnosi con noduli e liste di selce, ben stratificati, intensamente disturbati e fratturati e, proseguendo verso Colle di Tora, al km 19+750 un analogo fenomeno interessa circa 30 m di strada.

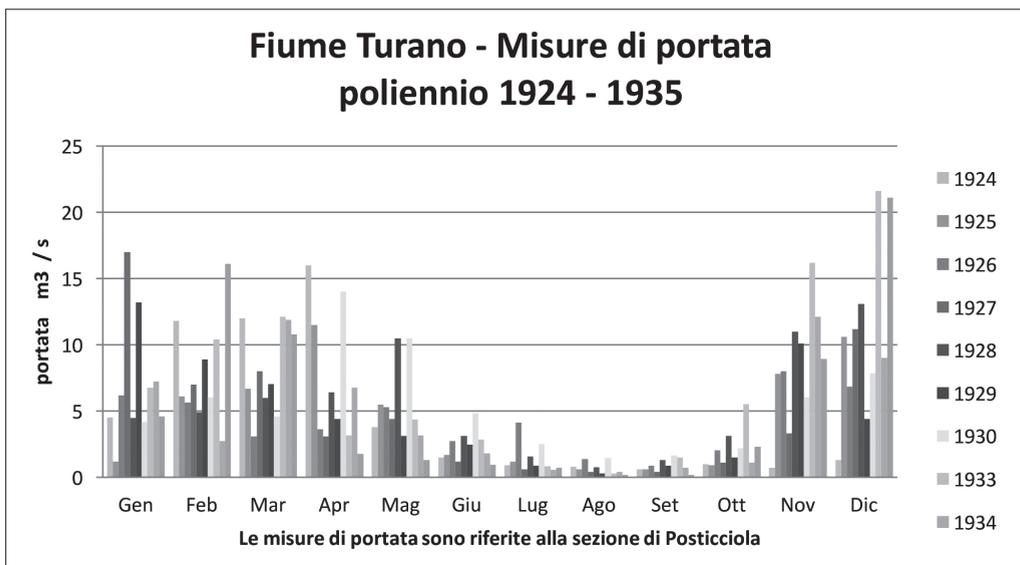
## 5. CLIMA E IDROLOGIA

Il f. Turano scorre, da SSE a NNO, in una valle profondamente incisa, circondata da rilievi montuosi che superano i 1.500 m di quota, ed esposta alle perturbazioni provenienti dai quadranti Sud e Nord. Gli elementi orografici e la presenza del bacino idroelettrico hanno influenzato notevolmente le precipitazioni, le temperature e l'umidità relativa negli ultimi 50 anni.

Lo studio climatologico è basato sui dati termo-pluviometrici delle stazioni meteorologiche dell'Idrografico e Mareografico della Regione Lazio (Posticcioia, Roccasinibalda e Collalto Sabino) e dell'ARSIAL-Regione Lazio (Castel di Tora), integrati con i dati pubblicati dalla VIII Comunità Montana del Turano nel "Piano di protezione delle sorgenti" e dall'APAT-Servizio Geologico d'Italia nelle Note illustrative del Foglio n. 367 Tagliacozzo.

L'analisi delle serie storiche, in alcuni casi non complete, evidenzia che l'area in esame presenta una piovosità media annua compresa tra i 1100 e i 1300 mm di pioggia, con massimi (1700-1900 mm) concentrati nella zona a nord del bacino.

Nell'ultimo decennio precipitazioni elevate concentrate in pochi giorni nei mesi di ottobre, novembre e dicembre hanno provocato piene improvvise del fiume Turano ed hanno provocato tracimazioni, erosioni di sponda ed esondazioni con conseguenti dissesti in molti tratti del corso del fiume, ma con particolare riguardo nelle aree con presenza di litotipi del complesso calcareo-marnoso-cal-



Tab. 1. Misure di portate naturali fiume Turano, 1924-1935.

carenitico, che presentano una media permeabilità e infiltrazione efficace media bassa, circa 250 mm/annui. Gli acquiferi sono contenuti in falde idriche sovrapposte e discontinue, d'entità variabile, disposti soprattutto negli orizzonti calcarei permeabili inclusi nei livelli marnosi. Alcuni piani di scorrimento fungono da acquiclude.

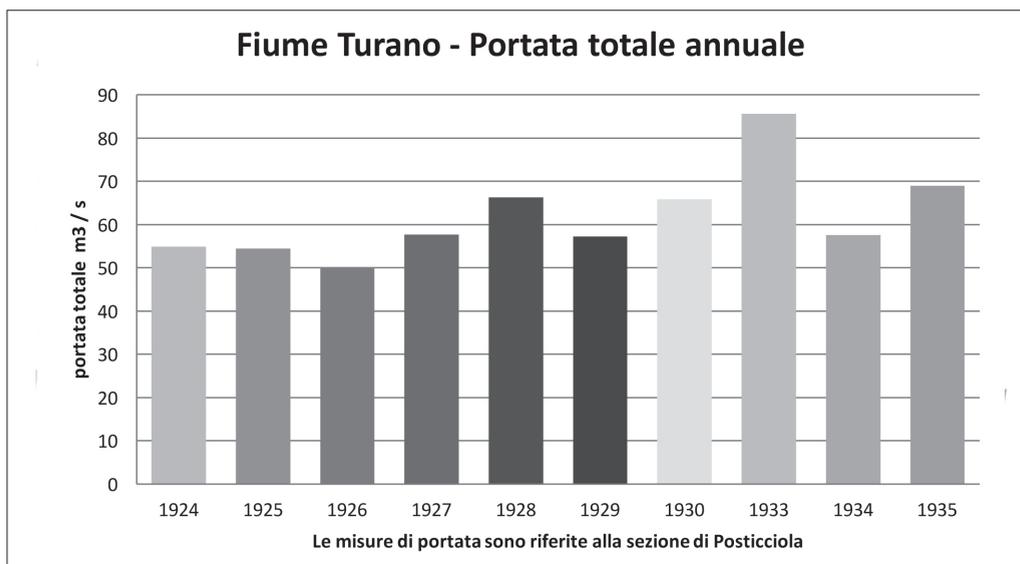
Si indicano dati storici a esemplificazione delle portate naturali del f. Turano (Tab. 1): tra il 1924 e il 1935 sono state effettuate una serie di misure in corrispondenza della sezione di Posticciola, subito a valle della Diga (Ministero dei Lavori Pubblici – Consiglio Superiore LL. PP. – Servizio Idrografico. “Dati caratteristici dei corsi d’acqua italiani”, 1939).

In generale, il grafico evidenzia un periodo di massima portata invernale (Dicembre-Marzo) e primaverile (Aprile-Maggio) e un periodo di magra accentuato nei mesi estivi. L’analisi dei dati indica che le portate tra un anno e l’altro sono oltremodo variabili e fortemente influenzate dal regime pluviometrico.

Nel poliennio 1924-1935 le portate annuali oscillano tra i 50 e i 60 m<sup>3</sup> (Tab. 2), con un picco nel 1933 di oltre 85 m<sup>3</sup>.

Il bacino artificiale condiziona la naturale evoluzione morfologica del f. Turano a monte e a valle, esercitando un’azione diretta sulle piene, sulla loro regimazione e sulle possibili esondazioni nel tratto più a valle dell’asta fluviale.

In particolare l’azione del lago determina una diminuzione della pendenza per sedimentazione nel tratto a monte, con la tendenza ad una pianura alluvionale più ampia, con argini poco rilevati ed esondazioni più frequenti per portate modeste, e un’erosione a valle, con argini più rilevati, esondazioni meno frequenti, legate a portate notevoli.



Tab. 2. Misure di portate annuali, 1924-1935.

“A questi fatti di normale evoluzione morfologica va aggiunta la possibilità che il f. Turano si trovi nelle condizioni di dover scaricare notevoli volumi di acqua in tempi brevi – quindi con possibilità di esondazioni – non a seguito di eventi naturali, ma per il parziale svuotamento del bacino attraverso la diga. Se poi al fatto antropico si somma l’evento naturale di precipitazioni intense lungo il basso corso del Fiume Turano, è possibile che si verifichino ondate di piena abnormi con effetti che potrebbero essere disastrosi” (Conti e Tosti, 2000).

## 6. DATABASE RELAZIONALE

Tutti i dati di campagna sono stati inseriti in un database di tipo relazionale costruito entro la piattaforma ESRI-ArcInfo e sulla base di una banca dati locale geomorfologica. La banca dati è costituita essenzialmente da dieci livelli informativi principali e 5 tabelle relazionate esterne con l’aggiunta di alcuni livelli accessori utili per la rappresentazione cartografica. Il dato immagazzinato è alla scala 1:10.000 e poggia sulla base cartografica fornita dalla Carta Tecnica Regionale della Regione Lazio pubblicata alla stessa scala.

Poiché alcune problematiche di immagazzinamento dei dati geomorfologici sono difficilmente superabili con l’utilizzo delle features classiche principali (*punti, linee e poligoni*), per questo progetto si è fatto largo uso delle *region* (poligoni complessi): esse permettono di gestire più agevolmente dati multi scalari e multi temporali tipici della cartografia geomorfologica mantenendo l’informazione corretta dal punto di vista topologico.

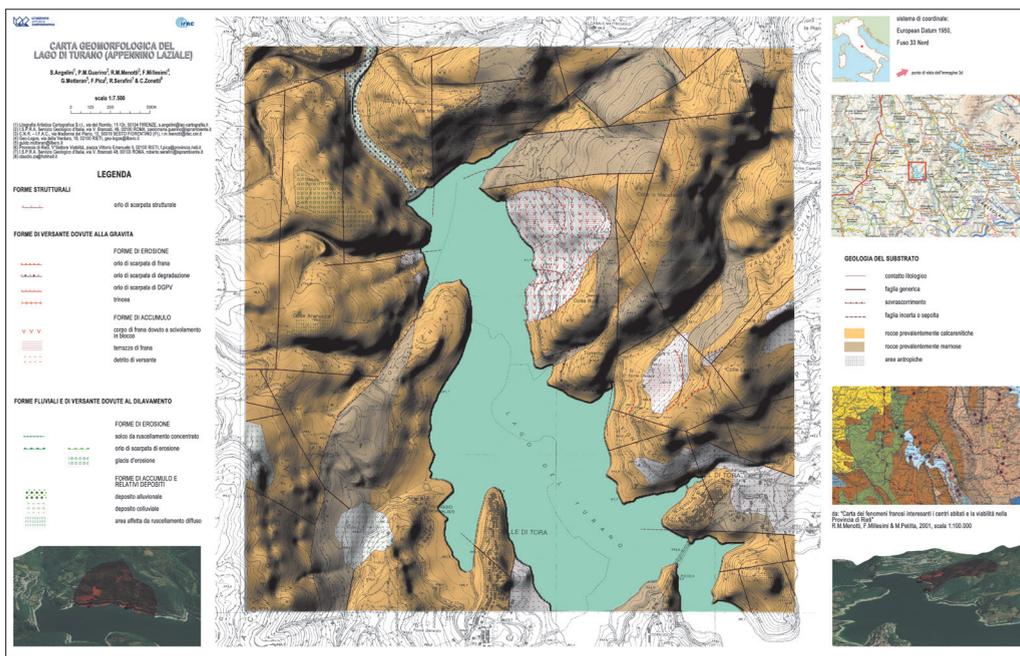


Fig. 5. La Carta Geomorfologica del Lago del Turano.

Poiché al momento della realizzazione di questo database non erano disponibili dati topografici vettoriali, l'orografia della intera sezione cartografica è stata digitalizzata tenendo conto delle immagini da foto aerea a disposizione: questo ha permesso di contribuire all'analisi dei dati geomorfologici realizzando alcune cartografie tematiche e con la redazione conclusiva di una cartografia di sintesi dell'area.

## 7. CONCLUSIONI

“L'evoluzione dinamica dei pendii può subire un'accelerazione, anche rapida, per particolari condizioni geolitologiche e idrogeologiche. La presenza di un bacino artificiale può comportare significative variazioni delle condizioni ambientali ed in particolare del regime delle filtrazioni sotterranee che è spesso causa principale di fenomeni franosi?” (Bechini *et al.*, 2001).

Ciò premesso, in considerazione dell'assetto geologico-strutturale, dell'elevata sismicità e il particolare clima dell'area, caratterizzato da precipitazioni intense e concentrate, si ritiene che le Amministrazioni Pubbliche interessate (Comuni rivieraschi, Comunità Montana, Provincia di Rieti, Regione Lazio e Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Direzione generale per le Dighe) e la Società che ha attualmente in gestione il bacino idroelettrico (E.ON-Italia S.p.A) dovrebbero fornire il loro contributo per lo studio multidisciplinare del rischio geologico-idraulico

indotto dal bacino artificiale del Turano e per l'attivazione di una rete di monitoraggio completa di sensori geotecnici, meteorologici e sismici, anche per dare un contributo alla ricerca sui terremoti indotti dai grandi invasi.

## BIBLIOGRAFIA

- APAT (2007), *Rapporto sulle frane in Italia – Il Progetto IFFI. Metodologia, risultati e rapporti regionali*, APAT, Rapporti, 78/2007, Roma.
- AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME TEVERE (2002), *Progetto di Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (adottato dal Comitato Istituzionale con Del. n. 101 del 1/8/2002)*, 3 CD-ROM.
- BECHINI C., BERTOCCI R., CATALDO L., GRAZIOLI G., LANG A., LUPINI L., MAISTRI A., PRAT E., SALVUCCI R. (2001), *Studio sulla stabilità dei versanti degli invasi nelle aree colpite dal terremoto del 26 settembre 1997 e di quelli ricadenti nelle aree sismo genetiche limitrofe*, Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento dei Servizi Tecnici Nazionali – Servizio Nazionale Dighe, Collana Monografica, v. I, pp. 27-35, IPZS, Roma.
- COMITATO ITALIANO PER LE GRANDI DIGHE (2012), *Bibliografia delle Dighe Italiane*, ITCOLD, Roma.
- COMUNE DI RIETI (2013), *Piano Comunale di Protezione Civile-Rischio Invasi*, Elaborato A4, pp. 1-5, Rieti.
- CONTI G., TOSTI A. (2000), *Progetto Definitivo per la sistemazione dell'Alveo e degli Argini del Fiume Turano*, Regione Lazio – VIII Comunità Montana del Turano, Relazione, Castel di Tora (Rieti).
- COSENTINO D., MICCADEI E., BARBERI M., BASILICI G., CIPOLLARI P., PAROTTO M., PIA-CENTINI T. (2014), *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 50.000 – Foglio 347 Cittaducale*. ISPRA, in stampa.
- DAL PIAZ G. (1928), *Progetto di sbarramento e utilizzazione dei Fiumi Salto e Turano. Progetto esecutivo Serbatoi. Relazione Geologica*, Consorzio del velino, all. 3, pp. 1-13, Padova.
- ISPRA (APAT) – SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (s.d.), *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000-Foglio n. 357 Cittaducale*, Pubblicato sul web, Roma.
- MARINELLI R. (2010), *La Bonifica Reatina*, Ed. Libreria Colacchi, L'Aquila.
- MENOTTI R.M., MILLESIMI F., PETITTA M. (1999), *Carta dei fenomeni franosi interessanti i centri abitati e la viabilità nella Provincia di Rieti*, GNDICI-CNR, n. 1634, Roma.
- MICCADEI E., PAROTTO M. (1993), *Valle del Salto-Valle del Turano-Alta Valle del Velino*, Guide Geologiche Regionali, v. 14 Itinerari Lazio, Itinerario n. 8, pp. 208-228, Soc. Geol. It., Ed. BE-MA, Roma.
- MILLESIMI F. (1990), *Progetto per la sistemazione e la costruzione di opere d'arte e di presidio della S.P. "Del Lago Turano" (km 5+600 – lato Est Turano)*, Provincia di Rieti, relazione inedita, Rieti.
- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI – CONSIGLIO SUPERIORE LL.PP. – SERVIZIO IDROGRAFICO (1939), *Dati caratteristici dei corsi d'acqua italiani*, Roma.
- PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI – DIPARTIMENTO DEI SERVIZI TECNICI NAZIONALI – SERVIZIO NAZIONALE DIGHE (1998), *Studio sulla stabilità dei versanti degli invasi nelle aree colpite dal terremoto del 26 settembre 1997 e di quelli ricadenti nelle aree sismo genetiche limitrofe*, Ufficio Geologia Applicata, Ufficio Periferico di Perugia, n. arch. 195B, Perugia.
- PROVINCIA DI RIETI (2009), *Piano Provinciale di Protezione Civile*, Rieti.