

VALORIZZAZIONE DEL FIUME TURANO



ISBN 978-88 -909856-5-2

Pubblicazioni speciali

Associazione Culturale LUMEN (Onlus)
67061 Carsoli (AQ.) Via Luppà 10 –Pietrasecca
e-mail: lumen_onlus@virgilio.it
<http://lumenassociazione.it>

Stampato Azienda Grafica Liberti - febbraio 2017

VALORIZZAZIONE DEL FIUME TURANO

Giuseppe Gisotti, Pierfranco Ventura

1 – INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La Valle del Turano si sviluppa in direzione NW-SE al margine occidentale della dorsale appenninica, al confine fra Lazio e Abruzzo; essa è attraversata dal fiume omonimo confluyente presso Rieti nel fiume Velino che rappresenta uno dei più importanti corsi d'acqua dell'Appennino centrale. Il Fiume Turano nasce da sorgenti in prossimità del Valico di Monte Bove (1220 m) con un *reticolo idrografico* articolato in numerosi fossi evidenziati nelle figure 7 e 13, insieme ai *confini* di tutti i Comuni afferenti.

In particolare l'alta valle del Turano è caratterizzata presso Carsoli (AQ) da due piccoli corsi d'acqua: il primo ramo è costituito dal fosso di Valle Mura, il secondo dal Fosso Secco, proveniente dalla Valle del Fiojo, che all'altezza della Piana del Cavaliere prende il nome di Fosso Cammarano, attingendo i toponimi (Archivio di Stato) dalle radici storiche .

L'orografia (greco oros = monte, latino orior = sorgo) del tratto vallivo, a quota media 535 m s.l.m., è caratterizzata a Ovest dalla dorsale di M. Faito (1221 m) – Colle Lepre – Rocca Pennino – Muro Pizzo appartenente ai Monti Lucretili (settore dei Monti Sabini) e a Est dalla dorsale M.Cervia (1430 m) – M.Navegna (1508 m) del gruppo dei Monti Carseolani.



Figura 1 - Panoramica del lago del Turano

La Valle del Turano, prima molto ampia e scavata in gran parte in marne e calcari marnosi, si fa bruscamente stretta e profonda, incisa in rocce calcaree. E' proprio con lo sbarramento di questa stretta gola dalle pareti a picco, che hanno fornito solide spalle per la diga, che si è realizzato il lago artificiale del Turano, nel 1939. Le acque del lago artificiale sono utilizzate per la produzione di energia elettrica, tramite gallerie di derivazione che, dopo aver raggiunto 9 km a NE il serbatoio del Lago del Salto, convogliano circa 30 m³/s verso la centrale idroelettrica di Cotilia.

A valle della diga, fino a Rocca Sinibalda, il fiume Turano scorre entro una gola profondamente incisa, per poi riprendere un corso lineare nella valle che si allarga progressivamente fino allo

sbocco nella Piana Reatina. Il Fiume Turano raggiunge il Fiume Velino in località Terria, nella Piana Reatina. Il Fiume Velino a sua volta, attraverso le Cascate delle Marmore, confluisce nel Fiume Nera che a sua volta confluisce nel Fiume Tevere, per cui il Turano fa parte del bacino idrografico del Tevere.

2 - CARTOGRAFIA COMPARATA

Interessanti sono poi gli studi di *cartografia comparata* in cui le mappe satellitari sono correlate a quelle moderne geomorfologiche digitali (M. D'Orefice, R. Graciotti 2015), figura 2, e naturalmente idrogeologiche, specie dei dissesti franosi e passibili di alluvioni nonché i rilievi microsismici, fino al confronto con i rilievi archeologici.

Si suppone che Turano venga da Tora, ritrovato nome di Colle e Castel di Tora sul lago, paese citato da Varrone (Rieti 116 a. C., Roma 27 a. C.) nelle *Antiquitates* o dal Tolenus descritto nei *Fasti* di Ovidio (Sulmona 43 a. C., Costanza 18 d. C) passando a Carsoli per andare a Roma, prima dell'esilio in Romania; secondo poi la lingua semitica (ebraico, aramaico, arabo...) *Tohoran* significa *puro* a ricordare le acque pure del fiume (G. Novelli 1983).

Per accennare subito alla valorizzazione, ogni Comune che dispone di catasti ormai digitalizzati dovrebbe contribuire a raccogliere confrontare e sovrapporre le predette cartografie da mettere in rete ed *esporre stampate* in modo da favorire la difesa dell'ambiente e lo sviluppo armonico trasparente permanentemente.

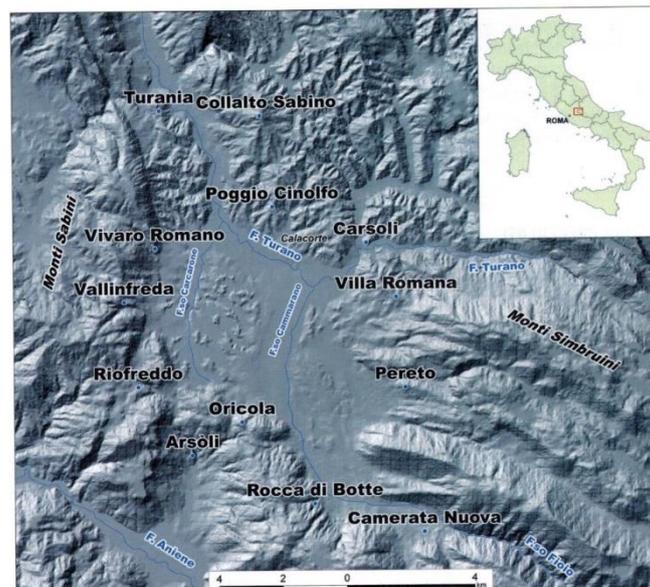


Figura 2 - Rilievo ombreggiato dell'alta vale del Turano, ricavato dal modello digitale (DEM Digital Elevation Model) con risoluzione di 20 m (D'Orefice, Graciotti, 2016)

Altrettanto interessante è il confronto con la cartografia antica, la Fig. 3 illustra al centro con tratti elementari la confluenza del Turano nel Velino o del Teverone nel Tevere come si chiamava l'Aniene dopo Tivoli, ricordando l'importanza della rete fluviale, oggi spesso dimenticata.

A titolo di curiosità la figura 4 evidenzia che i confini delle Diocesi della Sabina e di Tivoli nello Stato Pontificio e quello della Marsica nel Regno di Napoli siano rimasti per secoli sempre gli stessi, anche fra Lazio e Abruzzo, proprio sul Turano alla confluenza con il fosso Liberani in prossimità di Poggio Cinolfo: nel punto d'intersezione si trovava una sorgente e la tavola dei 3 Vescovi, da qualche decennio purtroppo interrata, in modo che ciascuno potesse incontrarsi rimanendo sul proprio territorio.



Figura 3- Prima carta stampata della Sabina nel 1617 edita da Giuseppe De Rossi (Gabinetto Nazionale delle Stampe) dall' incisione su rame nel 1592 di Mauro Giubilo (Città del Vaticano) (Regione Lazio, Assessorato alla Cultura: il Territorio di Carta)



Figura 4 - Rilievo satellitare con evidenziato il punto della Tavola dei 3 Vescovi d'intersezione delle rispettive Diocesi, ancora attuali nei confini fra Lazio e Abruzzo

È interessante peraltro ricordare che con-fine significa “finire insieme” per accogliere altre culture e cercare relazioni oltre i servizi.

Si evidenziano poi le notevoli varietà di tematiche cartografiche per cui lo stesso sito rilevato da un *Topografo* è mirato alle curve di livello; fatto da un *Geologo* strutturale è più ricco di fratture e faglie; da un *Agronomo* è di piante infestanti; da un *Architetto* di paesaggi dal vero; da un *Sismologo* di microzonazioni e da *Ingegneri* è di analisi della sicurezza.

I rilievi satellitari (fig. 4) o ombreggiati delle montagne (fig. 2) diventano poco utili se non sono integrati dei predetti dati, fino alle correlazioni catastali e con le analoghe preziose elaborazioni cartografiche passate da conservare negli archivi regionali.

È emblematico come già nel fare il “solo” rilievo di un’area limitata, ci vogliano gli apporti di tutti, come nel caleidoscopio, figuriamoci mirato alle analisi stabilizzanti e di sicurezza idraulica.

Si evidenzia l’importanza di tali comparazioni dal progetto di una Struttura fino alla sistemazione di un Paesaggio, investendo sulla sostenibilità e in modo da creare nuovo lavoro duraturo (a cominciare dal sostenere cartografi e archivisti) specie in campo ecologico fonte di risparmi ed anche di tasse eque durature.

3 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELLA MEDIA VALLE DEL TURANO

La storia geologica della Valle del Turano rientra in quella più generale e articolata della catena appenninica centrale, la quale costituisce una fascia crostale intensamente deformata in seguito a diverse fasi tettoniche di età neogenica sviluppatasi come conseguenza dello scontro tra la Placca Africana e quella Europea. Le fasi tettoniche che hanno interessato questo settore sono state dapprima di tipo compressivo (Miocene sup./Pliocene inf., 12-13 Milioni di anni fa), con la conseguente formazione di rilievi.

A partire dal Pliocene inferiore-medio la catena appena strutturata è stata interessata da un’intensa fase tettonica distensiva, con la formazione di numerose faglie dirette che hanno ribassato ampi settori della catena. Ne sono derivate una serie di depressioni morfologiche (valli e conche intramontane) che nel Pliocene superiore- Quaternario hanno raccolto grossi depositi di materiali terrigeni (fluviali, lacustri, ecc.), come è il caso della Valle del Turano. Tali faglie e depositi caratterizzano l’attuale assetto di microzonazione sismica longitudinale e trasversale al fiume.

In questo settore dell’Appennino vengono a contatto due antichi domini paleogeografici: il bacino pelagico umbro-sabino (Sabina) ad ovest e la piattaforma carbonatica laziale-abruzzese (rilievi carbonatici dei Monti Simbruini, dei Monti Carseolani, delle Montagne della Duchessa – Monte Nuria) ad est.

Il contatto tra questi due domini è determinato da una profonda linea tettonica con direzione circa N-S chiamata linea Olevano-Antrodoco. Questa linea tettonica, che corrisponde a un *sovrascorrimento*, è il risultato della tettonica compressiva che provoca un accavallamento di vari blocchi di crosta affastellati in grandi scaglie una sopra l’altra.

Depositi sinorogenici (cioè contemporanei alla orogenesi) terrigeni via via colmavano i solchi tra le dorsali carbonatiche emerse. Segue un generale sollevamento della regione appenninica a cui si associa una tettonica distensiva tuttora in atto, che disarticola in blocchi le unità corrugate. E’ in questo quadro evolutivo che ha luogo la formazione di profonde depressioni tettoniche ai margini e all’interno delle maggiori dorsali carbonatiche, le quali vengono via via colmate da depositi fluvio-lacustri e da sequenze vulcaniche. Nella regione laziale-abruzzese si identifica così una successione di rughe e di solchi che costituiscono rispettivamente le maggiori catene montuose e le valli intramontane, orientate secondo la direzione appenninica NW-SE (Bono, Capelli, 1994).

Le prime, formate da forti spessori di rocce carbonatiche fessurate e carsificate, sono sede di acquiferi liberi di importanza regionale che alimentano alla periferia numerose manifestazioni sorgentizie con elevati valori di portata. Le valli, evolutesi nelle depressioni tettoniche colmate da potenti sequenze terrigene sin e post-orogenetiche, ospitano un reticolo idrografico molto articolato

con corsi d'acqua perenni, che evidenziano un flusso di base alimentato quasi esclusivamente dalle sorgenti carsiche degli acquiferi regionali.

Nella figura 5 si presenta una sintetica descrizione geologica dell'area in esame, ripresa dalla pubblicazione: Servizio Geologico d'Italia – Carta Geologica d'Italia – scala 1:50.000, Foglio 367 “Tagliacozzo”.

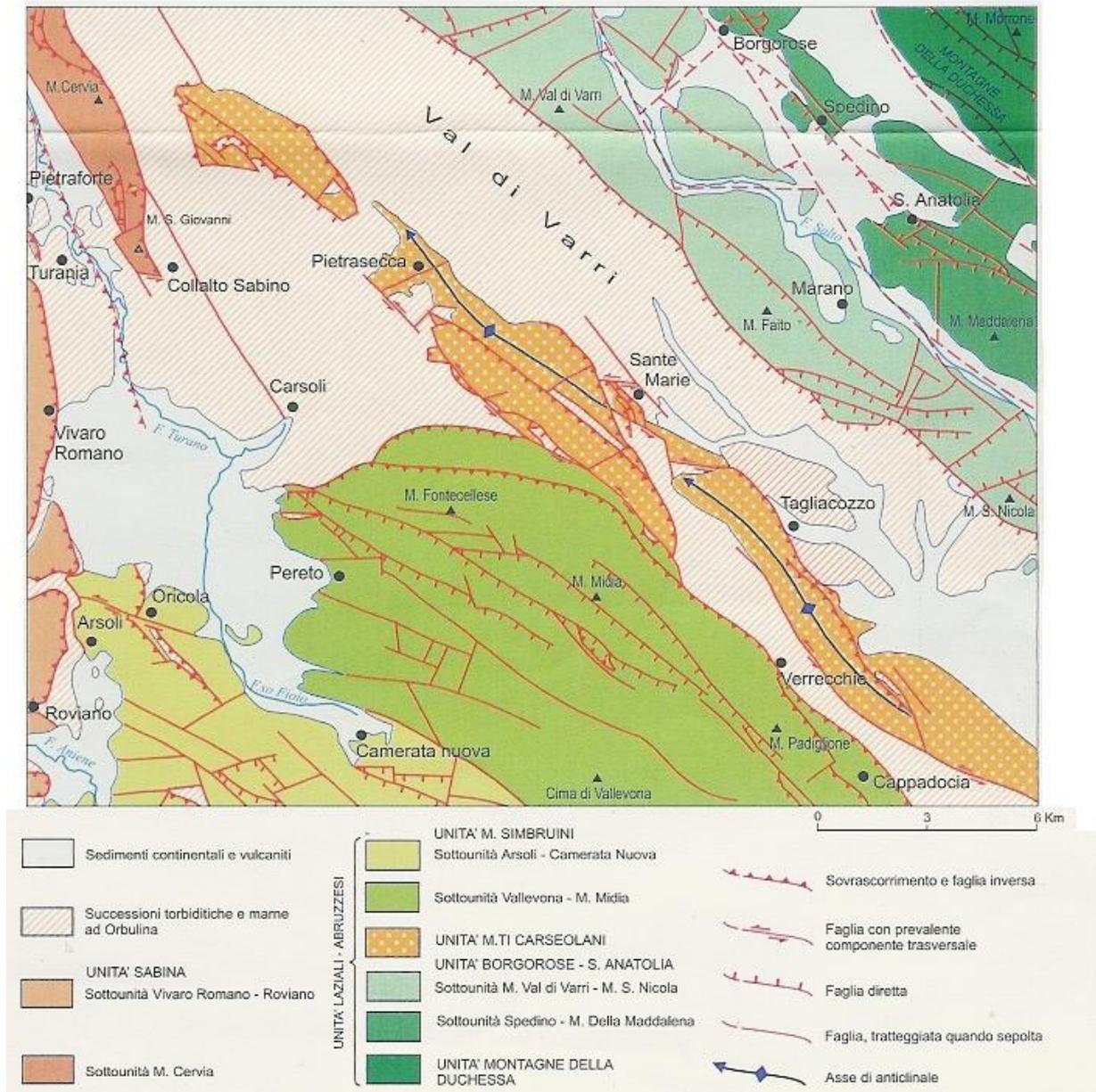


Figura 5 – Carta del Servizio Geologico d'Italia Foglio 367 – “Tagliacozzo” in scala 1:50.000.

- **Unità carbonatiche permeabili e con presenza di falda acquifera di base:**

- Unità dei Monti Simbruini con 2 sottounità: Arsolì – Camerata Nuova e Vallevona – M. Midia.

- Unità dei Monti Carseolani.

- Unità Sabina con due sottounità Vivaro Romano – Roviano e Monte Cervia.

- **Formazioni terrigene, poco o affatto permeabili, tamponano l'idraulica delle predette unità:**

- Successioni torbiditiche e Marne ad Orbulina (fossile a guscio globulare): occupano l'area depressa tettonicamente di Turania – Collalto Sabino – Carsoli – Pereto – Val di Varri.

- Sedimenti continentali e vulcaniti fusi in questo schema sono in unico raggruppamento e costituiscono la Piana di Oricola.

Nella Fig. 6 si riporta una sezione geologica schematica dell'area descritta nella Fig. 5.

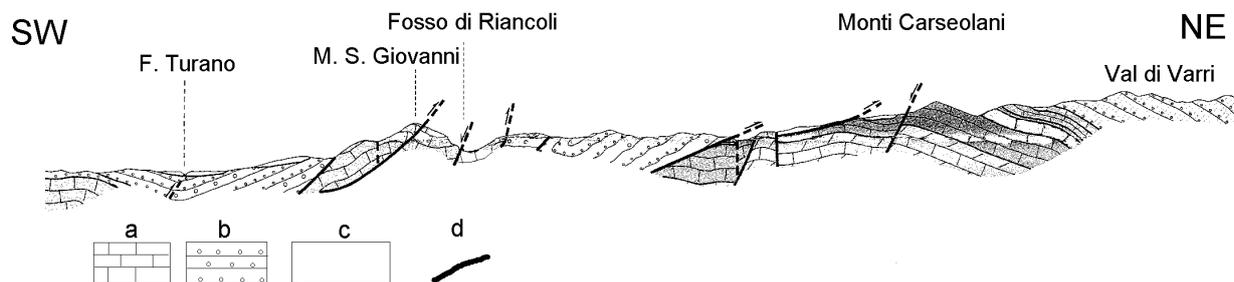


Figura 6 – Sezione geologica schematica che taglia trasversalmente le strutture carbonatiche e le successioni torbiditiche della media valle del Fiume Turano: a) Unità dei Monti Carseolani (rocce carbonatiche permeabili), b) torbiditi (alternanze di strati arenacei con strati argilloso-marnosi impermeabili), c) depositi fluvio-lacustri del F. Turano e vulcaniti, d) faglie.

Dal punto di vista geologico in senso lato, l'alto bacino idrografico del Fiume Turano è caratterizzato dalla presenza, nella parte centro-orientale, di *strutture carbonatiche in facies di piattaforma laziale-abruzzese*, costituite da potenti successioni cretacico-mioceniche. Tali strutture corrispondono ai Monti Simbruini settentrionali (dorsale di Monte Fontecellese –Monte Midia –Cima di Vallevona e dorsale Oricola- Rocca di Botte- Monte Camposecco) e ai Monti Carseolani (dorsale di Pietrasecca).

Tali formazioni eminentemente calcaree confinano, ad occidente, con le estreme propaggini orientali delle *strutture carbonatico-marnose sabine*, costituite esclusivamente da termini miocenici. Tutte queste strutture calcaree o calcareo-marnose hanno direzione, grosso modo, NW-SE, ossia direzione appenninica.

Le ampie depressioni localizzate tra le strutture carbonatiche appartenenti ai due citati domini paleo-geografici sono occupate o da *depositi miocenici "terrigeni"* (ossia detriti silicei, cementati, costituiti da strati di arenarie alternati ad argille), come la Val di Varri, la dorsale Collegiove – Nespolo - Collalto Sabino - Poggio Cinolfo - Carsoli, o da *depositi alluvionali e lacustri del Pliocene e quaternari*, che tappezzano il fondovalle del Fiume Turano e la Piana di Oricola (detta anche Piana del Cavaliere).

Nel bacino idrografico del Fiume Turano sono presenti infine depositi piroclastici che occupano la porzione meridionale della Piana del Cavaliere, le *Vulcaniti di Oricola*, costituite da ceneri vulcaniche dovute ad eruzioni durante il Pleistocene.

Si nota come il bacino del Fiume Turano è limitato ad est dal bacino del Fiume Salto, col suo affluente Imele, e ad occidente dal Fiume Aniene.

Volendo inquadrare l'area sotto l'aspetto della classificazione geologico-tecnica e della geologia ambientale, possiamo suddividerla in 4 grandi tipologie, raggruppando varie formazioni aventi caratteri omogenei (secondo il criterio di Gisotti, 2011).

Tali tipologie a livello locale sono state riprese dal lavoro di D'Orefice, Graciotti (2015); le sigle sono quelle adottate nel lavoro citato.

Le 4 grandi unità sono elencate in ordine cronologico dal basso verso l'alto:

1-ROCCE CALCAREE O CALCAREO-MARNOSE (Cretacico-Miocene): CAP: sedimenti carbonatici in facies laziale-abruzzese; CAT: sedimenti carbonatici in facies sabina di transizione.

2-ARENARIE ALTERNATE AD ARGILLE (Miocene): TER: sedimenti terrigeni = torbiditi silico-clastiche.

3-DEPOSITI FLUVIALI E LACUSTRI (Pleistocene – Attuale): LAO: Depositi lacustri; FLG: Depositi fluviali del F. Turano; FLP: Depositi fluviali terrazzati; COF: depositi di conoide; FLI: Depositi fluviali; FLT: Depositi fluviali, di conoide, colluviali.

4-DEPOSITI PIROCLASTICI (Pleistocene): DPI: Vulcaniti di Oricola.

4 – INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

4.1 – Idrogeologia della media Valle del Turano

La Fig. 7 illustra il reticolo idrografico del bacino imbrifero del Fiume Turano fino alla diga.

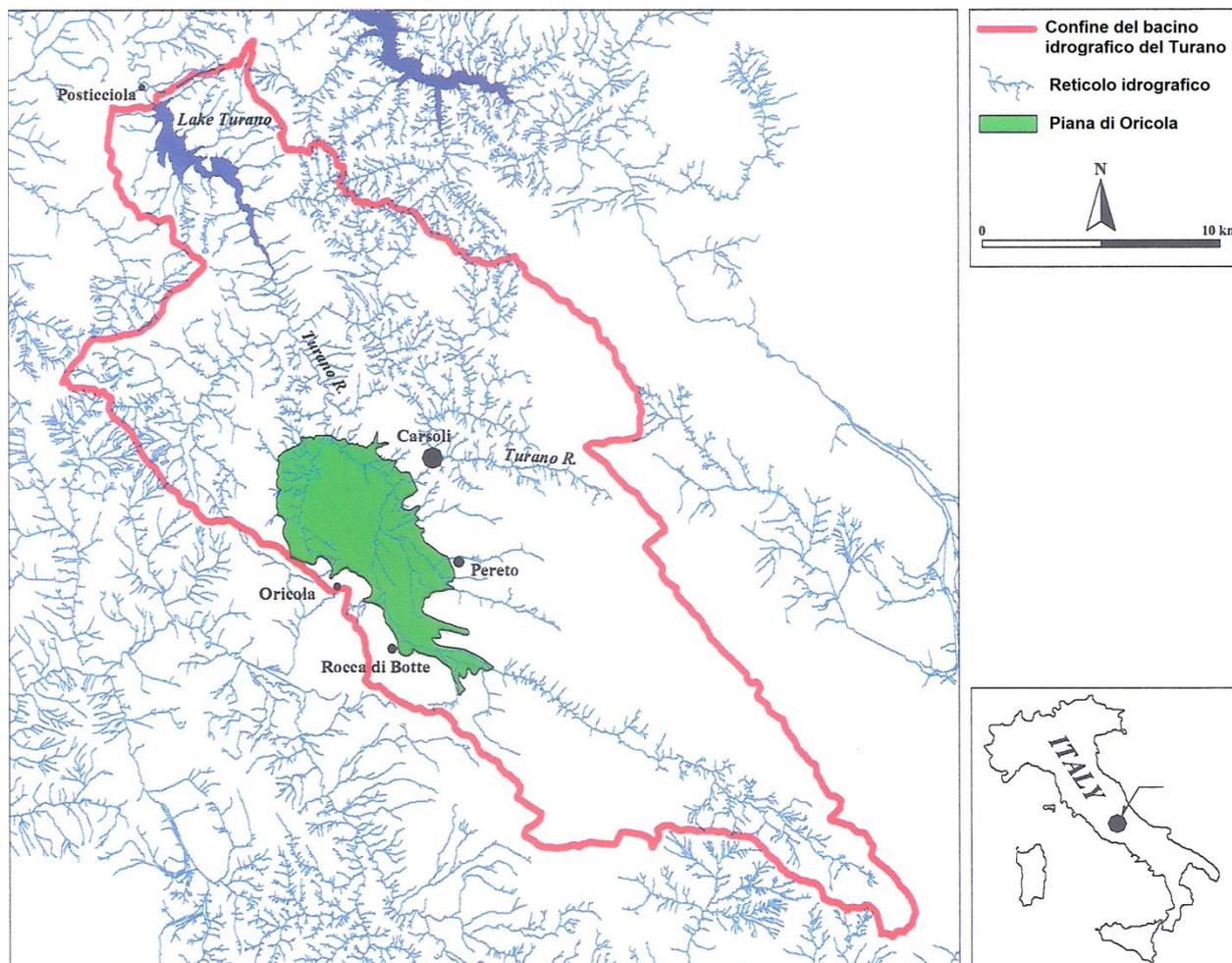


Figura 7 – Bacino imbrifero del Fiume Turano. Sono indicati il reticolo idrografico e la depressione di Oricola. Si noti come i caratteri e la densità del reticolo idrografico indichino nella parte alta, da Pereto – Carsoli fino alla estremità SE del bacino, le formazioni calcaree ad elevata permeabilità per fratturazione e carsismo (idrostruttura dei Monti Simbruini), caratterizzate da un reticolo a forte percolazione e bassissima densità di drenaggio superficiale; invece nella parte inferiore, da Carsoli al Lago del Turano, è presente un reticolo denso, caratteristico delle rocce praticamente impermeabili quali sono le arenarie alternate ad argille e marne (Unità Terrigene). Il “modello di drenaggio” è del tipo dendritico (detto anche arboreo), che consiste di un corso d’acqua principale che si suddivide, man mano che ci si sposta verso monte, in rami di lunghezza sempre minore, quindi assume una forma ad albero (Lauciani e altri, 2005).

Il Turano nella Piana di Oricola e nei pressi di Carsoli piega bruscamente ad est e continua fino all'area di Colli di Monte Bove, dove si trova la sorgente del fiume. Un importante affluente di destra del Turano è il fosso di Valle Mura, che sfocia nel Turano in corrispondenza dell'abitato di Carsoli. Nel gomito costituito dalla piega del fiume, sfocia poi nel Turano il suo principale affluente di sinistra, il Fosso Cammarano, che a monte viene chiamato Fosso Secco e ancora più a monte Fosso Fioio, che nasce alla estremità SE del bacino idrografico del Turano.

Nelle grandi linee la regione appenninica laziale-abruzzese, dal punto di vista dello stile idrogeologico, risulta articolata in idrostrutture carbonatiche permeabili per fessurazione, tra loro separate da depressioni morfologiche e strutturali (tettoniche) colmate da potenti sequenze terrigene a bassa permeabilità.

Questi ultimi depositi dividono lateralmente le idrostrutture carsiche regionali, ciascuna definita da livelli di base e da direttrici di circolazione sotterranea propri. Nelle idrostrutture regionali, l'acqua di infiltrazione alimenta di norma poche ma grandi sorgenti basali, ubicate nei settori morfologicamente più depressi del sistema (Bono, Capelli, 1994).

Nel caso dell'alto bacino idrografico del Fiume Turano, caratterizzato anche esso dallo stile idrogeologico sopra accennato, mancano le grandi sorgenti basali, presenti nei bacini idrografici di alcuni corsi d'acqua contigui, l'Aniene e l'Imele – Salto; peraltro non manca una miriade di sorgenti, spesso stagionali e con regime molto variabile e generalmente di modesta portata.

Nel seguito si descrivono sommariamente sia le idrostrutture carbonatiche che le formazioni che le delimitano; si noti che il bacino a monte di Carsoli è circa 1/20 di quello fino alla diga (par.6).

Le *formazioni carbonatiche* che affiorano nell'area possono essere considerate, nel complesso, permeabili e costituiscono i principali acquiferi. Si tratta di permeabilità essenzialmente secondaria, legata alla intensa fratturazione conseguente alla deformazione, prevalentemente fragile, che ha interessato le formazioni, cui si aggiunge una ben sviluppata stratificazione. La permeabilità è dovuta anche a successivi processi carsici. Naturalmente sono numerose, anche se non significative, le sorgenti che si formano al contatto fra le formazioni carbonatiche e quelle contigue dotate di minore permeabilità, specie quelle terrigene dove sono presenti litotipi più marnosi.

La presenza di inghiottitoi e grotte carsiche testimonia anche l'esistenza, almeno localmente, di un attivo reticolo carsico. In particolare nei Monti Carseolani sono presenti i citati fenomeni carsici, sia lungo il versante nord-orientale (Grotta dell'Ovito e Grotta della Luppa) che lungo quello sud-orientale (Grotta di Beatrice Cenci e Ovido di Verrecchie, ad ovest di Monte Forte, anche se si tratta del bacino dell'Imele).

I *depositi terrigeni* presentano valori di permeabilità differente a seconda delle litologie prevalenti. Si possono considerare permeabili le associazioni torbiditiche a prevalente componente arenacea; sono da considerarsi impermeabili o a bassa permeabilità le unità a prevalente componente marnosa o argillosa. Un cenno a parte meritano le Breccie della Renga: è permeabile la facies ghiaiosa, mentre sono da considerarsi impermeabili le litofacies dove prevalgono i litotipi argillosi.

Fra i *depositi fluviali e lacustri* (o depositi continentali) si possono considerare permeabili quelli a granulometria grossolana, quali ghiaie, breccie, sabbie; sono da considerarsi impermeabili i depositi argillosi e in particolare i depositi *lacustri* sabbioso-argillosi.

Va fatto notare che nella Piana del Cavaliere, nella sua parte meridionale, è presente una estesa formazione di origine alluvionale, i "Conglomerati de l'Immagine", che ospita una potente falda acquifera, sfruttata a scopo industriale (in prevalenza dallo stabilimento *Coca Cola*).

Infine i *depositi piroclastici* sono dotati di buona permeabilità.

4. 2. - Idrogeologia e Idrologia di superficie dei Monti Carseolani

Come si è detto, le grandi idrostrutture carbonatiche permeabili per fessurazione e carsismo nell'alto bacino del Turano sono quella dei Monti Simbruini e quella dei Monti Carseolani. In questa sede si descrive quella dei Monti Carseolani (Bono, Capelli, 1994).

L'Unità idrogeologica dei Monti Carseolani inizia dalla dorsale di Monte Piano a nord, ne fa parte l'area di Pietrasecca nella parte centrale, continua con Monte Guardia d'Orlando, con Monte Bove, Monte Arunzo, Monte Longana, per terminare con Monte Cornacchia. Rientrano nel bacino del Turano i primi tre monti.

La struttura dei Monti Carseolani forma una blanda anticlinale dove il nucleo è costituito dalle formazioni calcaree e i fianchi dalle formazioni terrigene poco permeabili, le Argille del Miocene medio superiore e le Torbiditi argilloso-arenacee del Miocene medio superiore (Flysch pelitico arenaceo): tali formazioni terrigene occupano la depressione di Val di Varri.

Dal punto di vista idrogeologico l'Unità dei Monti Carseolani è circondata lateralmente dai depositi terrigeni miocenici citati, i quali costituiscono un limite di permeabilità a nord (individuato dai Fossi di Ricetto e Franco) e a sud (individuato dal Lago di Posta-Fibreno).

L'area di alimentazione dell'Unità Carseolana viene identificata dalla superficie di affioramento dei termini carbonatici, ma anche dai settori terrigeni endoreici ed esoreici (*endo* = *interno*, *rhein* = *scorrere*, *eso* = *esterno*) dei bacini influenti (Fig. 8).

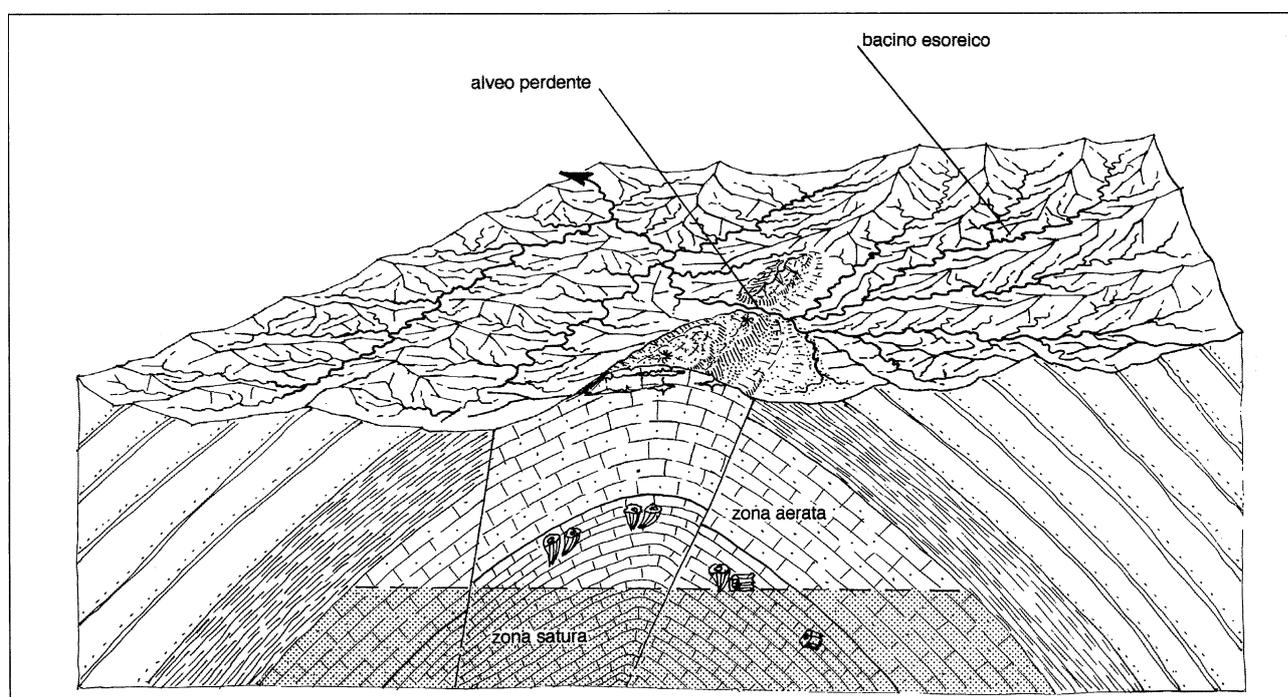


Figura 8 – Idrologia sotterranea e di superficie di un settore dei Monti Carseolani e in particolare della dorsale di Monte Piano, alla estremità settentrionale della idrostruttura carseolana, qui caratterizzata da un carsismo epigeo molto sviluppato (Bono, Capelli, 1994).

Nella rappresentazione schematica di Fig.8 si nota l'anticlinale il cui nucleo è costituito dalle formazioni calcaree permeabili per fessurazione e carsismo (Calcari del Cretacico superiore e Calcari del Miocene) e i fianchi dalle formazioni terrigene poco permeabili (Argille del Miocene e Torbiditi argillose-arenacee del Miocene). L'acquifero è costituito dalle formazioni calcaree ("zona satura"), tamponato dalle formazioni terrigene. Gli apporti zenitali sugli affioramenti calcarei vengono trasferiti direttamente alla falda di base. Gli apporti allogenicizzati alimentati dai bacini imbriferi esoreici determinano un incremento dell'infiltrazione efficace per perdite dei segmenti d'alveo che incidono trasversalmente l'unità carbonatica.

Secondo Bono e Capelli, la sommatoria degli apporti allogenicizzati e della precipitazione efficace calcolata per l'unità carseolana definirebbe così la totalità dell'alimentazione:

Ricarica totale (35 milioni m^3/a) = Precipitazione efficace ($16 \times 10^6 m^3/a$) + Apporti allogenicizzati ($19 \times 10^6 m^3/a$).

Per quanto riguarda il *bilancio idrologico annuo*, esiste una oggettiva difficoltà nel definirlo, poiché mentre il volume in entrata è valutabile con sufficiente precisione, non risulta altrettanto definibile quello in uscita dalla idrostruttura carseolana. Il funzionamento della stazione idrometrica dell'Ovito (1974-1978), rende possibile una attendibile stima del "contributo unitario medio", mentre mancano dati rilevati con continuità sui valori di portata in uscita dalla dorsale carseolana.

In conclusione, considerato che l'Unità Carseolana è priva di emergenze significative che giustifichino la elevata ricarica dell'idrostruttura sia per apporti allogenici che zenitali, si deve arguire che il deficit tra apporti e perdite implica l'esistenza di una circolazione sotterranea che si sviluppa all'esterno dell'Unità Carseolana. Potendosi escludere una perdita verso l'adiacente idrostruttura "Monte Cervia – Navegna" (sulla base di controlli sulle portate lungo il Fosso di Riancoli di cui è tributario il Fosso Ricetto), pare verosimile associare l'Unità Carseolana all'adiacente Sistema Idrogeologico Marsicano, situato a sud-ovest: rimane il fatto che il Fiume Turano non beneficia (se non in minima parte) del flusso derivante dalla Unità Carseolana.

4.3 - Caso di studio 1: la dorsale carbonatica e il bacino chiuso di Pietrasecca

La dorsale carbonatica e il bacino chiuso di Pietrasecca costituiscono un esempio delle caratteristiche litostratigrafiche, tettoniche e idrogeologiche di un settore dei Monti Carseolani (Fig.9).

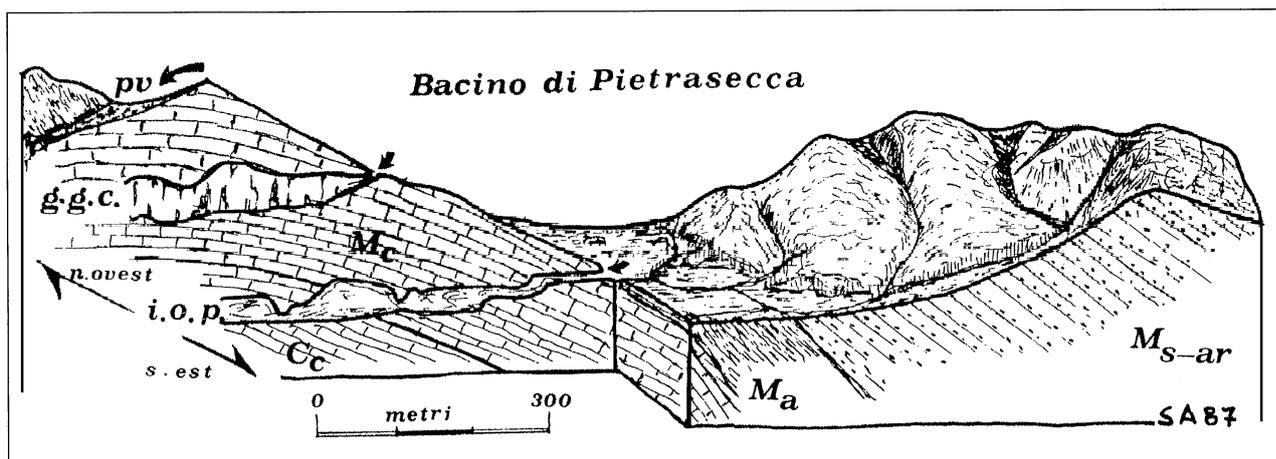


Figura 9 – Blocco diagramma del bacino di Pietrasecca; *pv* paleovalle; *g.g.c.*: Grotta del Cervo; *i.o.p.* inghiottitoio dell'Ovito; *Cc*: calcari del Cretacico superiore; *Mc* argille del Miocene medio-superiore; *Ma* marne; *Ms-ar* torbiditi argilloso-arenacei del Miocene medio-superiore.

A differenza della dorsale di Monte Piano descritta nella figura precedente, nella dorsale di Pietrasecca quello molto sviluppato è il carsismo ipogeo (Agostini, 1994).

In quest'area si sviluppano importanti cavità carsiche a carico dei calcari: le acque sono totalmente drenate da una evoluta cavità carsica (inghiottitoi o meglio grotte dell'Ovito e della Luppa; vicini a Pietrasecca e scaricanti nel Valle Mura) con sviluppo trasversale all'asse della citata anticlinale. Il bacino è inciso sul fianco nord-orientale dell'anticlinale dei Monti Carseolani. La cavità carsiche sono impostate sui principali sistemi deformativi locali, ossia sulle faglie, alcune con direzione appenninica (NW-SE) ed altre normali a tale direzione.

L'evoluzione neotettonica e geomorfologica ha controllato la trasformazione dell'originaria idrografia in più bacini chiusi, drenati da cavità carsiche. In particolare nel bacino di Pietrasecca le fasi di evoluzione sono testimoniate da una paleo valle (*pv* della figura), da due inghiottitoi sospesi fossili (*g.g.c.* Grotta del Cervo, *i.o.p.* ramo superiore dell'Inghiottitoio dell'Ovito).

4.4 - Caso di studio 2: Gli acquiferi della Piana di Oricola

4.4.1. Generalità

La Piana di Oricola è bordata, ad ovest, dalla linea tettonica Olevano-Antrodoto, e si colloca lungo il margine di sovrascorrimento delle strutture emipelagiche umbro-sabine sulle strutture della piattaforma laziale-abruzzese (Celico, Habetswallner, 2000).

I terreni dell'unità umbro-sabina sono localmente caratterizzati da depositi flychoidi (ossia alternanza regolare di strati di diversa litologia, come arenarie e argille, calcari e marne) prevalentemente calcareo- marnosi (Miocene inf.) e si trovano alla estremità orientale della Piana. Invece i depositi di facies di piattaforma sono prevalentemente calcarei (Cretacico; complesso calcareo in Fig.10), costituiscono l'idrostruttura dei Monti Simbruini e formano i rilievi al bordo meridionale e sud orientale della Piana. Depositi flyschoidi miocenici argilloso - arenacei (complesso argilloso-arenaceo in Fig. 10) si rinvencono lungo il margine settentrionale e nord - orientale dell'area di studio.

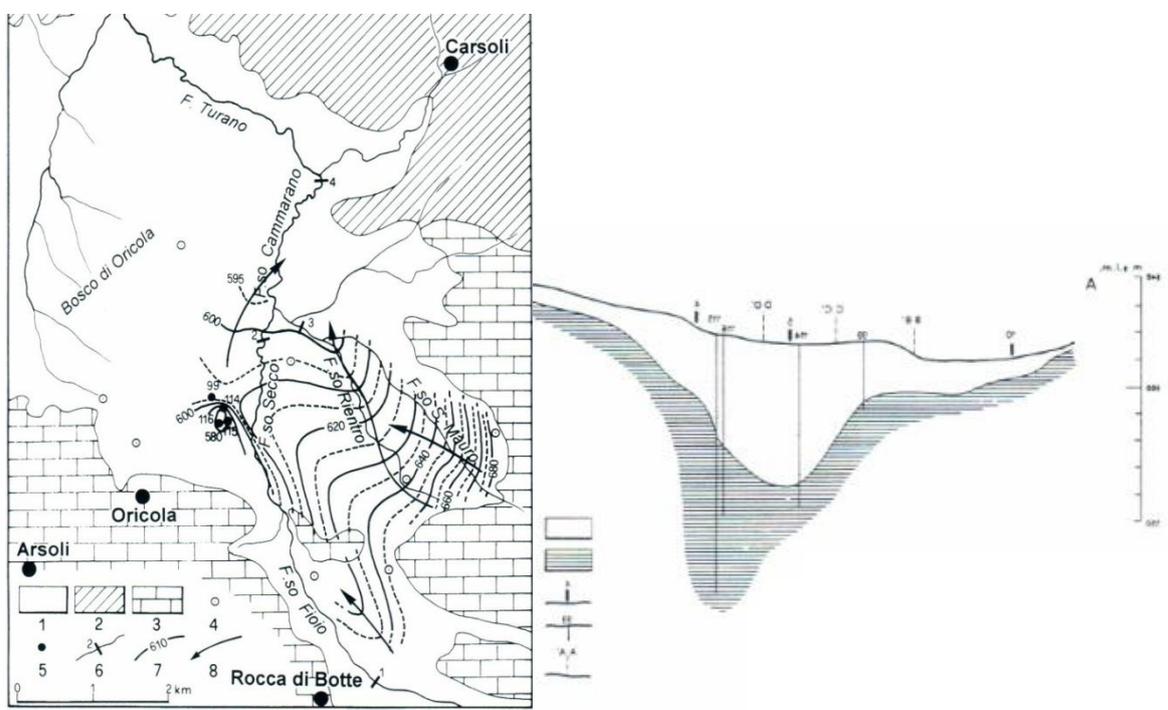


Figura 10 - Carta dei complessi idrogeologici e di ubicazione dei punti d'acqua. Schema di circolazione idrica sotterranea del mese di ottobre 1997 (Celico, Habetswallner, 2000).

a) 1: complesso fluvio-lacustre = sedimenti continentali e vulcanici; 2: complesso argilloso-arenaceo = terrigeno, costituito dalle successioni torbiditiche e dalle marne a *Orbulina*; 3: complesso calcareo = idrostruttura dei Monti Simbruini; 4: pozzi e relativo numero di riferimento; 5: sorgenti e relativo numero di riferimento; 6: sezioni di misura in alveo e relativo numero di riferimento; 7: curve isopiezometriche e relativa quota in metri s.l.m.; 8: principali direttrici di deflusso della falda.

b) Sezione geologica esemplificativa da NW a SE del settore SW della Piana di Oricola, dalla Stazione FS di Oricola - Pereto alla località Immagine: 1 - sedimenti sabbioso-ghiaiosi e limosi, 2 - sedimenti prevalentemente argillosi del substrato.

L'acquifero della Piana di Oricola è costituito da depositi di origine fluvio-lacustre (Quaternario; complesso fluvio-lacustre in Fig.10), caratterizzati dall'alternanza di orizzonti

prevalentemente limosi e prevalentemente sabbioso-ghiaiosi. Nella stessa figura per semplicità sono inseriti nel complesso fluvio-lacustre i depositi vulcanici.

Dall'analisi degli elementi stratigrafici acquisiti è emersa la possibilità che, in località Immagine (porzione centro-occidentale della Piana, all'incrocio fra la strada Oricola - Pereto e la strada che parte dalla via Tiburtina ed è diretta a Rocca di Botte), esistesse un ispessimento dei depositi a granulometria grossolana, con conseguente configurazione meno permeabile "a catino" dei sedimenti. Vista la notevole ricaduta applicativa che avrebbe avuto l'identificazione di una siffatta porzione di acquifero, Celico e Habetswallner hanno proceduto ad un affinamento delle conoscenze inerenti alla sua locale geometria, mediante la realizzazione di apposite indagini geoelettriche, ossia sondaggi elettrici verticali tarati in funzione delle stratigrafie di 4 pozzi attestati nell'area (nn. 99, 114, 115 e 116 in Fig. 10a).

I risultati possono essere sintetizzati come segue:

- procedendo dal piano campagna verso il basso, si rinviene un orizzonte costituito da depositi prevalentemente sabbioso-ghiaiosi e subordinatamente limosi, con spessori variabili da pochi metri ad un massimo di circa 56 metri;

- sottoposto al precedente, esiste un orizzonte, costituito da sedimenti fluvio-lacustri prevalentemente argilloso-limosi e subordinatamente sabbiosi, passanti verso il basso ai termini argilloso-arenacei-miocenici, dotati di bassissima permeabilità (*aquitard* = *acquifer retard*) che costituiscono il substrato dell'intera successione fluvio-lacustre; questi sedimenti hanno spessori complessivamente oscillanti fra qualche decina e qualche centinaio di metri;

- il substrato impermeabile assume, in località Immagine, l'ipotizzata configurazione "a catino", la cui forma asimmetrica è riportata nella Fig.10b;

- il volume complessivo dell'acquifero contenuto nel "catino", al disotto del livello piezometrico di piena, è pari a circa 3.800.000 m³.

4.4.2.-Evoluzione stagionale dello schema idrodinamico

Lo schema idrodinamico è stato ricostruito per ciascuna tornata di misure, allo scopo di analizzarne gli eventuali caratteri di modificazione. Sono stati analizzati, a titolo esemplificativo, gli scenari limite del periodo di massima magra (ottobre 1997) e quello di piena (gennaio 1998).

Dall'osservazione della superficie piezometrica ricostruita per il mese di ottobre 1997 (Fig. 10a), si è evinto quanto segue:

- nella porzione meridionale della Piana, la falda defluisce complessivamente da sud -est verso nord-ovest, descrivendo due importanti assi di drenaggio preferenziale, allungati lungo i Fossi Fioio e Rientro e separati da un marcato spartiacque sotterraneo;

- nella porzione settentrionale, il verso di flusso della falda subisce una variazione, allungandosi da sud-ovest verso nord-est e generando un unico ampio asse di drenaggio che tende a coincidere con il Fosso Cammarano;

- in località Immagine si nota la presenza di un evidente cono di emungimento che funge da soluzione di continuità tra gli assi di drenaggio coincidenti con i Fossi Fioio e Cammarano; tale cono di emungimento è determinato dalla presenza dello Stabilimento della *Coca Cola*.

Il fenomeno è stato accertato per gran parte del periodo di monitoraggio (ad esclusione dei mesi di gennaio, febbraio, marzo e ottobre 1998).

Dall'analisi dello schema idrodinamico relativo al mese di gennaio 1998 (periodo di piena), si evince l'assenza di evidenti modificazioni, ad esclusione del citato cono di emungimento, che perde la sua identità, restituendo continuità all'asse di drenaggio coincidente con il Fosso Fioio.

4.4.3. - Rapporti tra falda e corsi d'acqua

Le quote dei corsi d'acqua ed il monitoraggio delle portate in alveo dei corsi d'acqua di maggiore

interesse della Piana di Oricola, interpretati alla luce dello schema idrodinamico di volta in volta ricostruito, hanno consentito di definire i rapporti di interazione esistenti tra la falda ed i corpi idrici superficiali. Più in dettaglio, è emerso che (Fig. 10):

1-rispetto alla falda, il fosso Fioio risulta "sospeso" fino alla località Immagine, con conseguente alimentazione della falda mediante percolazione; da località Immagine fino a località Pisciarriello (presso la sezione di misura 2), il corso d'acqua alimenta la falda, in sinistra orografica, risultandone alimentato in destra;

2-il fosso San Mauro, ad esclusione di un breve tratto in cui viene alimentato dalla falda, risulta "sospeso" rispetto a quest'ultima, alimentandola;

3-il fosso Rientro è alimentato dalla falda;

4-il fosso San Mauro, alla sezione 3, risulta chiaramente alimentato dalle acque di falda;

5-lungo il torrente Cammarano, si verifica alimentazione del corso d'acqua da parte della falda, con un incremento di portata di diverse decine di litri al secondo [sez. 4 - (sez. 2 + sez. 3)].

Sono state effettuate anche prove di emungimento allo scopo di determinare la trasmissività e la porosità efficace dell'acquifero.

Gli elementi acquisiti in merito al volume complessivo dell'acquifero nel "catino" (circa $3,8 \times 10^6 \text{ m}^3$) e la porosità efficace dei depositi costituenti il "catino"(variabile da 4% a 9,5 % circa) hanno consentito di determinare il volume idrico complessivamente invasato, risultato pari a circa $0,28 \times 10^6 \text{ m}^3$. Allo stato attuale delle conoscenze, e sulla base di quanto emerso dal calcolo del bilancio idrologico effettuato per l'acquifero in esame, si può affermare che, al fine di evitare fenomeni di sovrasfruttamento, i prelievi totali annui in località l'Immagine non devono superare $0,5 \times 10^6 \text{ m}^3$.

La sintesi degli elementi relativi al calcolo del bilancio idrologico della porzione di acquifero che alimenta il "catino" viene presentata nella Tab.1.

P mm/a	Tp °C	Et mm/a	D mm/a	C.I.P. %	Ie mm/a	V m³/a
1191	9,81	536	655	50	327,5	0,52 x 10 ⁶

Tab. 1– Sintesi degli elementi relativi al calcolo del bilancio idrologico della porzione di acquifero che alimenta il "catino" della Piana di Oricola: P precipitazioni medie annue; Tp temperatura media annua correlata in funzione delle precipitazioni; Et evapotraspirazione reale; D deflusso idrico globale; C.I.P. coefficiente di infiltrazione potenziale; Ie infiltrazione efficace diretta; V volume idrico di infiltrazione efficace diretta (Celico, Habetswallner, 2000).

4.4.4. – Le risorse idriche potenziali della intera Piana di Oricola

Si illustrano i risultati di una recente ricerca sugli aspetti idrogeologici della Piana di Oricola, che comprende tutta la sua completa estensione -limitata dai rilievi montuosi carbonatici a sud e da quelli terrigeni a nord, e che pertanto viene definita depressione tettonica di Oricola, misurata in 40 km^2 (Lauciani e altri, 2005).

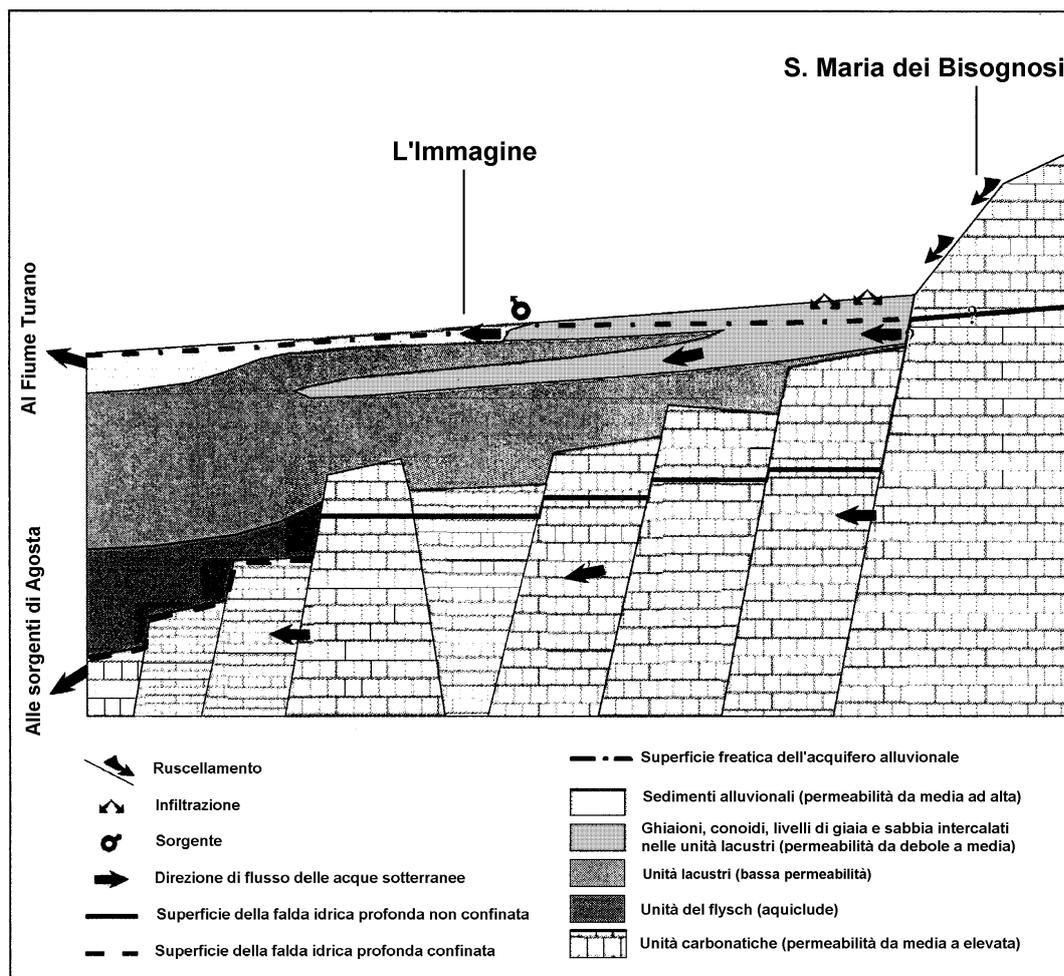


Figura 11 – *Depressione di Oricola. Sezione idrogeologica schematica della parte occidentale della Piana di Oricola, che illustra l'acquifero superficiale costituito dai depositi alluvionali e dai sedimenti che bordano la piana e tappezzano i piedi dei rilievi carbonatici (interdigitali nella formazione successiva); quindi i depositi lacustri dotati di bassa permeabilità, poi le formazioni sottostanti costituite dal flysch impermeabile e infine le formazioni carbonatiche (la idrostruttura dei Monti Simbruini) che costituiscono il potente acquifero di base, con falda non confinata (sotto i depositi lacustri) e falda confinata (sotto il flysch) (Lauciani ed altri, 2005).*

Tale ricerca è stata indirizzata a valutare il bilancio idrico inflow-outflow della Piana, allo scopo di stimare la compatibilità fra i fabbisogni idrici industriali, domestici (civili) e agricoli (irrigui) – questi due ultimi molto variati nel corso dell'anno – e la capacità dell'acquifero alluvionale della Piana di Oricola, allo scopo di evitare prelievi insostenibili.

Il tasso di ricarica della Piana alluvionale di Oricola è risultato essere collegato sia alla infiltrazione diretta che al deflusso ipodermico (*subsurface flow*), essendo il primo parametro molto più debole rispetto al secondo.

Il valore annuale stimato della ricarica oscilla fra $27 \times 10^6 \text{ m}^3$ e $48 \times 10^6 \text{ m}^3$, più elevato rispetto ai previsti futuri fabbisogni idrici annuali industriali e agricoli, stimati pari a $9 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Nel corso della indagine è stato preso in considerazione anche il deflusso idrico sotterraneo profondo della piana di Oricola, la cosiddetta "falda di base", il cui acquifero è costituito dalle unità carbonatiche che fiancheggiano la Piana di Oricola e che ne costituiscono il substrato profondo: tale deflusso profondo si scarica al di fuori del bacino imbrifero del Turano e va ad alimentare le sorgenti di Agosta (Fig11) ed è quindi sottratto al bilancio idrologico del bacino del Turano.

5 - CENNI ALLA VEGETAZIONE DEL BACINO DEL FIUME TURANO

In questa nota si descrive in particolare l'area di Pietrasecca, come esempio della vegetazione del bacino del Turano, per vari motivi. Il primo sta nel fatto che l'area di Pietrasecca ha una posizione centrale nel bacino; il secondo risiede nella constatazione che l'area è caratterizzata da aspetti litologici, geomorfologici e idrogeologici, climatici, fitoclimatici, vegetazionali rappresentativi dell'intero bacino o almeno di gran parte dello stesso.

Nella memoria illustrativa alla carta della vegetazione dell'area di Pietrasecca a cura di Abbate e altri (1994), si fa notare che le unità di vegetazione risultano strettamente correlate al litotipo e alla morfologia. In particolare i raggruppamenti vegetali sono dominati da boschi di querce, la Roverella sui substrati calcarei e il Cerro su quelli argilloso-arenacei.

Infatti sui **calcari** la vegetazione zonale è rappresentata prevalentemente da boschi e boscaglie a *Quercus pubescens* (Roverella), mantelli e cespuglieti a *Cytisus sessilifolius* e *Spartium junceum* (Ginestra odorosa).

Sui **substrati argilloso-arenacei** sono diffusi i boschi mesofili a *Quercus cerris* (Cerro), mantelli e cespuglietti a *Cytisus scoparius* e *Rubus ulmifolius*. Localmente il bosco a cerro è stato sostituito dall'uomo con *Castanea sativa* (Castagno), ad esempio sulle pendici di Monte S. Angelo.

La distinzione citata conferma l'ecologia di tali specie quercine e del loro corteggio floristico, dato che la Roverella, la Ginestra odorosa, prediligono i substrati calcarei, mentre il Cerro predilige i substrati argillosi e argilloso-arenacei, come anche il Castagno. Tale rapporto fra comunità vegetali e substrato viene descritto nel lavoro "Le Unità di Paesaggio" di Gisotti (2011), dove si evidenzia che all'aspetto geologico in senso lato sono correlati altri parametri, come l'acclività dei versanti, la profondità del suolo, la reazione del suolo (pH), ecc.

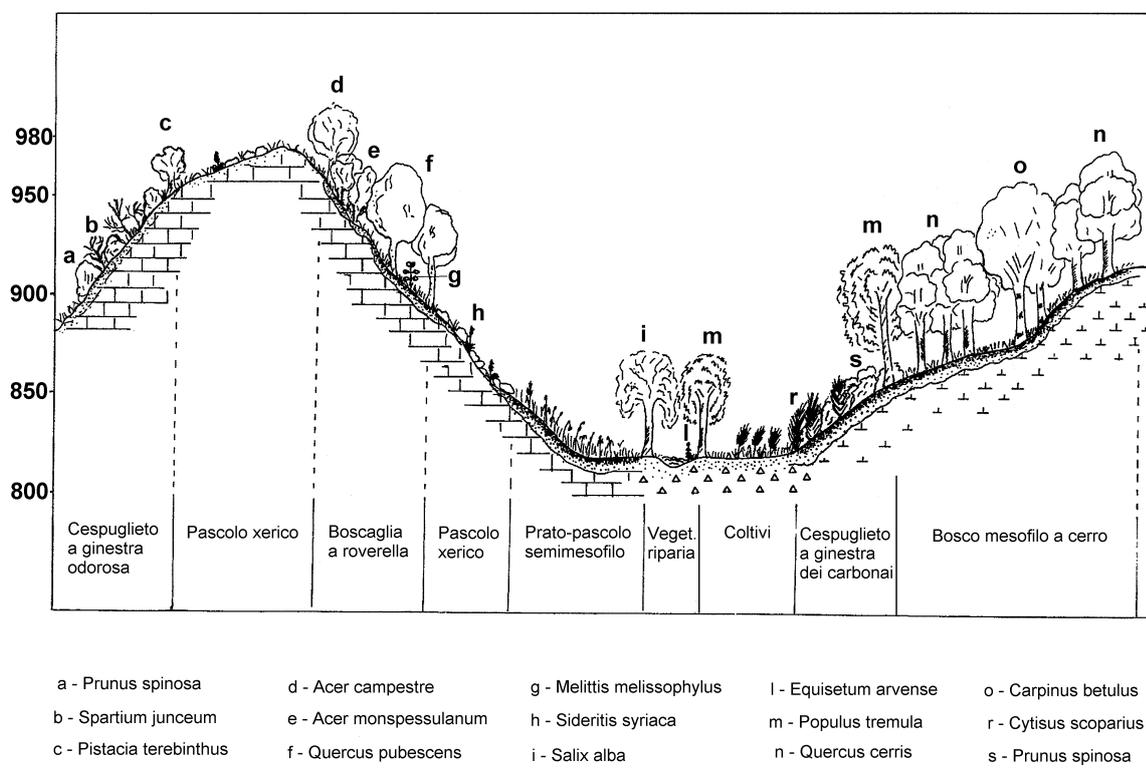


Figura 12 – Rappresentazione schematica della vegetazione nell'area Pietrasecca – Riapazza: a sinistra viene rappresentato un rilievo calcareo, a destra un rilievo argilloso-arenaceo, che costituiscono le principali formazioni geologiche affioranti nel bacino del Turano (Abbate e altri, 1994).

Nella figura 12 viene riportata una rappresentazione schematica della vegetazione nell'area Pietrasecca - Riapazza e viene evidenziato il legame fra il tipo di substrato geologico e le cenosi vegetali.

6 – INQUADRAMENTO DELL' IDRAULICA FLUVIALE

6.1 - Bacino Idrografico

La delimitazione di un bacino idrografico è rappresentata con la linea rossa, come in figura 7, che evidenzia lo spartiacque delle cime montuose e contorna la superficie di raccolta delle acque piovane che corrono sino al fiume. L'intero bacino del Turano e del Salto, anche oltre le dighe fino alla foce nel Velino presso Rieti, è mostrato nella figura 13, stralcio dal bacino idrografico o imbrifero (*imber* = pioggia, *fero* = apportatore) del Tevere, ove sono indicati anche i confini dei vari Comuni interessati dall'idraulica fluviale.

La linea di spartiacque fra il Turano e il Salto non è peraltro evidenziata, come in figura 7, in quanto i due laghi artificiali sono collegati da una galleria idraulica di 9 km al fine di costituire un unico serbatoio di $163 + 278 = 441$ milioni m^3 che alimenta, tramite condotte forzate, la centrale idroelettrica di Cotilia da 320 MW

La lunghezza del Fiume Turano è di 85 km con un'estensione del bacino di 680 km^2 che si riducono a 449 km^2 all'altezza della diga, 35 km dalla foce nel Velino, con il 39% di superficie permeabile e altitudine media 1002 m s.m.

L'assetto idrogeologico evidenziato nelle figure 3, 5 e 11 prosegue sempre caratterizzato alla base dall'unità marnoso arenacea impermeabile letto del lago e che trasversalmente confina i monti calcarei consentendo l'accumulo dell'acqua piovana percolante fra le fratture.

Ciò costituisce nelle unità calcaree una cassa di espansione sotterranea naturale, il cui livello sale fino alle sorgenti di emergenza per sfioro lungo la linea collinare parallela alla valle e d'intersezione con l'unità impermeabile, favorendo il sorgere di abitati tipo Paganica e Ascrea.

Ove invece il fiume incide solo la formazione impermeabile al crescere della piovosità sino ai nubifragi (da 60 mm/h o 40 mm/30 min.) la vegetazione e il terreno si saturano e finiscono per comportarsi come le aree urbanizzate impermeabili, per cui il rapido ruscellamento a valle forma le portate di massima piena del fiume, che nel tratto pedemontano presenta pendenze torrentizie (velocità $> 3 \text{ m/s}$ o 10 km/h).

Particolarmente interessanti sono i dati di *misure idrometriche effettuati dal 1924 al 1935*, figura 14, per progettare la diga di Posticciola: si noti che le portate in tali 12 anni sono state $0,22 \text{ m}^3/\text{s}$ minime e $4,8 \text{ m}^3/\text{s}$ medie, simili alle attuali di figura 16.

Nel novembre 1929 si registrò un picco massimo di $296 \text{ m}^3/\text{s}$, che rapportati ai 449 km^2 del bacino comportano in media $0,66 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$ ($660 \text{ lt/s} \cdot \text{km}^2$; $1 \text{ lt} = 1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ mm} \cdot \text{m}^2$) nell'anno in cui nevicò in modo eccezionale (altezza della neve $> 3 \text{ m}$), per cui al disgelo l'idrometro sotto il ponte di figura 14, toccò il livello di 5.80 m comunque defluente, ben diverso è il pericolo delle slavine.

Le portate giornaliere stimate nell'anno 1935 sono diagrammate in figura 14, con valore massimo di $184 \text{ m}^3/\text{s}$ in dicembre; in forma tabellare sono riportati anche gli elementi caratteristici nei 12 anni di misure.

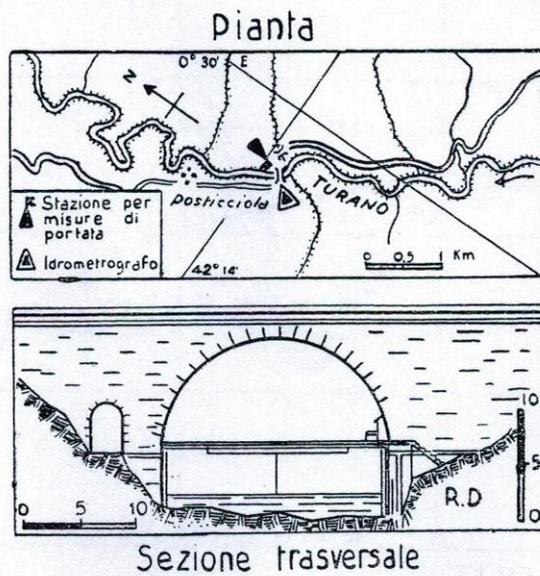
Si ricorda che la diga del Turano, alta complessivamente 80 m, ha pianta arcuata. Nella figura 15 sono riportate le planimetrie originarie del 1937 (Ispra, Eon et al. 2012).



TEV-320-080-60-09	Bacini endoreici di Pietrasecca con inghiottitoi a quote 806 m (grotta dell'Ovito) e 892 m (grotta di Luppa)
TEV-320-080-60-10	Fiume Turano dalle origini fino al ponte della ferrovia Roma-Castellammare Adriatico (bacini endoreici esclusi)
TEV-320-080-60-20	Fiume Turano dal ponte della ferrovia Roma-Castellammare Adriatico fino alla confluenza col fosso di Riancoli incluso
TEV-320-080-60-25	Fiume Turano dalla confluenza col fosso di Riancoli escluso alla diga di Posticciola
TEV-320-080-60-30	Fiume Turano dalla diga di Posticciola al ponte di Roccasinibalda
TEV-320-080-60-40	Fiume Turano dal ponte di Rocca Sinibalda fino al "Ponte Turano" della Via Quinzia
TEV-320-080-60-50	Fiume Turano dal "Ponte Turano" fino alla confluenza col fiume Velino
TEV-320-080-65	Fiume Velino dalla confluenza col fiume Turano alla stazione idrometrica di Terria

Figura 13 - Bacino imbrifero delle Valli del Turano e del Salto e confini dei Comuni interessati alla sicurezza idraulica caratterizzata dai 2 laghi artificiali (Autorità del Bacino del Fiume Tevere)

XXIV. -- Turano a Posticciola. (Mr).



Caratteristiche della stazione :

- a) Bacino di dominio: *kmq* 449 (parte permabile 39 %); altitudine media: m. s. m. 1002; distanza dalla confluenza col Velino: *km* 35; inizio delle misure: gennaio 1924.
- b) Idrometro di riferimento « Ponte di Posticciola » (sp. s.); quota zero m. s. m. 473,424; inizio osservazioni: agosto 1923 (1); massima piena *m* 5,80 (18 novembre 1929); massima magra *m* 0,30 (2, 3, 4 settembre 1935).
- c) Portata (1924-35) (2): media annua *mc/sec* 5,14 (*l/sec.kmq* 11,5); massima piena *mc/sec* 296 (*l/sec.kmq* 660) (18 novembre 1929); massima magra *mc/sec* 0,10 (*l/sec.kmq* 0,2) (2, 3, 4 settembre 1935).

(1) Dal 1916 al 1923 ha funzionato un idrometro a lettura diretta.
 (2) Esclusi gli anni 1931 e 1932.

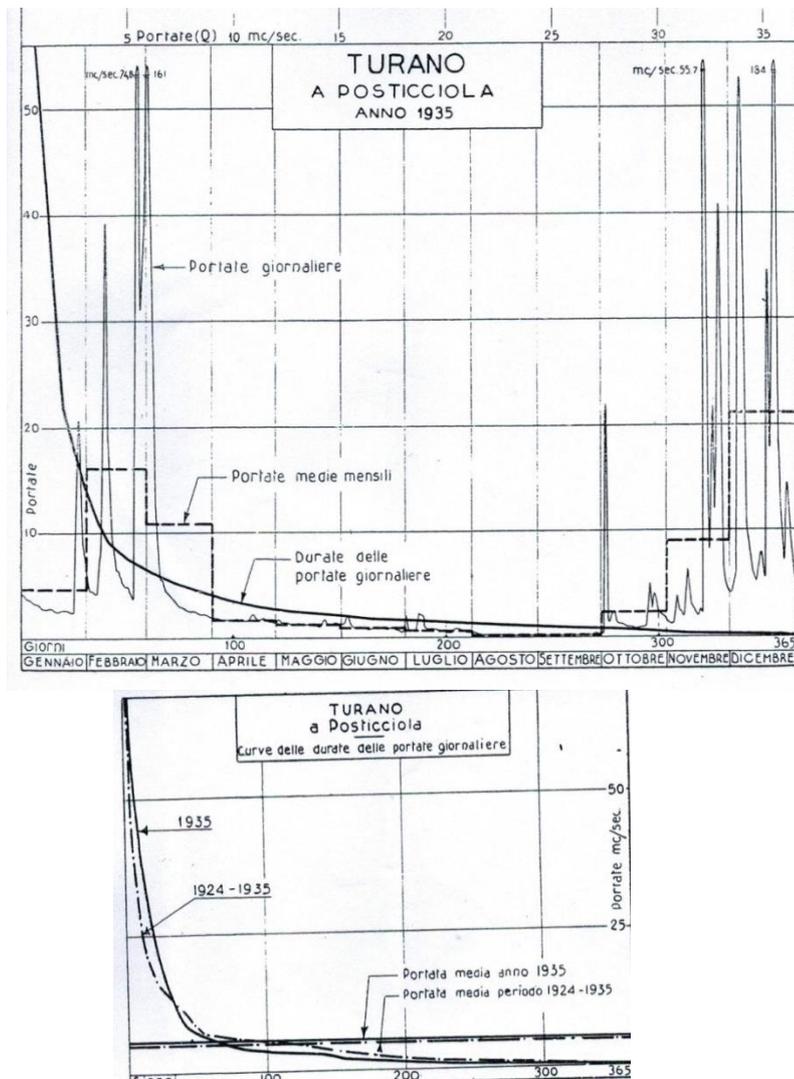


Figura 14 – Portate del Turano dal 1924 al 1935 misurate all'idrometro di Posticciola realizzato per progettare la diga (Servizio Idrografico di Roma: Annali Idrologici)

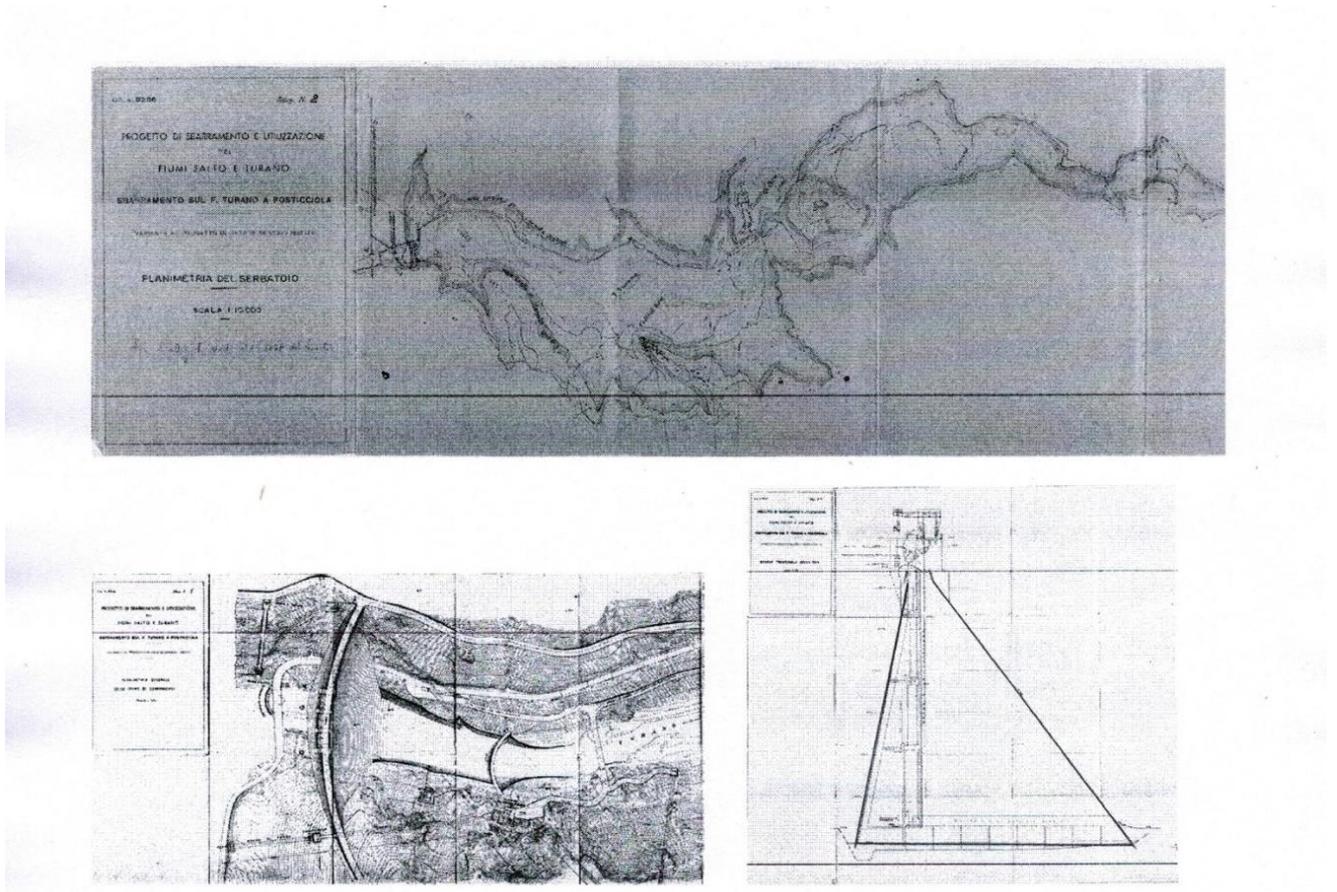
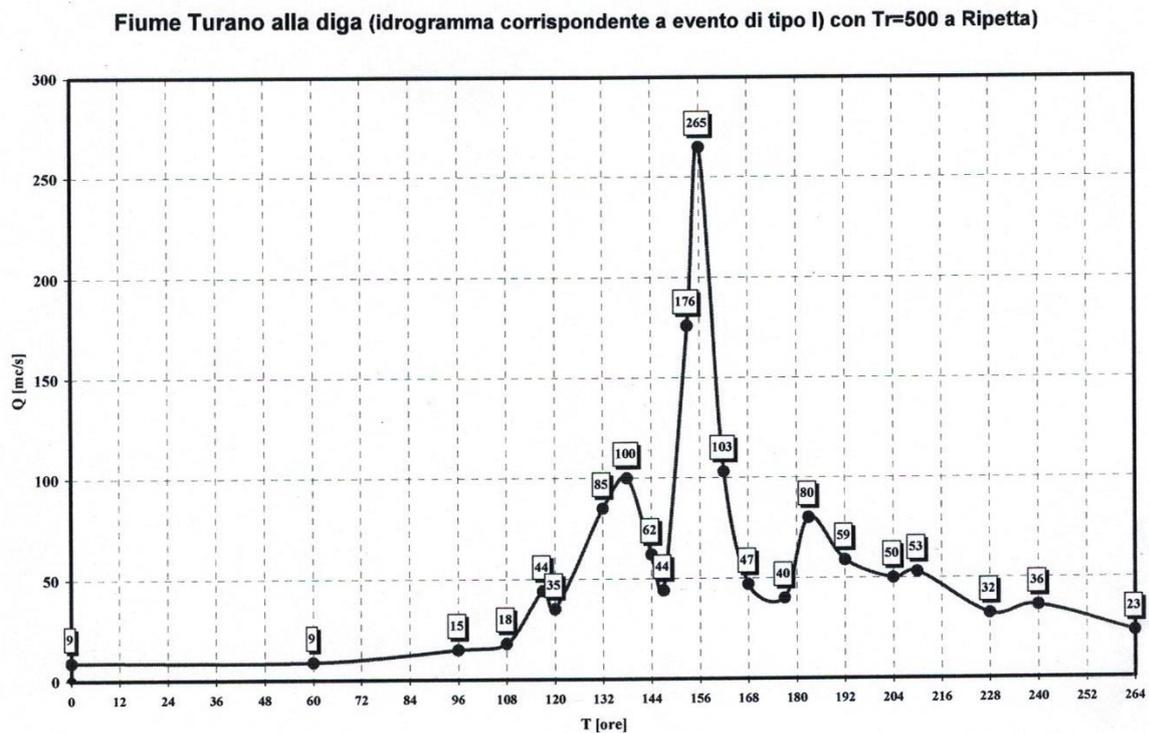


Figura 15 - Planimetrie originali del 1937 del bacino oltre Colle e Castel di Tora, pianta e sezione della diga del Turano (gentile concessione ERG)



Figura 16 - Il Turano a) in secca fotografato nell'agosto 2016 nell'attraversamento di Carsoli, il verso della corrente è dal basso verso l'alto dell'immagine (foto Gisotti) b) a febbraio 2015 al ponte sotto la strada Turanese verso il bivio per Vivaro (foto Ventura).



Terria [VE_2180 – VE_2170]: Sezione VE_2180					
T_r (anni)	Q totale (m^3/s)	W.S. Elevation (m.s.l.m.)	Velocità sx (m/s)	Velocità canale (m/s)	Velocità dx (m/s)
50	265	378,84	0,2	0,53	0,14
100	305	378,90	0,22	0,58	0,16
200	350	378,95	0,25	0,64	0,18
500	415	379,10	0,28	0,67	0,19

Figura 17 – Portate massime in base ai tempi di ritorno di 500 anni per stimare i contributi al Tevere in Roma; Idem registrate all'idrometro di Terria nel Velino subito dopo la foce del Turano (Autorità del Bacino del Fiume Tevere 2005)

Se si esamina l'idrometro di Roccasinibalda il rilievo delle portate è molto mitigato dalla diga, invece alla foce del Turano, che sottende l'intero bacino di 680 km², già però nel Velino all'idrometro di Terria, oggi dismesso e spostato più a valle, si registrano idrogrammi meno intensi di quelli degli anni '30 e nella tabella di figura 17 sono riportate le portate probabili in funzione dei

vari tempi di ritorno T_r : la portata bisecolare è $350 \text{ m}^3/\text{s}$ ovvero rapportata al bacino in media $0,51 \text{ m}^3/\text{s}\cdot\text{km}^2$ e per 500 anni $415 \text{ m}^3/\text{s}$ ($0,66 \text{ m}^3/\text{s}\cdot\text{km}^2$).

6.2 – Elaborazioni Idrologiche

A titolo esemplificativo dell'importanza della sistemazione dei rami secondari del bacino idrografico, si esamina il caso del Valle Mura, primo affluente del Turano con confluenza entro l'abitato di Carsoli, ove era una piccola cascata che serviva un mulino demolito quando si è cementificato l'alveo e in particolare si è ristretta la confluenza e realizzata una soglia di fondo.

Il bacino del Valle Mura parte da quota 1135 m s.m e scende a 600 m s.m. con una pendenza media del 5%. Morfometricamente il bacino è rettangolare lungo 12,4 km e largo 3 km con un'estensione di 38 km^2 per il 50 ÷ 70% impermeabili. Gli apporti di bacini endoerici al torrente Valle Mura arrivano dalle grotte dell'Ovito (15 km^2) e di Luppa ($7,6 \text{ km}^2$) nei calcari permeabili, come da figura 9.

In mancanza di campioni di portata dedotta da misure idrometriche, per la stima del valore della portata di piena di prefissata frequenza probabile si fa ricorso alle elaborazioni statistico-probabilistiche di campioni dati di pioggia, a tecniche di regionalizzazione dell'informazione pluviometrica puntuale e, successivamente, all'applicazione di vari modelli di calcolo della trasformazione afflussi/deflussi.

Al crescere dei tempi di ritorno le valutazioni probabilistiche massimizzano l'intensità delle piogge e la durata d estrema (nubifragi persistenti) e minimizzano il tempo t di corrivazione estremo ($t \ll d$) ovvero le ore che occorrono a una generica goccia di pioggia, caduta nel punto idraulicamente più lontano, per raggiungere la sezione di calcolo scorrendo prolungatamente lungo il bacino impermeabile fino alla linea d'impluvio che raccoglie la predetta trasformazione in piene.

In conclusione per tempi di ritorno di 200 anni nel caso in esame, assumendo dati estremali, si perviene a portate di massima piena fino a $Q_c = 230 \text{ m}^3/\text{s}$, valore confrontabili con quello di figura 14 stimato però alla diga, ovvero con sotteso un bacino molto più esteso o addirittura prossime alle portate del Velino di figura 17 dopo la foce dell'intero bacino del Turano.

Tale piena si riduce ai valori ammissibili per l'alveo del Valle Mura con le velocità di deflusso torrentizie: appena si modificano di poco i predetti dati estremi le portate scendono subito.

Si evidenzia infatti che i predetti dati sono esponenziali e il doppio effetto dei valori "estremali" probabilistici massimi e minimi, per giunta incrementati anche della distanza di sicurezza fra di essi, è analogo a quello di seguito richiamato nei riguardi delle massime azioni sismiche e minime resistenze geotecniche: *senza misure attendibili a norma si esasperano subito i dati di calcolo per via probabilistica giungendo ad una sicurezza idraulica che comporta costi molto elevati, che tendono a escludere interventi di sistemazione naturalistici che regolarizzano i deflussi.*

7 – CRITERI DI SICUREZZA PER L'ESISTENTE

7.1 La nuova Normativa Tecnica delle Costruzioni NTC2008

Si richiamano brevemente alcune considerazioni sui contributi e limiti dei criteri di sicurezza vigenti sia in campo strutturale che idraulico specie in zona sismica (Ventura P. 2017).

Si è passati da fattori di sicurezza deterministici che distanziano globalmente i margini fra gli effetti delle *azioni* e quelli della *resistenza* delle costruzioni ai criteri semiprobabilistici basati sui fattori parziali di sicurezza ripartiti fra azioni, materiali e regole di verifica che vengono variati in base sia alla qualità dei dati sperimentali e sia all'aleatorietà di ciascuno.

Il riferimento ai modelli rigorosi di calcolo ipotizzati su azioni e resistenze "*perfette*", specie nel criterio deterministico, serviva per prendere le distanze di sicurezza con un fattore globale, in base all'esperienza secolare, in modo da coprire tutte le differenze con le azioni e resistenze "*imperfette*" reali, specie quelle impossibili da conoscere ed affidate allora a controlli periodici, come in

Medicina... massimizzando prima il movimento e minimizzando in media il mangiare, anche qui senza estremismi.

L'attuale criterio semiprobabilistico si avvicina pertanto di più al passato determinismo quanto più la sicurezza si basa su dati statistici da prove reali e tanto più ai criteri probabilistici quanto più si fa affidamento agli eventi che virtualmente possono diventare certi.

In particolare i criteri probabilistici segnalano il crescere della probabilità in sicurezza in base al rapporto fra la vita dell'opera e il crescere del tempo di ritorno di un evento rischioso: il rischio della vita delle persone, per una costruzione con una vita utile di 50 anni, nella normativa si riduce ad esempio al 10% se si prevedono nel progetto antisismico effetti da terremoti con tempi di ritorno di 475 anni e con tempi di ritorno di 100 anni il rischio sale al 19% paragonabile a tanti altri.

Si evidenzia inoltre che le norme da *prescrittive* delle regole generali da rispettare sono diventate *prestazionali* ovvero impongono il rispetto dei predetti criteri di verifica.

Emblematica in proposito è la previsione delle piene per una diga che deve avere una vita millenaria e che con tempi di ritorno ancora maggiori conduce a portate di progetto probabilistiche da diluvio universale e nell'illusione del rischio zero, ben più grave ed estremo è lo spostamento sismico da attivazione di un faglia passante.

Si ricorda che rischio viene da *resicare* ovvero tagliare le onde di traverso come con coraggio facevano i nocchieri, beccheggiando fortemente, pur di non essere ribaltati dalle tempeste.

Considerazioni analoghe valgono per le sistemazioni fluviali o per gli edifici esistenti specie secolari in muratura che comporterebbero la demolizione e ricostruzione di quasi tutti i nostri borghi.

È evidente che per scuole, ospedali, servizi pubblici essenziali e per aziende private che danno lavoro si deve ricorrere ai moderni validissimi criteri antisismici delle nuove costruzioni.

Accettare poi per le verifiche delle costruzioni esistenti di non introdurre azioni estreme e resistenze dei materiali minime, specie riguardanti le murature e i terreni, corrisponde a chiamare i margini di sicurezza più umilmente margini d'ignoranza come li definivano i nostri Maestri, anziché margini di aleatorietà probabilistici.

Ciò fa parte dei limiti dell'uomo nel controllare la natura e non si possono invocare sicurezze e indagini non realistiche, specie per privati con basso reddito, impossibili per prevedere effetti eccezionali in tutti i casi prestazionali possibili, oltretutto con costi enormi.

Soluzioni naturalistiche e esclusione delle costruzioni nelle zone a rischio elevato rimangono le possibilità più valide e anche sostenibili ecologicamente ed economicamente; vanno poi valutati caso per caso gli interventi sia di miglioramento che di adeguamento, specie in funzione delle condizioni idrogeologiche e di microzonazione.

7.2 Cenno ai criteri antisismici

Il sisma di Amatrice presenta lo spettro di figura 18a caratterizzato dagli spostamenti est ovest per la spinta dovuta all'incuneamento della placca africana intorno al mare Adriatico e lungo tutta l'Appennino, rendendo simili le magnitudo dei terremoti lungo tutte le fratture tettoniche e le faglie che la circoscrivono.

La figura 18 b,c evidenziano poi gli analoghi spettri registrati a Norcia e a L'Aquila confrontati con lo *spettro di norma da macrozonazione*. Norcia è stata danneggiata soprattutto dalle repliche (after shock) fino a 6,5 di magnitudo più forti e della prima e della scossa del 1979 ($M = 5.9$).

Gli spettri incrementati con gli *effetti di microzonazione sismica* previsti dalla normativa NTC2008 e *ridotti per effetto degli smorzamenti (Damping) della struttura di 2,5 per lo stato limite di danno*. forniscono un riferimento attendibile per i progetti di strutture in zona ad alta sismicità.

Le costruzioni devono presentare una capacità di smorzamento dei picchi di risonanza, figure 18, di almeno $D = 20\%$, come è possibile anche per edifici in muratura regolari e di buona consistenza, ovvero con valida massa M e rigidità K , conservate con idonea manutenzione.

Si ribadisce inoltre che nonostante le “crisi dei criteri di sicurezza” causate dalle repliche sul terremoto di progetto *si deve comunque fare l’adeguamento e/o la ricostruzione in quanto pur con i danni, almeno si evitano i crolli e si salvano vite; le repliche forti possono poi provocare i crolli ma le evacuazioni sono già avvenute.*

Si noti inoltre che il periodo di risonanza intorno a 0,2s, analogo al periodo naturale di edifici di 2 piani, favoriscono i crolli purtroppo soprattutto per mancanza di consistenza murarie.

Speranze destano gli interventi antisismici di Vallo di Nera o la saggezza antica delle fondazioni su roccia che hanno salvato Vezzano; tutto naturalmente da valutare caso per caso secondo la problematica sopra evidenziata.

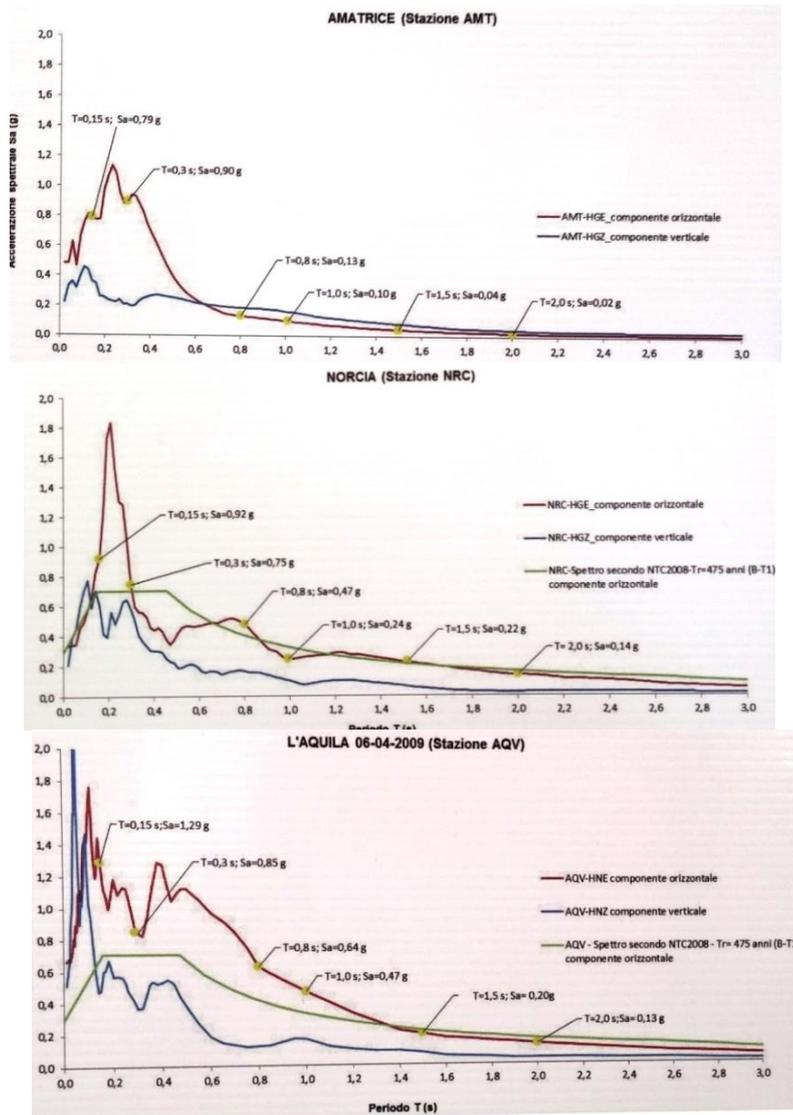


Figura 18 - Spettri dei terremoti italiani recenti confrontati con quelli previsti di progetto da NTC2008 per la sola macrozonazione sismica e per un tempo di ritorno di circa 5 secoli: a) Amatrice 2016; b) Norcia 2016; c) L’Aquila 2009 (INGV, Poster Istituto per Geometri di Rieti)

Si evidenzia infine l’importanza di valorizzare le norme NTC con le radici culturali del 1895 riguardanti il “Regolamento per la direzione, la contabilità e la collaudazione dei lavori dello Stato che sono nelle attribuzioni del Ministero dei Lavori Pubblici” che si fondava su precisi articoli

iniziali incentrati sui ruoli dei responsabili del *Genio Civile*, sulla manutenzione e sulle modalità contabili dei lavori e solo dopo erano dati gli articoli sulle prescrizioni per i progetti.

8 – VALORIZZAZIONE DELLA VALLE DEL TURANO

8.1 –Il Contratto di Fiume e la Difesa Naturalistica

La precedente raccolta di dati è essenziale per evidenziare le problematiche del corso d'acqua da prevenire specie con le difese naturalistiche e i possibili utilizzi nel rispetto ambientale.

La manutenzione dei fiumi, insieme a quella di tutti i Lavori Pubblici, era sotto la diretta responsabilità del Genio Civile prima che fossero trasferite le competenze nel 1972 alle Regioni.

Tale cogente criterio è stato purtroppo negli ultimi decenni frammentato e disperso nella spartizione delle competenze Stato-Regioni-Province-Comuni.

Molto importante è il riequilibrio riguardante le competenze Stato-Regioni, evitando peraltro anche troppe concentrazioni di potere, in modo da ridare allo Stato il ruolo di gestore specie delle infrastrutture e delle produzioni di energia: in tale quadro il ruolo dell'Autorità di Bacino è preposto alla progettazione organica delle sistemazioni fluviali mentre ai Comuni va affidata la sola manutenzione.

In tal modo si tiene conto della visione d'insieme del Bacino imbrifero e si evita la parcellizzazione dei progetti, secondo la lungimirante legge De Marchi 183/89, promulgata ben 23 anni dopo l'istituzione della Commissione dopo l'alluvione di Firenze del 1966 e tuttora di fatto differita e disattesa nelle Conferenze di Servizio, per cui urge una restrizione delle competenze, come proposto anche nel recente articolo di Geologia dell'Ambiente (Gisotti, Masciocco, Vannucci 2016).

Per attivare la prevenzione è importante la partecipazione dei cittadini per stipulare il Contratto Territoriale di Fiume che censisca in tempi brevi le istanze dei Comuni che gravitano lungo l'asta del Turano, in modo da consentire un'organica sistemazione da inserire poi in appositi progetti che superano i vari confini, in un quadro unitario specie per le sistemazioni dei bacini idrologici.

In tal modo si contemperano anche gli apporti locali degli affluenti (Valle Mura, Cammarata, Berani, Sesera, Riancoli, Gole dell'Obito ecc.) e sotterranei carsici (Grotta del Cervo, Inghiottoi dell'Ovito, di Lupa ecc.).

Toponimi, anche di sorgenti, ben noti ai contadini e oggi dimenticati si intrecciano con quelli speleologici oggi più ricercati ma da valorizzare seguendo la circolazione delle acque comuni e ... fra i Comuni, con contratti condivisi per la tutela e la corretta gestione delle risorse idriche.

Le Difese Fluviali a cominciare da quelle d'Ingegneria Naturalistica fino a quelle più incisive di Costruzioni Idrauliche (Majone 2014) vanno anzitutto precedute dalla manutenzione dell'alveo asportando gli alberi caduti e tutti i rifiuti che ostacolano il deflusso delle acque e mantenendo la vegetazione delle sponde in modo da evitare l'erosione e l'interrimento del letto.

8.2 – La scuola di manutenzione fluviale e per il disinquinamento, nuove iniziative aziendali

Per ripristinare la manutenzione è necessario ricostituire il ruolo dell'Ispettore fluviale e degli operai esperti in manutenzione, in modo da formare una squadra permanente che per gli 85 km del Turano può essere di 6 persone sostenibili e/o trasferibili dai bilanci di tutti i Comuni.

Più in generale si può costituire una scuola professionale per manutentori fluviali in cui s'insegnano elementi di botanica e biologia fluviale, le tecniche di potatura e impianto delle essenze locali, le difese d'ingegneria naturalistica minori, la manutenzione delle opere idrauliche per le difese fluviali.

La scuola può essere affiancata da un vivaio ove si coltivano le essenze per la manutenzione dei fiumi, come in Alto Adige a Prato allo Stelvio e Predoi e un campo prove per imparare a costruire le difese naturalistiche, in modo da esportare competenze e mezzi per i fiumi delle Regioni limitrofe.

Si recupererebbero i gravi ritardi sulle competenze riguardanti la manutenzione e avvierebbe concretamente un tassello della green economy. In proposito la predetta scuola potrebbe essere integrata dall'altrettanto urgente preparazione di operatori per il disinquinamento specie dei fiumi e per la trasformazione circolare della raccolta differenziata dei rifiuti (materie prime-secondarie).

Capannoni dismessi nell'area industriale della Piana del Cavaliere potrebbero essere adibiti ad impianti per la predetta trasformazione dei rifiuti a cominciare ad esempio da quelli elettronici ricchi di metalli preziosi, evitando di buttare televisori e computer nei fiumi e nei boschi.

Urge costruire impianti di trasformazione dei rifiuti differenziati per ridurre le tariffe e inoltre realizzare imballaggi biodegradabili in particolare utilizzando scarti agricoli in modo da ridurre i rifiuti e rendere convenienti impianti innovativi per ridurre le discariche, spesso marcite sotto la pioggia, o inceneritori che comunque hanno residui del 30% in ceneri da smaltire e sofisticati costosi filtri da monitorare e cambiare per non inquinare.

L'ottima argilla caolinica che veniva usata a Turania potrebbe poi essere rilanciata per produrre terrecotte artistiche in particolare per il restauro dei monumenti delle zone terremotate. In tale ottica si potrebbe fare un gemellaggio con il Comune di Cervara di Roma e, anziché promuovere le sculture sulla viva roccia, sviluppare l'arte della creta invitando artisti internazionali, potenziando l'esistente museo di Arte moderna e creando lavoro anche per le persone più svantaggiate, riattivando inoltre il mercato immobiliare.

La piana inoltre sotto Vivaro che a causa dell'abbandono dell'agricoltura è diventata macchia di mele selvatiche e ghiande, come ai tempi dei pascoli di maiali nella centuriazione romana, potrebbe essere sede di un piccolo mattatoio per la carne dei cinghiali e di una norcineria da cacciagione, anche tramite il gemellaggio con Roccastrada in Maremma. L'incremento dell'igiene e della qualità accrescerebbe i guadagni e la mitigazione dell'invasione degli animali selvatici che rovinano i pochi orti rimasti ed entrano ormai dentro i paesi.

L'uso civico degli immensi boschi locali imitando il Trentino, specie per il consumo della legna da ardere vanno sviluppati con i criteri dei beni demaniali e delle antiche *universitas* agro-pastorali.

Si possono ad esempio recuperare i castagneti ritornando, oltre al legname, alla produzione, tramite moderni essiccatoi solari, della farina di castagne richiesta per i dolci anche all'estero o come in Norvegia per l'impanatura del pesce.

Si ricorda per inciso che il legislatore ha escluso il demanio idrico e anche marittimo dai beni disponibili solo come proprietà pubblica o privata, per cui la gestione delle bollette dell'acqua deve essere completamente rivista nello spirito delle *benefit corporations* ovvero delle aziende che oltre al profit sono attente ai migliori sviluppi socio-ambientali, senza peraltro usufruire di sgravi fiscali per non interferire con le imprese sociali definite nella nuova legge sul volontariato.

L'acquisizione di buone pratiche attingendo e imitando i Comuni virtuosi anche oltre Italia richiede anzitutto una rete cittadina di relazioni umane che dedichi in media almeno 1 giorno/mese agli interessi comuni, con la soddisfazione di non rischiare di diventare "webete" e passare dal virtuale alle relazioni reali.

8.3 – Il Cammino di San Benedetto

Sono ben noti i vantaggi ambientali-sanitari - economici della prevenzione tramite la manutenzione e quelli della riduzione, riciclo e riuso dei rifiuti per non inquinare anzitutto i fiumi.

Tale valorizzazione è di fondamentale importanza anche per la Valle del Turano, lungo cui peraltro non ci sono le attrattive tipiche dell'odierna pubblicità, ma un tranquillo lago artificiale ove ora si pescano le "ruelle" pesci molto saporiti.

In proposito si evidenzia invece che proprio l'assenza di forti attrattive è la vera fortuna nascosta della valle che consente di assaporare la natura e volendo di attingere le forze per l'azione giornaliera dalla contemplazione indotta da serene passeggiate lungo il fiume e nei boschi.

In proposito tale patrimonio è fruibile con passeggiate per gli antichi sentieri dei pastori o dei mulattieri e taglialegna, fino ai tanti eremi come quello della Madonna dei Bisognosi o di San Martino o di Colle S. Angelo o S. Michele Arcangelo molto suggestivo anche a Montorio.

Interessante è anche il ripristino del sentiero che costeggiava il Turano, ricalcando l'antico percorso dei contadini e inoltre il cammino di San Benedetto, figura 19.

Si potrebbero anche valorizzare come area di sosta gli antichi mulini ad acqua, partendo ad esempio dagli Atti del Convegno organizzato da Sigea a Pereto pubblicati nel Supplemento a "Geologia dell'Ambiente" n.3/2011, scaricabili dal sito web della Sigea.

In tal modo oltre a consentire l'ispezione periodica del fiume da parte della predetta squadra da adibire alla manutenzione, si attua il potenziamento dello sviluppo turistico spirituale.

Il Patrono d'Europa ci ricorda che per far funzionare ventisette Nazioni (dopo la Brexit) insieme occorre creare un'unità nuova e duratura, in cui sono certo importanti gli strumenti politici, economici e giuridici, ma occorre anche suscitare un rinnovamento etico e spirituale... scendendo di scala ciò vale anche per i Comuni lungo il Turano.



Fig. 19 Cammino di San Benedetto: tratto centrale lungo il Turano (Frignani 2013)

Il recente crollo a Norcia della Basilica di San Benedetto Patrono d'Europa deve ricordare al Parlamento Europeo che se non vuole crollare deve ritrovare l'unità etica e non solo degli euro concessi per finanziare la ricostruzione della Basilica.

Contemplare del resto viene dal latino *cum templum*, ovvero osservare dal tempio lo spazio del cielo per invocarne gli auspici nelle azioni da attuare: passeggiando lungo il fiume si può diventare cittadinanza attiva per proteggerlo e trarne nuovi benefici.

La prima valorizzazione in ogni caso è quella delle relazioni fra le persone che riflettono sui propri territori per favorirne la conoscenza e promuoverne lo sviluppo.

BIBLIOGRAFIA

Abbate G., Frattaroli A. R., Pace L. G. (1994) *Memoria illustrativa alla carta della vegetazione dell'area di Pietrasecca (scala 1:10.000) (Abruzzo – Italia Centrale)*, in Burri E. - *L'area carsica di Pietrasecca (Carsoli, Abruzzo). Studio multidisciplinare*, in *Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia – 5 – serie II*. Gruppo nazionale geografia fisica e geomorfologia, Sezione Carsologia. Chieti.

Agostini S. (1994) *Caratteri geologici e strutturali dell'anticlinale e del bacino di Pietrasecca (Carsoli, Abruzzo – Italia Centrale)*, in Burri E. - *L'area carsica di Pietrasecca (Carsoli, Abruzzo). Studio multidisciplinare*, in *Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia – 5 – serie II*. Gruppo nazionale geografia fisica e geomorfologia, Sezione Carsologia. Chieti.

Autorità di Bacino del Tevere (1996) *Quaderno idrologico del Fiume Tevere*, in *Tevere*, Supplemento al n. 2/1996, Roma.

Associazione del Genio Civile (2016) *1816-2016 Duecento anni di Genio Civile: viaggio alle radici di una cultura al servizio del bene comune* - Torino 6 dicembre

Bono P., Capelli G. (1994) *Idrologia sotterranea e di superficie dei Monti Carseolani (Italia Centrale)*, in Burri E. - *L'area carsica di Pietrasecca (Carsoli, Abruzzo). Studio multidisciplinare*, in *Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia – 5 – serie II*. Gruppo nazionale geografia fisica e geomorfologia, Sezione Carsologia. Chieti.

Burri E. (1994) *L'area carsica di Pietrasecca (Carsoli, Abruzzo). Studio multidisciplinare*, in *Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia – 5 – serie II*. Gruppo nazionale geografia fisica e geomorfologia, Sezione Carsologia. Chieti.

Celico F., Habetswallner F. (2000) *L'uso di acquiferi fluvio-lacustri quali serbatoi naturali di compenso*, in *L'Acqua*, n. 6.

D'Orefice M., Graciotti R. (2015) *I prodotti vulcanici della conca intermontana di Oricola-Carsoli*, in *Geologia dell'Ambiente*, n. 2, Sigea, Roma.

Frignani S. (2013) *Il Cammino di San Benedetto* Terre di Mezzo Editore.

Gisotti G. (2011) *Le Unità di Paesaggio. Analisi geomorfologica per la pianificazione territoriale e urbanistica*, Collana Sigea di geologia ambientale - Dario Flaccovio Editore, Palermo.

Gisotti G., Masciocco L., Vannucci G. (2016) *Proposte per la revisione e il riordino della normativa in materia di difesa del suolo e di contrasto al dissesto idrogeologico*, in *Geologia dell'Ambiente* n 1, Sigea.

ISPRA, EON , et al. (2012) *Il lago del Turano e la Grande Diga* Settimana Pianeta Terra.

Lauciani E., Leopardi M., Lorè A., Magaldi D., Ranalli D., Remedina G., Scozzafava M. (2005)

Gisotti, Ventura: Valorizzazione del fiume Turano

The potential water resources of the Oricola plain, in EWRA, 7-10 sett., Menton.

Majone U. (2014) *Manuale dell'Ingegnere Civile e Ambientale* Edizione Hoepli.

Novelli G. (1983) *Castel di Tora: realtà e leggende su un antico borgo medioevale* Edizione del Cerro, Tirrenia (Pisa).

Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento Servizi Tecnici Nazionali – Servizio idrografico e mareografico nazionale – Ufficio compartimentale di Roma (1999) *Carta dei bacini idrografici*, Roma.

Regione Lazio (2005) *Sabina il territorio di carta* Assessorato alla Cultura, Editalia

Servizio Geologico d'Italia *Carta Geologica d'Italia* a scala 1:100.000, F.144 Palombara Sabina, F.145 Avezzano.

Società Geologica Italiana *Guida Geologica Regionale (Lazio)*, BE-MA Editrice

Ventura P. (2017) *Fondazioni* 1^a edizione 2011, 2^a edizione in pubblicazione, Editrice Hoepli.

RINGRAZIAMENTI

Gli Autori ringraziano il Prof. Ing. Gianrenzo Remedica già Ordinario di Costruzioni Idrauliche e Marittime e Idrologia, Facoltà di Ingegneria Università dell'Aquila, il Dr. Ing. Giuliano Spogli della ERG per i disegni originali dell'invaso del Turano e il Dr. Geol. Giacomo Di Matteo di Carsoli, i quali ci hanno fornito informazioni e dati molto utili per la stesura di questa nota.



**Dott. Geol. Giuseppe Gisotti: Presidente Onorario
Società Italiana di Geologia Ambientale
info@sigeaweb.it
<http://www.sigeaweb.it>**



**Prof. Ing. Pierfranco Ventura: Segretario Generale
Scienziati e Tecnologi per l'Etica dello Sviluppo
Via Veronica Gambara 16 – 00137 Roma
<http://www.steseoetica.it>**