

MICHELANGELO RUGGIERI

DAL TRAFORO DEL GRAN SASSO D'ITALIA ACQUA PER IL TERAMANO (*)

Tra le modifiche più vistose che siano mai state apportate al paesaggio montano sono quelle derivanti dalla costruzione di lunghe gallerie autostradali attraverso i massicci alpini ed appenninici, nei quali è già molto forte la diversione delle acque correnti dai naturali displuvi in seguito all'utilizzazione idroelettrica integrale dei bacini torrentizi e fluviali. A differenza dei canali di gronda e delle gallerie di gronda (per l'ampliamento dei bacini imbriferi dei laghi-serbatoi), che si svolgono per parecchie decine e centinaia di chilometri con tracciato prossimo ad una curva di livello, le gallerie autostradali sono assai meno lunghe, superando, attualmente, solo in qualche caso i 10 chilometri.

Tuttavia, anche le gallerie autostradali partecipano al cambiamento dell'assetto idrico « naturale », vale a dire attuale, del territorio, soprattutto quando questo è di natura carsica. E' il caso del traforo, in due gallerie, costruito sotto il Gran Sasso d'Italia, ora in fase di ultimazione, di cui ho segnalato in questo « Bollettino » l'abbondante fuoriuscita di acqua verificatasi già durante le prime fasi dello scavo (1). Nell'arco di tempo trascorso, una decina di anni, la perdita di acqua è venuta assumendo proporzioni considerevoli con conseguenze sensibili sulle portate di alcune sorgenti e quindi sull'approvvigionamento degli acquedotti, in particolare sul versante teramano del massiccio. I responsabili dell'opera autostradale hanno dovuto faticare non poco per assicurare alcune frange più eccitate dell'opinione pubblica circa la pericolosità del fenomeno.

(*) La presente nota fa parte di una ricerca su *L'impatto dell'autostrada nel paesaggio: il caso della Roma-Adriatico*, in corso di svolgimento con finanziamento del Ministero della Pubblica Istruzione.

(1) M. RUGGIERI, *La galleria del Gran Sasso d'Italia e il «divortium aquarum»*, in «Boll. Soc. Geogr. Ital.», Roma, 1972, pp. 744-747.

Bisogna prendere atto con soddisfazione che la tecnica di oggi ha reso possibile ciò che appena un ventennio fa M. Gortani riteneva non tanto irraggiungibile quanto pericoloso: la perforazione di un massiccio, almeno in superficie, di natura carsica (2).

Nella precedente nota sull'acqua del traforo cui ho fatto cenno, prendendo in esame il fenomeno del «divortium aquarum» nella prospettiva che con il procedere dei lavori di scavo la perdita di acqua si stabilizzasse intorno a valori compatibili con il bilancio idrico del massiccio, facevo rilevare come già si fossero verificate magre inconsuete nel regime di alcune sorgenti del versante teramano, a quell'epoca non ancora profondamente interessato dallo scavo. Le magre, dipendenti probabilmente anche dalle condizioni meteorologiche sfavorevoli, secondo qualcuno venivano a queste attribuite soltanto per calmare le popolazioni, spesso informate con un certo allarmismo dalla stampa locale.

I timori di ulteriori complicazioni idrologiche, peraltro espressi e forse esasperati anche in campo nazionale, vennero presto ritenuti infondati da molti, i quali, successivamente, sembrano aver cambiato idea circa il nuovo assetto che andava prendendo la circolazione dell'acqua all'interno della della montagna più alta dell'Appennino.

Pertanto mi sembra opportuno tornare sull'argomento che interessa ormai da anni il rifornimento idrico della provincia di Teramo, rifornimento per il quale si fa ormai affidamento sul recupero dell'acqua del traforo in parte già captata.

Verso la fine dell'estate del 1970, quando era stato scavato meno di un quinto degli oltre 10 km del traforo (3), i lavori, iniziati da due anni e proseguiti attraverso calcari cretaci dando luogo a perdite di acqua fino a 200 l/sec per ognuna delle due vie di scavo del versante meridionale del Gran Sasso, furono bruscamente interrotti dall'improvviso scaturire di

(2) « Mentre l'escavo stesso può dare adito a incognite addirittura paurose, nessuno è in grado di prevederne le conseguenze » (M. GORTANI, *Canali di gronda e divortium aquarum*, in « Natura e Montagna », Bologna, 1962, n. 1, pp. 3-9; cfr. p. 9). Relativamente al Gran Sasso d'Italia, sono ben note e studiate le forme carsiche superficiali. La stessa cosa non può dirsi per il carsismo ipogeo, alla conoscenza del quale ha senza dubbio contribuito lo scavo delle gallerie di cui si parla. E' stata confermata, grazie ai vari sondaggi effettuati, la presenza di una zona carsica a forte permeabilità spessa poco meno di 200 m, tra le quote 1500 e 1700 m s.m., posta 600-700 m al di sopra della quota media delle gallerie.

(3) Il traforo ha una lunghezza di oltre 10 km con due canne, galleria destra (S-N) di 10.175 m e galleria sinistra (N-S) di 10.121 m, interasse medio 60 m. Le quote d'imbocco si trovano nel versante meridionale (aquilano) presso Assergi a 958 m s.m., nel versante settentrionale (teramano) presso Casale San Nicola a 889; il vertice altimetrico delle gallerie è a 973 m s.m. La copertura massima è di 1380 m. L'altezza delle gallerie è di 8,5-11,5 m, con una sezione media teorica di scavo di 80-110 m² ed una larghezza media di 12 m. La galleria dei servizi è lunga 2600 m (dall'imbocco teramano), con una sezione di 25 m². Lo scavo è stato di circa 1.800.000 m³.

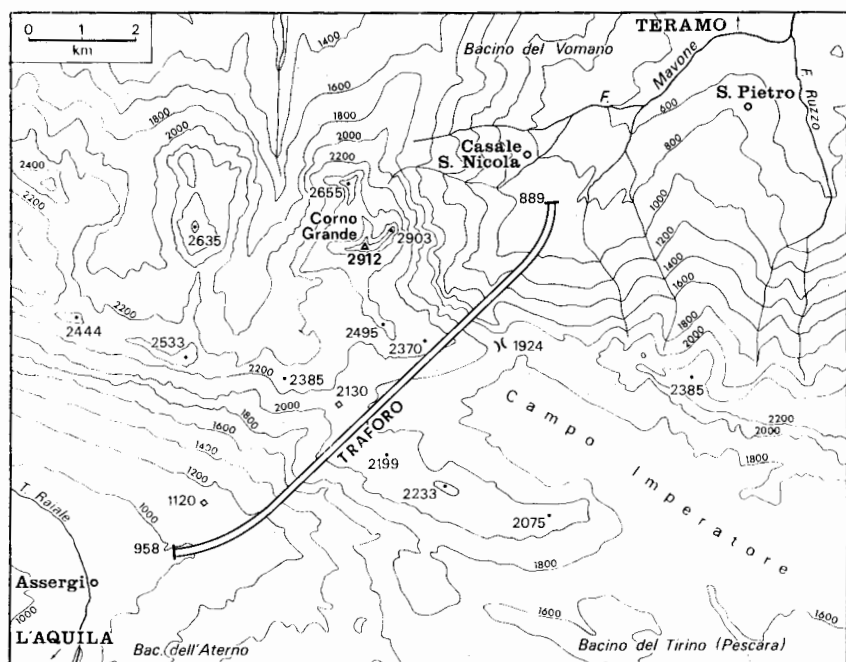


FIG. 1 — IL TRAFORO DEL GRAN SASSO.

Il traforo si svolge sotto le cime più alte dell'Appennino, tra le quali s'interpone la grande conca carsica di Campo Imperatore.

una massa d'acqua da alcune fratture della parete di una delle due gallerie. Nel giro di qualche giorno l'acqua passò da 60 a 700 l/sec mantenendosi con tale portata per diversi giorni e trasportando materiale detritico, sabbia e limo, che si accumulò al fronte fino all'altezza di oltre 7 m. Si ebbe un « colpo » d'acqua di 4500 l/sec e deposizione di grandi quantità di detriti con pezzi di roccia fino a 250 dm³. Per una settimana si ripetettero con una certa regolarità i fenomeni di *débouillage* sotto pressione (20 atm) con colpi d'acqua che raggiunsero punte di 20 m³/sec, mentre l'accumulo di detrito superò complessivamente i 35.000 m³, ostruendo la galleria per una cinquantina di metri e dando luogo alla formazione di una conoide di milonite allungata fino a 350 m dal fronte.

In questo tratto i lavori stavano attraversando la ben nota faglia di Valle Fredda, estesa in superficie per 115 m (4).

(4) La faglia di Valle Fredda si svolge attraverso una copertura di quasi 300 m di altezza tra calcari cretaci e calcari giurassici fessurati. In seguito ad

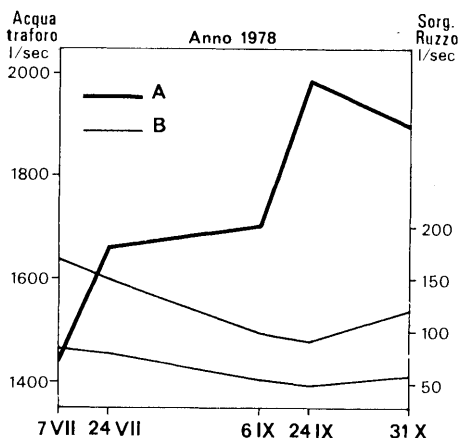


FIG. 2 — ANDAMENTO DELLE PORTATE NELL'ANNO DI MASSIMA CRISI SUL VERSANTE TERAMANO DEL GRAN SASSO.

A, acqua proveniente dal traforo; B, principali sorgenti del Ruzzo: « Vacelliera bassa » (quella con portata maggiore) e « Vacelliera alta ».

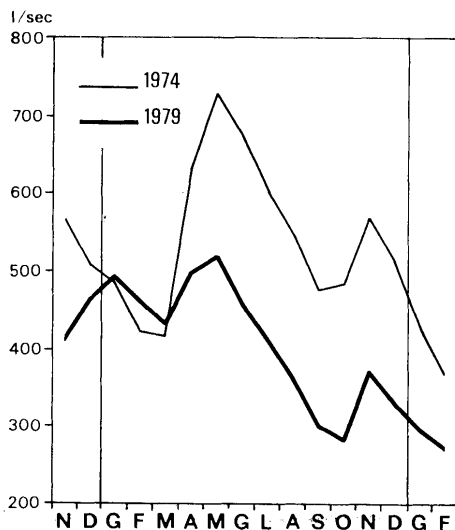
Grosse e improvvise fuoruscite di acqua non si sono più verificate nello scavo delle gallerie dal versante aquilano, soprattutto per la prudenza usata e grazie all'esperienza acquisita nell'avanzamento attraverso la faglia sud-detta.

Con un sistema di drenaggio forzato che ha permesso di ridurre le pressioni idriche e con il consolidamento delle rocce molto tettonizzate si è superato l'altro notevole ostacolo incontrato nell'avanzamento da questo lato, la faglia « trasversale n. 3 », già nota da molto tempo, obliqua rispetto all'asse del traforo, con un rigetto di oltre 1000 m e con dolomie triassiche fortemente milonitizzate; sicché il traguardo della progressiva di 5000 m fu raggiunto e oltrepassato senza fenomeni di svuotamento.

Nel versante settentrionale non si sono incontrate falde acquifere importanti per poco più di 3000 m di perforazione. Si è verificato soltanto

un sondaggio assiale, la fascia di milonite risultò di uno spessore di una ventina di metri. Mediante piezometri si accertò che le pressioni idriche nella milonite erano di 18-20 atm (3 atm nel cretaccio), con portate quasi nulle che nel fondo del foro di sondaggio crebbero bruscamente fino a 50 l/sec. Si rendeva necessaria una diminuzione del carico idrostatico per mezzo di opportuni drenaggi a monte e a valle della zona di faglia, e inoltre si doveva costruire un cilindro di materiale con migliori caratteristiche geo-meccaniche intorno allo scavo da eseguire. Dopo aver praticato una serie di fori drenanti, si ottenne il consolidamento iniettando a 80-120 atm miscele contenenti cemento, bentonite, acqua (miscela ternaria) e silicato di sodio, reattivo organico, acqua (miscela chimica). Nella dolomia giurassica acquifera fratturata i fori drenanti provocarono la temporanea uscita di 500-600 l/sec. Un sondaggio a carotaggio continuo permise di avere per la prima volta un quadro completo delle pressioni idriche e delle portate. Le pressioni idriche scesero a valori bassi (1 atm), e pertanto fu possibile procedere allo sgombero del materiale ed alla prosecuzione dei lavori.

FIG. 3 — PORTATA COMPLESSIVA DELL'ACQUEDOTTO DEL RUZZO PRIMA E DOPO IL DRENAGGIO FORZATO.



stillicidio di acque molto mineralizzate. Tuttavia i lavori si sono svolti con qualche rallentamento a causa della particolare costituzione delle rocce attraversate, rocce marnose in una copertura molto spessa, con presenza piuttosto consistente di *grisou* (5).

Soltanto nei primi mesi del 1977 l'acqua scaturì anche da questo lato, attraversando i fori drenanti praticati per consentire allo scavo di superare la faglia di contatto marne-calcarei. Dalla fine del 1979 il flusso proveniente dall'imbocco settentrionale ha una portata che si aggira intorno a 1700 l/sec (1000 l/sec nel 1977, 2000 l/sec nel 1978). In poco più di 1300 m di scavo la pressione del serbatoio idrico sotterraneo contenuto nella formazione acquifera, che prima dell'inizio dei lavori era di 56 atm, è passata a 48 e quindi a 18-20 atm, valore intorno al quale si sono stabilizzate le pressioni al contorno delle gallerie (ad una quarantina di metri di distanza).

(5) Nei primi chilometri di scavo del versante teramano le gallerie hanno attraversato il « flysch della Laga », formazione particolarmente sviluppata nell'area Passo delle Capannelle-Teramo-Monti Sibillini e costituita da sedimenti argillosi inframezzati a spessi banchi arenacei, accumulatisi dal Tortoniano al Miocene superiore, con potenza complessiva di oltre 1000 m e poggianti sui calcari del Miocene. Nella zona delle gallerie prevalgono le formazioni argillose grigio-azzurre con irregolari intercalazioni arenacee. Le marne per lo più sono argillose, con presenza media del carbonato di calcio del 30%. Sondaggi effettuati sulla galleria destra avevano dato indicazioni circa la presenza di una certa complessità tettonica a causa della compenetrazione di scaglie cretache entro formazioni meno rigide del Terziario.

L'attraversamento dei bacini idrici sotterranei che riforniscono le sorgenti poste a quote inferiori provoca la concentrazione ed il trasferimento verso il basso dell'acqua di alcune grandi sorgenti le cui portate, come accennato, si sono impoverite. Nel periodo 1971-76 le portate delle sorgenti « Vacelliera alta » e « Vacelliera bassa », le più importanti del bacino del Ruzzo (Vomano), oscillavano tra valori assoluti, rispettivamente, di 60-150 l/sec e 130-250 l/sec.

Si verificavano due massimi, uno assoluto in maggio-giugno ed uno secondario in novembre, mentre i minimi cadevano in marzo ed in agosto. Dopo il 1977 le portate si sono affievolite, e inoltre si è ridotta a valori assai esigui la differenza tra massimi e minimi. Sembra che in questi ultimi due anni si sia restaurata una certa variazione delle portate, con magre e morbide sia pure deboli.

Nel bacino idrico attraversato dal lato teramano, compreso nei calcari permeabili in grande, la falda acquifera è attualmente un centinaio di metri al di sopra delle gallerie, mentre nel bacino sovrastante lo scavo del versante aquilano, anch'esso incluso in calcari molto permeabili, la falda è scesa all'altezza del cunicolo per il drenaggio scavato sotto il piano viabile. I due bacini sono del tutto autonomi in quanto separati da formazioni diasprigne e dolomitiche indipendenti, come ha dimostrato l'eliminazione degli ultimi diaframmi rocciosi tra i cantieri di avanzamento dei due versanti opposti, eliminazione che non ha ulteriormente modificato la situazione idrogeologica (6).

Si prevede che il livello del serbatoio idrico sotterraneo del lato teramano rimarrà più alto del piano del traforo anche in futuro, per cui le gallerie saranno immerse in pressione ed il drenaggio dell'acqua avverrà dalle numerose diaclasi sezionate dalle pareti e dai cunicoli che sono stati scavati sotto il piano stradale. L'acqua drenata viene convogliata quindi nella sottostante galleria dei servizi, lunga 2600 m e predisposta per accogliere portate fino a 7 m³/sec, in cui scorre a velocità piuttosto elevata (pendenza 1,6%). All'uscita dalla galleria dei servizi presso Casale San Nicola l'acqua viene « restituita » al torrente Mavone, affluente di destra del Vomano, dopo aver superato un dislivello di una settantina di metri e dopo aver spento l'energia (velocità 20 m/sec) in una speciale vasca preventivamente studiata presso l'Istituto di Idraulica dell'Università di Padova.

(6) Il massiccio del Gran Sasso costituirebbe una vasta conca sinclinale allungata in senso E-O, contenente, sotto il Campo Imperatore, una riserva a forte capacità di immagazzinamento dell'ordine del 10% e la cui parte inferiore carsificata permetterebbe una circolazione piuttosto rapida dell'acqua (10⁻⁴ m/sec). L'acqua d'infiltrazione sarebbe annualmente di 1000 mm, di cui un terzo in estate. Il livello piezometrico generale si troverebbe *grosso modo* a 1600 m s.m. (Campo Imperatore, 1500-1700 m). La portata di 1,2 m³/sec si ripartirebbe in proporzione quasi uguale tra il versante orientale (Ruzzo-Vomano) e quello meridionale (Tirino-Pescara).

Non lontano dallo sbocco di Casale San Nicola è la zona di origine dell'acquedotto che rifonisce i due terzi della provincia di Teramo e le cui sorgenti, come già detto, si sono impoverite in questi ultimi anni (7).

La Cassa per il Mezzogiorno ha concesso al Consorzio per l'Acquedotto del Ruzzo finanziamenti per 24 miliardi di lire per i lavori di captazione dell'acqua del traforo.

Scartati i progetti basati su criteri di protezione dell'acqua da inquinamenti all'interno delle gallerie, si è optato per un sistema di protezione esterna capace di individuare ed eliminare qualsiasi scoria eventualmente contenuta nell'acqua prima che questa venga immessa nei tubi. E' un grosso sedimentatore costruito nella zona immediatamente antistante all'imbocco delle gallerie, nel quale verrà introdotta l'acqua che passerà poi nell'adduttrice principale dell'acquedotto in cui convergono gli afflussi delle sorgenti.

La captazione ha trovato ostacoli vari, primo fra tutti quello del pericolo di intralciare i lavori di scavo del traforo, specialmente dopo che anche dalla parte aquilana si vuole utilizzare l'acqua che esce dal lato di Assergi. Tuttavia, nel giro di pochi mesi, attraverso i dreni già esistenti all'interno delle gallerie sarà possibile derivare un primo quantitativo di acqua (100-150 l/sec) che bilancerà una parte delle perdite subite.

Il progetto di captazione è stato concepito e dimensionato in modo tale da consentire la separazione dell'acqua di drenaggio da quella di percolazione, dato che solo la prima sarà utilizzata a fini potabili (750 l/sec).

Sono stati finanziati anche i lavori per la costruzione delle opere di distribuzione dell'acqua captata, consistenti nella realizzazione di un'adduttrice svolgentesi lungo la valle del Vomano e del suo affluente di destra Mavone fino a Roseto degli Abruzzi, l'importante centro turistico balneare

(7) L'acquedotto del Ruzzo, in provincia di Teramo, è uno dei più importanti dell'Abruzzo. Ha origine nel bacino dell'affluente di destra del Vomano dal quale prende il nome, alle pendici settentrionali del Gran Sasso d'Italia. Serve un territorio di circa 1500 km² (77% della provincia) comprendente oltre 200.000 ab. di 36 dei 47 comuni della provincia di Teramo (oltre ad un comune della provincia di Ascoli Piceno), per complessive 60.000 utenze raggiunte da una rete idrica di 4000 km articolata in quattro tronchi principali, dalle pendici montuose attraverso la fascia collinare fino alla costa adriatica. Nel territorio servito si trovano cinque insediamenti ospedalieri ed altrettanti agglomerati industriali, mentre il patrimonio animale conta oltre 100.000 capi di grande mole.

Nell'ultimo trentennio la Cassa per il Mezzogiorno ha finanziato progetti di ampliamento e di miglioramento della rete di adduzione e di distribuzione per oltre 40 miliardi di lire, al fine di assicurare non solo una maggiore disponibilità di acqua, ma anche un più capillare servizio nella provincia dove l'insediamento della popolazione è prevalentemente sparso. Pertanto, dai 265 l/sec degli anni '30, quando fu costruito, la portata dell'acquedotto è passata ai 450 l/sec degli anni precedenti i lavori del traforo, quando non era ancora stato emanato il primo Piano regolatore generale degli acquedotti. Nuove concessioni hanno consentito di arrivare a una disponibilità di 884 l/sec, che dopo la captazione dell'acqua delle gallerie dovrebbe salire a 1634 l/sec.

della costa adriatica, ora rifornito dall'acqua prelevata dal subalveo del Vomano, acqua peraltro in diminuzione e il cui costo di eduazione è molto alto a causa del forte consumo di energia elettrica che l'operazione richiede.

Con questi lavori si migliorerà anche il rifonimento idrico di numerosi altri centri di tutta l'area teramana.

Se gli apporti dell'acqua delle gallerie saranno costanti nei prossimi decenni, potranno essere realizzati con successo i piani di potenziamento dell'acquedotto teramano, piani che prevedono nei prossimi 35 anni un incremento della popolazione del 20,4%.

Nel complesso, com'è stato messo in evidenza in un convegno tenutosi a Teramo nel marzo 1980, la captazione dell'acqua del traforo del Gran Sasso nella valle del Vomano interessa solo una parte dell'acqua perduta dalle sorgenti che alimentano l'acquedotto del Ruzzo. Né va dimenticato che all'acqua del traforo guardano vari enti pubblici, tra i quali l'ENEL, che sul versante teramano del Gran Sasso ha grandi impianti idroelettrici i cui canali di gronda penetrano profondamente nel massiccio montuoso e le cui centrali sono attualmente in fase di potenziamento.

Mentre nelle ultime settimane del lungo inverno 1980-81 la mancanza di acqua potabile si è fatta sentire ancora negli alberghi delle località turistiche invernali in via di sviluppo sulla montagna teramana, l'interesse per l'opera autostradale sotto il Gran Sasso d'Italia ha avuto nuovi spunti di vivacità, ma per motivi ben diversi da quelli dell'acqua (cassa integrazione per i lavoratori, miliardi occorrenti al completamento dei lavori). E' di questi ultimi mesi, infatti, la proposta dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare di installare all'interno del massiccio perforato un laboratorio per lo studio della stabilità della materia (8).

E' chiaro che imprevisi come quelli di cui si è parlato hanno comportato spese e tempi di gran lunga superiori a quelli dei progetti iniziali che prevedevano un costo di 70 miliardi di lire, divenuti oltre 300, e una durata dei lavori di quattro anni, saliti già a tredici. Pertanto i problemi finanziari sono balzati in primo piano, tanto che nel febbraio 1980 una commissione parlamentare effettuò un sopralluogo ai cantieri per verificare

(8) La massa rocciosa rappresenterebbe una schermatura per i raggi cosmici più efficace di quella offerta dai trafori alpini. Inoltre, se l'opera verrà realizzata in tempi brevi, si otterrà un sensibile risparmio potendo utilizzare le macchine scavatrici non ancora smantellate. Recentemente è stato presentato al riguardo un disegno di legge che assicurerebbe un finanziamento di 30 miliardi di lire. Si tratta di ricavare un vano di 50.000 m³ (2500 m² di superficie, 20 m di altezza) a lato della galleria sinistra, a 6000 m dall'imbocco aquilano e pertanto quasi al centro del traforo, dove lo spessore roccioso è di 1400 m. Oltre agli apparecchi per ricerche di fisica nucleare si installeranno anche vari strumenti per la misura dell'intensità dei movimenti e della tensione interna delle faglie.

Esperimenti tendenti ad osservare l'occasionale decadimento di un protone o di un neutrone in ambiente schermato dai raggi cosmici saranno eseguiti, oltre che sotto il Gran Sasso, anche in alcune miniere d'oro dell'India ed in varie miniere degli Stati Uniti.

direttamente lo stato di avanzamento dei lavori, la cui prosecuzione è stata messa in discussione più volte a causa delle gravi necessità finanziarie, con conseguenti agitazioni dei lavoratori i quali in diverse occasioni hanno corso il pericolo di essere licenziati.

Lo scavo del traforo, che ha comportato l'estrazione di poco meno di 2.000.000 di m³ di roccia, è stato completato tra la fine di giugno ed i primi di luglio 1980, con la caduta degli ultimi due diaframmi. La cerimonia del passaggio della prima corrente d'aria sotto il più alto massiccio della penisola verso l'Adriatico ha richiamato perfino il papa, oltre a numerose autorità governative.

L'apertura al traffico automobilistico dovrebbe avvenire entro il 1982.

BIBLIOGRAFIA

- GORTANI M., *Canali di gronda e divortium aquarum*, in « Natura e Montagna », Bologna, 1962, n. 1, pp. 3-9.
- Gran Sasso. Il traforo autostradale*, a cura di A.N.A.S. e COGEFAR S.p.A., Roma, 1979, pp. 267.
- MANFREDINI M., *Lineamenti geologici della catena del Gran Sasso d'Italia*, nel vol. *Omaggio al Gran Sasso. I cento anni della sezione aquilana 1874-1974*, L'Aquila, Club Alpino Italiano, Sez. dell'Aquila, 1975, pp. 91-96.
- MANFREDINI M., *Sulla utilizzazione delle acque della galleria del Gran Sasso d'Italia (L'Aquila-Teramo)*, 1980, pp. 11 (dattiloscritto).
- Relazione del Presidente del Consorzio per l'Acquedotto del Ruzzo di Teramo al Convegno sull'approvvigionamento idrico nel Teramano, Teramo, 17 marzo 1980, pp. 29 (dattiloscritto).
- RUGGIERI M., *Il Vomano e la sua utilizzazione*, in « Boll. Soc. Geogr. Ital. », Roma, 1970, pp. 341-369.
- RUGGIERI M., *La galleria del Gran Sasso d'Italia e il « divortium aquarum »*, in « Boll. Soc. Geogr. Ital. », Roma, 1972, pp. 744-747.
- VENTURA N., *Il caso particolare del sistema autostradale abruzzese*, in « Strade e Traffico », Milano, 1978, n. 264, pp. 41-51.

WATER TO THE PROVINCE OF TERAMO FROM THE GRAN SASSO D'ITALIA TUNNEL. — The boring of the motor-way tunnel through Gran Sasso d'Italia, the highest mountain in the Apennines chain, met various obstacles because of the nature of this massif which is very tectonized and partially karst. Remarkable outflows of water took place and at present they are trying to exploit them to supply numerous towns and villages of the province of Teramo.