

dei più importanti problemi della moderna geologia. Come infatti giustamente rileva il curatore dell'edizione italiana l'interesse del libro è duplice perchè ad una eccezionalmente notevole efficacia divulgativa accoppia un profondo rigore scientifico.

Nel primo capitolo, dedicato alla « ricerca del metodo », l'Autore fa una rapida rassegna dello sviluppo che ha avuto la geologia dalla antichità classica ad oggi, soffermandosi specialmente sui notevoli contributi portati da LEONARDO DA VINCI alla esatta interpretazione dei fossili, sulla pur utile polemica tra nettunisti e plutonisti e sui cospicui risultati dell'opera di HUTTON, LYELL e William SMITH.

Il secondo capitolo contiene una discussione sulla genesi delle rocce sedimentarie, interpretate come « documenti storici ». Nel terzo capitolo su « materiali venuti dalle profondità », l'A. mette specialmente a punto chiaramente le vedute odierne sulla origine dei graniti e delle rocce metamorfiche e riprendendo una proposta già da lui fatta in altra sede, propone di modificare l'attuale classifica delle rocce in sedimentarie, ignee e metamorfiche, ritornando alla classifica del LYELL, che distingueva le rocce in *nettuniche*, *vulcaniche* e *plutoniche*.

Il quarto capitolo, dal titolo « gli episodi rivoluzionari », tratta della genesi del rilievo terrestre e dei fenomeni connessi: è una trattazione a volo di uccello, ma completa e ricca di esempi. Infine l'ultimo capitolo fa una rapida scorsa sulla storia della terra: è un racconto sintetico di questo grande dramma « che si svolge ormai da circa duemila milioni di anni ».

Poche, ma chiare figure ed una breve nota bibliografica completano decorosamente il volumetto.

(V. Cotecchia)

Sulle condizioni geologiche di imposta di talune dighe di sbarramento nell'Italia Meridionale - F. IPPOLITO. « Memorie e Note dell'Istituto di Geologia Applicata dell'Università di Napoli », vol. V, 1953.

In questo lavoro, sulla base di alcuni casi tratti dalla propria esperienza professionale, l'A. mette in vista alcune caratteristiche geotecniche delle formazioni affioranti in Italia Meridionale, nei riguardi dell'imbasamento di dighe di ritenuta. Ricordata la necessità di una stretta collaborazione fra geologo e progettista durante tutte le fasi del lavoro, da quella delle indagini preliminari a quella della costruzione, l'A. precisa che, nel campo della geologia applicata alla costruzione delle dighe, non possono dettarsi delle norme di carattere generale valide per tutti i vari casi possibili. Ogni caso, infatti, presenta i suoi aspetti particolari legati alle caratteristiche intrinseche ed estrinseche delle formazioni interessate dell'opera e va studiato a sè, partendo appunto dall'esame delle condizioni e delle particolarità geologiche locali.

In un primo esame l'Autore divide i terreni affioranti in Italia Meridionale in tre grandi gruppi.

1 - *Terreni cristallini* — Graniti e gneiss della Sila, Serre e Aspromonte generalmente cataclazizzati ed in avanzato stadio di alterazione. Essi non possono essere

considerati dei terreni lapidei e, molto spesso, consentono solo la costruzione di dighe in materiali sciolti.

2 - *Terreni mesozoici* — Calcari, calcari dolomitici e dolomie dell'ossatura dell'Appennino Meridionale e delle Puglie. Queste formazioni sono di solito notevolmente fratturate e spesso interessate da fenomeni carsici e richiedono pertanto la esecuzione di costosi lavori di risanamento per potervi impostare una diga.

3 - *Terreni terziari e quaternari*. — Sono rappresentati da terreni sciolti più o meno coerenti su cui non è generalmente possibile imbasare dighe in muratura.

Negli esempi riportati sono trattati un caso relativo ad una diga imbasata su terreni mesozoici e tre casi di dighe su terreni terziari e quaternari.

Diga di S. Giuliano sul F. Bradano. — La stretta in cui è imbasata la diga a gravità è scavata nei calcari tufacei del Pliocene Inferiore, che ne costituiscono i fianchi e nei calcari del Cretacico che ne costituiscono invece il fondo; l'area da invasare ricade quasi tutta nelle formazioni argillose plioceniche.

Le indagini preliminari effettuate mediante trivellazioni di piccolo diametro mostrarono che i calcari creati si presentavano fortemente fratturati e percolabili, e che anche il tufo calcareo ad essi sovrapposto, contrariamente alle previsioni, era da considerare permeabile per filtrazione, ma non iniettabile. Erano cioè da temersi forti perdite d'acqua, sia in corrispondenza del fondo, sia in corrispondenza dei fianchi della stretta.

Per garantire la tenuta del bacino si stabilì pertanto di consolidare ed iniettare i calcari cretaci del fondo della stretta e di imbasare su di essi un muro di taglio in calcestruzzo avente lo scopo di eliminare le filtrazioni attraverso i tufi calcarei e attraverso la superficie di contatto tuffi-calcari.

La esecuzione degli scavi di fondazione confermò quanto indicato dai sondaggi circa lo stato fortemente dissestato dei calcari dolomitici ed, inoltre, mise in vista la presenza sul piano di posa di una vasta discontinuità della formazione. Essa è riempita da un ammasso caotico di blocchi calcarei con argilla fortemente costipata e contenuta negli interstizi fra un blocco e l'altro. La sua presenza non era stata indicata dai sondaggi i quali, dato il piccolo diametro, avevano fornito dei campioni che lasciavano prevedere, al massimo, una zona di maggior disturbo dei calcari dolomitici.

Questa discontinuità, probabilmente una vecchia cavità carsica impiantatasi in corrispondenza dell'incrocio di due fratture, ha costretto a studiare una soluzione particolare per la fondazione di due dei conci della diga. La fondazione è stata infatti realizzata mediante due arconi che inglobano parte del materiale caotico e che sono impostati direttamente sulla roccia in sede.

Stretta di Occhito sul Fortore. — Nella stretta di Occhito si prevedeva la costruzione di una diga a gravità dell'altezza di una sessantina di metri con lo scopo di creare un invaso di circa 200 milioni di metri cubi di capacità.

La sezione scelta per l'imbasamento si presenta fortemente dissimmetrica: mentre in destra la sponda risale

alquanto ripidamente per circa sessanta metri, in sinistra la sponda presenta un pendio più dolce ed è interrotta da un ripiano.

La formazione che affiora nella zona è costituita da calcari marnosi o arenacei, più o meno brecciati, con alternanze di strati di marne arenacee e di argille, ed è stata attribuita al Miocene, in base a determinazioni paleontologiche. Essa è regolarmente stratificata con strati di potenza non superiore al metro e si presenta molto inclinata con immersione verso monte.

A monte della sezione più stretta compare, inoltre, un'arenaria molassica giallastra con scarsi cristalli di gesso, la cui giacitura potrebbe far pensare ad una intercalazione nella formazione calcareo-marnosa sopra ricordata. Sulla base dei risultati delle indagini eseguite, sembra però più logico interpretarla come una formazione di età più recente (Miocene Superiore o Pliocene Inferiore), che formi il nucleo di una sinclinale fortemente rovesciata.

Al fine di indagare sulla possibilità o meno di costruire nella stretta una diga delle caratteristiche previste, per accertare la continuità sotto l'alveo delle formazioni affioranti sulle sponde e per giudicare sulla permeabilità e consistenza delle formazioni interessate, fu eseguita una vasta campagna di sondaggi e furono scavati numerosi cunicoli e trincee su entrambe le sponde.

In seguito ai risultati ottenuti con tali indagini, sussidiata da un rilievo geologico di dettaglio, si è potuto constatare che la formazione calcareo-marnosa, che costituisce l'imbasamento della stretta di Occhito, presenta numerose interstratificazioni di marne e argille; materiali, questi, di notevole compressibilità, la cui presenza induce a considerare la formazione tutta come poco idonea quale terreno per la fondazione di una diga a gravità. Le indagini rivelarono inoltre che la coltre alluvionale presenta uno spessore rilevante e che al disotto di essa si ritrovano le stesse formazioni affioranti sui fianchi della valle.

I fatti accertati con le indagini o rilevati direttamente sul terreno ridussero di molto le possibilità relative alla ubicazione dell'asse di una diga a gravità. Sarebbe cioè stato necessario spostare l'asse a valle della formazione arenacea ove l'opera avrebbe interessato una zona in cui i calcari marnosi sono fortemente fratturati e non offrono sufficienti garanzie, sia dal punto di vista statico che da quello di tenuta. La costruzione di una diga muraria rigida è stata perciò sconsigliata ed è stata indicata quale soluzione possibile la costruzione di uno sbarramento in materiali sciolti.

Indagini alla stretta di Monticchio sull'Agri. — La stretta di Monticchio si trova lungo il tronco dell'Agri compreso fra Spinoso e S. Arcangelo, ove il fiume ha scavato la sua valle nelle formazioni argillo-sabbiose plioceniche.

Dalla Carta Geologica Ufficiale la zona della stretta risulta formata da calcari marnosi grigio-azzurrognoli attribuiti all'Eocene Medio Superiore. Essi verso SE verrebbero a contatto con gli scisti argillosi e argille variegiate (il cui aspetto può far pensare alle « argille scagliose caotiche ») e verso N, E, W e SW con le argille azzurre e sabbie gialle del Pliocene Medio e Superiore.

La sezione, inizialmente scelta per l'imbasamento della diga, interessava in destra una serie di affioramenti di calcari marnosi rosati e calcari arenacei, attribuiti all'Eocene, lievemente dislocati.

La formazione calcareo arenacea affiora tra due zone che presentano, entrambe, l'aspetto morfologico tipico delle frane nelle argille preplioceniche con caratteristico detrito superficiale di calcari marnosi e arenacei. Tale aspetto ha indotto a ritenere che, anche in riva destra, siano presenti gli scisti argillosi e argille variegiate, che sono stati sicuramente riconosciuti per vasta estensione in riva sinistra.

In questa riva la sezione prescelta taglia il fianco più ripido della collina ed interessa la formazione argillosa su ricordata.

Oltre la quota di massimo invaso si rinvengono anche delle marne grigie ed arenarie molassiche attribuite all'Oligocene, e a quote ancora più elevate le sabbie plioceniche.

A valle della stretta si susseguono canali erosi sul cui fondo affiorano le marne grigie e le arenarie molassiche. A monte della sezione prescelta si notano, oltre alle formazioni molassiche già citate, argille variegiate simili a quelle della stretta.

In definitiva in base al rilievo geologico di dettaglio sono state individuate le seguenti formazioni:

- 1) formazioni pliocenica delle sabbie gialle più o meno cementate e delle argille azzurre;
- 2) formazione delle marne grigie e arenarie molassiche oligoceniche, spesso fogliettate, sulla quale poggia, forse, la formazione pliocenica;
- 3) formazione eocenica di calcari marnosi rosati e arenacei grigi con intercalazioni di « craie » rosa e biancastra;
- 4) formazione di argille verdastre a scaglie lucenti cretatiche, che sembra costituire la maggior parte dell'area rilevata.

Tale formazione che è stata individuata con sicurezza in alcuni dei cunicoli di saggio eseguiti, in superficie si presenta ricoperta dal terreno vegetale e da un abbondante detrito proveniente da altre formazioni, che essa detrita raggiungono spesso notevoli dimensioni tanto da assumere importanza a sè, e da dover essere considerati dei veri e propri « esotici » inglobati nella massa argillosa.

In seguito al rilievo geologico di dettaglio (1), accompagnato da una serie di scavi e trivellazioni, si sono potuti fissare i criteri generali per la progettazione di una diga in terra, che potrà raggiungere i 45 m di altezza sull'alveo.

Per ovviare agli inconvenienti che i costruttori sarebbero stati per incontrare qualora il taglione imper-

(1) Questo rilievo, unitamente alla documentazione micropaleontologica ed a varie considerazioni ed aggiornamenti di carattere scientifico, è stato anche pubblicato nei Rendiconti dell'Accademia dei Lincei: Cfr. F. IPPOLITO, P. LUCIANI e A. SPADA: *Osservazioni geologiche sulla zona di Monticchio nella bassa valle dell'Agri in Basilicata*; Acc. Naz. Lincei (Rend. Cl. Sc. Fis., Mat. e Nat.), fasc. 1, s. VIII, vol. XVI. 1934.

meabile avesse dovuto essere imbasato sui calcari, i progettisti preferirono spostare l'asse della diga più a monte. L'opera verrà così fondata sulla formazione delle argille variegata, le quali non offrono difficoltà all'impostazione di un taglione impermeabile. Lo spostamento previsto consente inoltre di poggiare il paramento a valle dell'opera contro le formazioni più rigide dei calcari marnosi.

Lo studio di dettaglio, indicando le zone più rigide e più stabili, ha infine fornito i criteri per la più razionale ubicazione del tracciato e degli imbocchi delle gallerie di scarico, delle camere di manovra, ecc.

La stretta di San Marco nella fumara di Atella. — Lungo la fumara di Atella la zona prescelta per lo sbarramento si presenta costituita da materiali limno-vulcanici ricoperti da un potente strato di travertini. I depositi limno-vulcanici sono costituiti da alternanze di depositi lacustri (prevalentemente argille) e di materiali piroclastici, provenienti da fasi esplosive del Vulturno.

La costituzione di tali depositi è varia. Si tratta in genere di materiale impermeabile, costituito da marne e tufiti argillose con intercalazioni di straterelli più permeabili di lapilli pumicei e lapidei con scorie vulcaniche. Questi straterelli, aventi potenze variabili fra pochi cm e qualche dm, sono sede di piccole falde idriche in pressione che possono ritenersi alimentate da acque meteoriche che cadono fuori dell'ambito del bacino di invaso.

La presenza delle formazioni limno-vulcaniche con i menzionati strati permeabili, ha fatto pensare alla possibilità di esistenza di vie di sfuggita delle acque al di fuori del bacino. Gli strati permeabili si estendono infatti verso valle a quote inferiori a quelle della zona soggetta ad invaso. Si ritenne perciò assolutamente indispensabile la esecuzione di un taglione impermeabile molto profondo (per lo meno una quarantina di m) addentrantesi nella formazione limno-vulcanica, fino

ad una profondità alla quale scompaiono o sono molto rari gli straterelli di lapilli.

Inoltre, dato che tali straterelli si ritrovano in massima parte sulla spalla destra, sarà necessaria anche una impermeabilizzazione superficiale.

Comunque, in base a quanto rilevato, la natura dei terreni consente la realizzazione di una diga in terra. Un rilievo geologico di dettaglio è stato iniziato, ad opera dell'Ing. V. CORECCHIA, sia per poter accertare con precisione la natura dei terreni su cui dovrà poggiare l'opera, sia per poter meglio precisare la lunghezza e le caratteristiche del taglione impermeabile, sia infine per ubicare nella maniera più opportuna le opere di scarico.

Conclusioni. L'autore, riportando gli esempi sopra riassunti, ha voluto esporre alcune delle difficoltà e dei problemi che sono sorti durante la progettazione e la costruzione di dighe, imbasate sui terreni dell'Italia Meridionale, nonché i criteri di carattere pratico adottati per ovviare a tali difficoltà e le modifiche ai progetti imposte dalle condizioni geologiche.

Egli conclude ricordando che, per quanto riguarda i terreni cristallini (granitici o metamorfici) della Calabria, l'esperienza insegna che sono sempre necessari degli approfonditi studi, sia petrografici che geologici per stabilire la vera natura della roccia agli effetti tecnici. Per quanto concerne i terreni mesozoici e terziari, si pone l'assoluta necessità di accurati studi preliminari che indichino le condizioni e il grado di fratturazione (e quindi diano un'idea della percolabilità della roccia) e le caratteristiche tettoniche; caratteristiche, queste, che sono, specie nelle formazioni terziarie, assai complesse. Per queste ultime inoltre, anche se quasi sempre è giuocoforza ripiegare su dighe di materiali sciolti, le indagini geologiche devono mirare, ove possibile, a ricostruire la stratigrafia, la petrografia, e quindi le caratteristiche geotecniche dei terreni presenti.

(F. Esu)

La Rivista "L'Ingegnere", tiene al corrente il tecnico e l'industriale sui più recenti progressi compiuti in tutti i campi della scienza e della tecnica applicate