

DIGHE E BACINI DI RITENUTA
PROBLEMI GEOLOGICI ED IDROGEOLOGICI

Liegi, 1959

V. COTECCHIA (*)

«Una delle preoccupazioni del progettista di laghi artificiali è evidentemente quella di assicurare a dette opere il massimo di garanzia e di efficacia; fra le numerose cure da dare allo studio di esse figurano quelle di ordine geologico ed idrologico, quali il regime idrogeologico del bacino imbrifero confluente, il timore delle perdite d'acqua a monte della diga, le apprensioni circa un eccessivo rapido interrimento del serbatoio». Così il Prof. M. LEGRAYE sintetizzava, nel discorso di apertura del Convegno, lo scopo dell'incontro fra taluni dei più eminenti specialisti in materia di Geologia applicata ai laghi artificiali, convenuti nel 1959 a Liegi a seguito dell'invito loro rivolto dall'Istituto di Geologia dell'Università di quella città.

La pubblicazione del volume (1) comprendente in estenso tutte le comunicazioni discusse al Convegno rappresenta un utile contributo al progresso delle scienze applicate, in quanto diffonde notizie di esperti in merito a studi e casi pratici molto recenti.

Nella prima parte del volume che si esamina sono trattati i problemi geologici ed idrogeologici tradizionali, relativi propriamente alla costruzione dei serbatoi; nella seconda parte, invece, viene fatto il punto sul grave problema dell'interrimento lacustre. In merito a quest'ultimo problema, gli AA. riferiscono su taluni serbatoi realizzati in Algeria, ove il fenomeno dell'interrimento assume spesso l'aspetto di una calamità, in quanto decreta inesorabilmente entro breve tempo la messa fuori servizio del lago stesso.

Il problema della rapida sedimentazione lacustre rappresenta indubbiamente l'argomento di maggiore interesse nelle comunicazioni presentate al Convegno

di Liegi. Esso è peraltro di attualità, oggi che nell'Italia centro-meridionale si costruiscono serbatoi in ambienti geologici che ricordano, sotto l'aspetto della erodibilità, talune situazioni algerine. Pertanto lo scrivente ha ritenuto opportuno soffermarsi più particolarmente sulla seconda parte del Colloquio in questione.

pp. 7-28

— J. CROSNIER-LECONTE: Nota sull'organizzazione dei rilievi geologici in seno all'*Electricité de France* (Note sur l'organisation des reconnaissances géologiques à l'*Electricité de France*).

L'A. sottolinea innanzitutto il grande merito da attribuirsi all'*Electricité de France*, per aver provveduto a centralizzare l'organizzazione dei servizi geologici. Quindi descrive in particolare le operazioni secondo cui si effettuano i rilevamenti geologici, a partire dalla consultazione preliminare delle carte geologiche disponibili all'atto della ricerca, fino alla redazione delle «carte di affioramento» (*cartes d'affleurements*). Risulta di notevole ausilio infine la documentazione fotografica, qualora essa venga effettuata congiuntamente da operatori terrestri e aerei (per mezzo di elicotteri).

Questi ultimi, provvedendo ad una visione d'insieme delle aree da rilevare, hanno in genere il compito di dirigere e coordinare le operazioni che si svolgono a terra.

L'Autore si sofferma anche a descrivere l'operazione di «restituzione», che rappresenta la fase più delicata nei rilevamenti geologici di dettaglio, scaturiti da riprese aeree da più punti opportunamente scelti. Da detta restituzione derivano gli elementi geometrici dei contatti geologici, nonché i caratteri litologici delle zone d'impianto delle opere.

Da tutto quanto, è facile rendersi conto della perfetta e moderna organizzazione, con la quale l'*Electricité de France* procede ai rilevamenti geologici, nonché della dovizia di mezzi con cui le operazioni esposte si espletano.

(*) Prof. Ing. V. COTECCHIA, docente di Geologia Applicata presso la Facoltà d'Ingegneria dell'Università di Bari.

(1) "Problèmes géologiques et hydrogéologiques relatifs aux barrages et aux bassins de retenue. Sédimentation dans les barrages-réservoirs". Colloque international organisé par l'Université de Liège sous la direction des Professeurs M. LEGRAYE et L. CALEMBERT les 4 et 5 mai 1959 - Imprimerie H. VAILLANT - CARMANNE S. A., Liège.

pp. 29-42

— TRASK Parker D. - Problemi geologici delle dighe negli Stati Uniti (*Geological problems of dams in the United States*).

L'A. espone i principali problemi geologici e geotecnici affrontati nelle zone di imposta delle dighe negli S.U. Egli attribuisce una notevole importanza alle prove sismiche in loco, per mezzo delle quali è stato possibile determinare, tra le altre proprietà fisiche delle rocce, il modulo di elasticità.

In questa comunicazione si pone anche in evidenza come i risultati, sino ad ora ottenuti dalle ricerche sulle cause chimico-fisiche dell'alterazione delle rocce di fondazione al contatto dell'aria, non si possono considerare di validità generale.

Conclude il lavoro una dettagliata elencazione dei problemi geologici da risolvere all'atto della costruzione delle dighe, il che costituisce un'utile guida per la compilazione del programma di ricerche, studi geologici e geotecnici preventivi.

pp. 43-59

— OULIANOFF N. - Insegnamenti geologici ed idrogeologici risultanti dallo studio di recenti dighe in Svizzera (quello della « Grande Dixence » in particolare). (*Enseignements géologiques et hydrogéologiques résultant de l'étude de récents barrages en Suisse (celui de la « Grande Dixence » en particulier)*).

Si elencano ed analizzano i problemi che si attribuiscono al geoidrologo nella progettazione di dighe in alta montagna, con particolare riferimento a quelli della « Grande Dixence ». Un primo problema è quello relativo al regime idraulico svizzero, in cui si distinguono due fasi; una prima, che ha luogo d'inverno, consiste nell'immagazzinamento idrico sia sottoforma di neve sia sottoforma di ghiaccio, con conseguente diminuzione delle portate nei corsi d'acqua; una seconda fase, che ha luogo d'estate, è caratterizzata dalla fusione delle nevi e dei ghiacci, le cui acque risultanti defluiscono nella rete idrografica del bacino con portate enormi, di talché le utilizzazioni « ad acqua fluente » possono captare soltanto una piccola parte di tali deflussi.

In alta montagna, strettamente legata a questa difficoltà, è quella relativa alla esigua estensione dei bacini imbriferi, ridotta ancor più dalla formazione dei ghiacciai.

Ciò premesso, l'Autore dell'articolo prospetta una soluzione del problema, in particolare adottata nella progettazione della « Grande Dixence ». La soluzione consiste nell'associare opportunamente più bacini imbriferi, mediante gallerie o canali adduttori, in modo che le acque possano contribuire all'invaso di un unico grande serbatoio. L'Autore prospetta però anche i limiti di convenienza di questa soluzione, congiuntamente sotto gli aspetti geologici, topografici, economici ed anche giuridici.

Posto che sussista la possibilità di cumulazione di più bacini imbriferi, lo scrivente prospetta, oltre ai vantaggi esposti dall'Autore della nota, la circo-

stanza che in certi casi la detta soluzione si addice ai fini della riduzione dell'accumulo di materiale solido nel serbatoio collettore, in quanto spesso quest'ultimo può trattarsi in sensibile misura nei singoli bacini di captazione, donde si dipartono le gallerie o canali di derivazione. Nei corsi d'acqua di alta montagna è quasi assente il trasporto solido in sospensione, mentre è cospicuamente presente quello ghiaioso-sabbioso, che può infatti trattarsi alla maniera suindicata. Nella comunicazione vengono illustrati anche gli obiettivi da perseguire nella ricerca del materiale per la fabbricazione del calcestruzzo, in zone economicamente raggiungibili a partire dall'area di imposta della costruenda opera di sbarramento. E tanto per sottolineare l'importanza del problema, l'A. fa menzione del quantitativo occorrente per la realizzazione della « Grande Dixence » (5,9 milioni di m³).

Ben difficile nella generalità dei casi risulta la soluzione di un problema di tal genere in alta montagna, tanto più se l'ambiente geologico in cui si opera è quello delle Alpi, quasi sempre molto tormentato sotto l'aspetto tettonico e vario sotto quello petrografico.

Da ultimo l'A. prende in esame il fenomeno della spinta della montagna, soffermandosi a criticare la teoria della « colonna » di HEIM e di tutti quei geologi che vedono nel fenomeno una reazione alla gravità. La « spinta della montagna » deve piuttosto attribuirsi all'energia immagazzinata dalla montagna durante le deformazioni tettoniche ovvero, più precisamente, all'effetto risultante dall'azione delle forze tettoniche.

pp. 61-94

— BORDET Cl. - Le modalità di circolazione dell'acqua nei terreni cristallini (da osservazioni in galleria) (*Les modes de circulation de l'eau dans les terrains cristallins — d'après des observations en galerie* —).

Premesso che la conoscenza delle modalità di circolazione dell'acqua nei diversi tipi di rocce interessa non solo i ricercatori d'acqua, bensì anche quelli che si occupano in genere di lavori in sottoterraneo (miniere, gallerie ecc), Bordet esamina in particolare le permeabilità naturali dei graniti, gneiss, micascisti, quarziti ed altre rocce granitoidi.

In sostanza egli distingue i fattori che influenzano le permeabilità in dette rocce cristalline in *interni* ed *esterni*. I *fattori interni* sono rappresentati dalla natura petrografica e dalle fessurazioni di origine tettonica. Un terreno più è duro e più risulta infatti permeabile; più è plastico e meno facile risulta in esso la circolazione idrica sotterranea. Cosicché le quarziti, per esempio, essendo rocce dure per eccellenza, sono quasi sempre sedi di abbondanti venute di acqua.

Il *fattore esterno* è rappresentato dalla « gravità », che agisce sia in superficie che in profondità, in modo da influenzare e la permeabilità delle rocce e l'assorbimento idrico dall'esterno.

Tra i fenomeni più cospicui che così hanno origine, vanno ricordati la spinta sul vuoto, la «crepacciatura» dei versanti e gli scorrimenti degli strati. Il fenomeno più singolare è quello della «crepacciatura» dei versanti, il quale ha luogo particolarmente allorché questi sono costituiti dall'estremità di strati a giacitura subverticale. Orbene detti strati per una qualsiasi causa tendono a «sfogliarsi» ovvero a «scollarsi». Le loro punte si distorcono plasticamente, declinano verso valle e generano delle crepe caratteristiche in superficie, parallele tra loro e più o meno rettilinee. Lo scorrimento degli strati si individua invece dalla presenza di creste *bifide* o *doppie* alla sommità dei pendii.

Per contro in profondità il fattore gravità agisce in modo da degradare o alterare meccanicamente la struttura delle rocce, dando luogo a scistosità o scompaginandole talora fino a ridurle in un ammasso polverulento. E' così che esse diventano sede di una intensa impregnazione e circolazione idrica.

L'Autore riferisce, al termine del suo colloquio, su numerosi casi pratici.

pp. 95-119

— KARRENBURG H. - WIEGEL S. - Geologia ed impermeabilizzazione sotterranea di alcune dighe nella Germania Occidentale (*Geologie und untergrundabdichtung bei einigen talsperren westdeutschlands*).

Riferendosi alle dighe disposte nelle vicinanze del Reno, l'A. pone a base della sua trattazione la notevole differenza di comportamento idrogeologico che sussiste fra gli orizzonti scistosi del basso e medio Devoniano, laddove, mentre i primi sono completamente privi di calcare, i secondi sono rappresentati da calcari con lenti di arenarie. E' riportata nel testo della comunicazione un confronto dei risultati delle impermeabilizzazioni effettuate in corrispondenza delle dighe di Genker, Wahnbach, Olef e Agger, impermeabilizzazioni eseguite tutte con lo stesso procedimento tecnico, basato sulla iniezione di cemento con alcuni additivi, senza bentonite né argilla.

Tra le arenarie e le grovacche scistose, queste ultime sono risultate dotate di maggiore ricettività delle miscele impermeabilizzanti. E ciò è da attribuirsi non solo alla natura petrografica, ma anche allo stato di intensa fessurazione in cui le dette formazioni si ritrovano.

Inoltre l'A. comprova come i vari piani di stratificazione originaria non abbiano grande influenza sulla ricettività della miscela impermeabilizzante; per contro l'assorbimento improvvisamente si esalta nelle zone prossime a discontinuità tettoniche, per la presenza di una fitta rete di fessurazioni.

Secondo quest'ordine di idee, l'A. mostra l'opinione che il rilievo geofisico di siffatte zone può aiutare molto il tecnico nel definire i caratteri idrogeologici delle zone e nel rilevare l'entità dei lavori di impermeabilizzazione da compiere.

pp. 119-144

— KARTSEFF B. - Lavori d'impermeabilizzazione delle fondazioni dello sbarramento di Bukavu (*Travaux d'étanchement des fondations du barrage de Bukavu*).

Premesse le caratteristiche e le finalità della Centrale idroelettrica di Bukavu, installata sul fiume Ruzizi, si descrive la geologia della regione situata lungo la frontiera orientale del Congo Belga, già teatro di intensi sconvolgimenti geologici, accompagnati da una intensa attività vulcanica. La geolitologia della regione è molto complessa, in quanto condizionata dalla presenza di colate laviche basaltiche, alternate ad altre di natura trachitica in più punti alterate (degradate in argille brune o rossastre) o diaclasizzate.

Per le pessime caratteristiche chimico-fisiche delle rocce incontratesi, si è dovuto provvedere alla realizzazione di un diaframma impermeabile mediante iniezioni cementizie ed altri prodotti chimici. Le operazioni svolte sono dettagliatamente descritte ed abbondantemente illustrate nel testo della comunicazione.

pp. 145-162

— SCHÜLLING H. - Alcune considerazioni geologiche riguardanti i grandi sbarramenti nel Katanga (*Quelques considérations géologiques concernant les grands barrages Katangais*).

Questo articolo costituisce una rassegna di dati geologici riguardanti gli sbarramenti di Delcommune, Zilo II, Le Marinel e di Bodson, eseguiti per la regolazione delle acque del fiume Lualaba.

Nel complesso lo studio, pur fornendo molti elementi geologici della regione esaminata, non aggiunge alcuna conoscenza nuova o singolare ai problemi di geologia applicata alle dighe.

pp. 163-184

— VAN GANSE R. - Le portate solide del fiume Congo (*Les débits solides du fleuve Congo*).

Premessi i risultati ottenuti in seguito alle misure di contenuti torbidi e relative granulometrie, effettuate periodicamente nelle acque del fiume Congo, misure svolte ai fini del proporzionamento dei dispositivi dell'impianto idroelettrico d'Inga, l'A. illustra il modo con cui varia la torbidità in alcune sezioni liquide in funzione della profondità. Ed essendo numerose le dette misure turbidimetriche svolte, l'A. giunge ad un'equazione di tipo esponenziale, la quale esprime le «torbidità» in funzione delle profondità:

$$y = A \cdot e^{-Bh}$$

ove y = concentrazione dei granuli in mg/l;

h = quota sul fondo;

A e B = costanti da determinarsi.

La validità di questa legge è subordinata alle seguenti due ipotesi: che la sabbia sia monogranulare

e che il fondo si trovi ad una profondità costante. Si tratta naturalmente di un tipo di equazione, interessante sì dal punto di vista qualitativo del fenomeno, ma di difficile applicazione pratica. Più semplice risultano, a parere di chi scrive, le note considerazioni del PRANDTL, il quale pure fornisce formule relative alle modalità di distribuzione del materiale in sospensione, per le diverse condizioni di regime turbolento o laminare sul fondo (2).

E' opportuno infine segnalare l'infruttuosità dei tentativi fatti per la ricerca di qualche relazione esistente tra la portata solida e quella liquida. La ragione sta nel fatto che, come chi scrive ha avuto modo di constatare in analoghe indagini svolte per taluni serbatoi nel Mezzogiorno d'Italia, non è da ritenere permanentemente valida l'equazione di continuità dell'idrodinamica; effettivamente durante il deflusso, l'acqua si può arricchire (erosione) od impoverire (sedimentazione) di materiale solido in sospensione.

pp. 185-195

— BONDURANT D. C. - La sedimentazione nei laghi artificiali (*Reservoirs sedimentation*).

In maniera piuttosto generale viene descritto il fenomeno della sedimentazione nei laghi artificiali, i cui effetti dannosi possono in sostanza ravvisarsi sia nella riduzione nel tempo della capacità utile dell'invaso, sia nella erosione dei canali a valle dello sbarramento per opera delle acque limpide.

Il metodo suggerito per la lotta contro l'interrimento del lago è a carattere *preventivo* e consiste nel calcolare preliminarmente il quantitativo dei sedimenti che si depositeranno nel lago entro il tempo destinato per l'esercizio di esso e nel riservare per i depositi solidi una capacità morta.

Per la verità l'A. si mostra fiducioso sulle possibilità di calcolare la portata solida di un corso d'acqua, sia pure ricorrendo a misure di *portata solida*, limitate ad un periodo di soli due o tre anni precedenti alla costituzione dell'invaso.

A questo metodo si può obiettare però che, come tutti gli altri metodi a carattere *preventivo*, adottati peraltro frequentemente nella tecnica americana, esso pecca di una certa antieconomicità e richiede altresì una precisa conoscenza della *velocità di interrimento* del serbatoio. Quest'ultima notoriamente risulta di difficile previsione, poiché dipende dai diversi ed incontrollabili fattori che presiedono alla demolizione accelerata delle formazioni geologiche, costituenti il bacino imbrifero sotteso dall'invaso. Fra detti fattori si ricordano i disboscamenti, i mutamenti nella tecnica delle coltivazioni agrarie, i fenomeni di dissesti di eventuale carattere intensivo (frane) ed estensivo (erosione superficiale accelerata), variazioni climatiche ecc.

(2) Cfr. PRANDTL - *Stromungslehre* - Friedr. & Sohn-Braunschweig, 1956.

Infine nella comunicazione in questione è riportato un interessante schizzo relativo alla più frequente disposizione dei materiali solidi (dal ghiaioso al sabbioso) in un delta lacustre, cioè quella rispondente alla nota *classazione granulometrica* nel senso orizzontale; fenomeno questo originato dalla graduale diminuzione della *capacità di trasporto* della corrente, per la presenza del lago, onde spesso a questi depositi di natura deltizia si accodano quelli depositati dal cosiddetto *rigurgito solido*.

pp. 197-226

— DUQUENNOIS H. - La sedimentazione nei serbatoi e mezzi per lottarla (*Sédimentation dans les barrages-réservoirs et moyens de lutte*).

In questa comunicazione ritroviamo sostanzialmente riprodotto il contenuto del resoconto n° 2, dal titolo « *Lutte contre la sédimentation des barrages-réservoirs* », pubblicato dall'A. nell'agosto 1955.

Una rapida rassegna ed una ragionata critica dei mezzi fino ad oggi messi in atto per la lotta contro la sedimentazione nei laghi artificiali sono la fondamentale premessa al lavoro. Il più antico fra detti mezzi sta nel cosiddetto *metodo spagnolo*, consistente praticamente nello svuotare rapidamente un serbatoio in epoche in cui è possibile l'interruzione dell'esercizio e nel provocare così l'erosione dei depositi di fondo-lago.

Se ben si considera, con questa tecnica si paga un tributo notevole in acqua, che potrebbe in molti casi servire, sia in annate idrologiche scarse, sia per le crescenti richieste da parte degli utenti. Gli americani, invece, risolvono il problema col maggiorare la capacità utile dell'invaso d'una quantità sufficiente per l'accumulo dei sedimenti in un tempo prestabilito. Il punto debole di questa tecnica sta, come già osservato da BONDURANT, nella attendibilità delle previsioni circa la « *velocità d'interrimento* » del serbatoio.

Seguono la tecnica della *conservazione del suolo*, nel bacino imbrifero sotteso dal lago, e quella della costruzione di piccoli bacini a monte di quello principale, per trattenere il materiale solido.

Ma la tecnica ritenuta la più vantaggiosa dall'A. è quella del *dégrèvement per ondes de chasse*, la quale richiede la costruzione di un piccolo serbatoio a monte del principale, le cui acque, mediante periodiche manovre di apertura delle saracinesche, sono « *cacciate* » sottoforma di onde, dotate di energia tale da rimuovere i depositi del bacino principale, che vengono così portati in quelle zone in cui è sensibile l'azione di richiamo dello scarico di fondo, per essere indi espulsi definitivamente dal lago.

Questa tecnica è però, secondo noi, discutibile al pari delle precedenti, vuoi dal punto di vista economico, vuoi dal punto di vista topografico, per il non sempre facile ritrovamento in sito delle condizioni atte alla realizzazione di un siffatto secondo serbatoio di monte.

Nell'ultima parte di questa comunicazione è degna di attenzione la pregevole e semplice trattazione delle

correnti di torbidità ⁽³⁾, le quali, com'è noto, rivestono un ruolo importante nelle modalità di deposizione e nella distribuzione dei sedimenti sul fondo-lago. Queste *correnti di torbidità* si generano tutte le volte che le acque limacciose di un fiume, contenenti materiale solido in sospensione, si riversano nelle acque più chiare e ferme di un lago artificiale. Orbene accade che queste acque non si diluiscono subito all'incile del serbatoio, ma per la differente torbidità procedono nell'invaso sotto forma di deboli « *correnti di fondo* », oppure « *a mezza altezza* » nella massa d'acqua stazionante nel lago. La vita e la stabilità di queste correnti dipende unicamente da una più o meno rapida diluizione di esse. In ogni caso la diluizione non è immediata, e ciò lo dimostra il fatto che queste correnti raggiungono spesso la diga.

L'argomento delle *correnti di torbidità*, già molto noto nella spiegazione di complessi fenomeni di natura puramente geomorfologica e sedimentologica (si ricordano fra gli insigni studiosi del fenomeno il KUENEN e il MIGLIORINI per citarne solo alcuni), trova nelle esperienze del DUQUENNOIS una nuova ed inattesa applicazione nella lotta contro l'interrimento dei laghi artificiali, attraverso ricerche che l'A. oggi-giorno sta mettendo a fuoco.

Infine nella comunicazione viene illustrata la influenza che sulla torbidità delle acque allo scarico di fondo di un serbatoio ha il grado di apertura della relativa paratoia, argomento questo ultimo di notevole interesse ai fini della lotta contro gli interrimenti.

pp. 227-264

— THEVENIN J. - Studio della sedimentazione nei laghi artificiali in Algeria e mezzi predisposti allo scopo di preservare le capacità dei serbatoi (*Étude de la sédimentation des barrage-reservoirs en Algérie et moyens mis en oeuvre pour préserver les capacités*).

L'Autore dell'articolo premette che i mezzi posti in opera per lo scopo in argomento sono assai spesso custoditi gelosamente da un numero limitato di esperti. Chi scrive, in occasione di analoghe ricerche ⁽⁴⁾, ha potuto constatare infatti la veridicità di questa affermazione e confida perciò che ci sia un più largo scambio dei risultati conseguiti in questo campo, nell'interesse stesso del progresso della ricerca scientifica.

L'A. dell'articolo descrive quindi minutamente le cause della sedimentazione nei laghi artificiali d'Algeria, che si possono identificare con l'erosione su-

⁽³⁾ Veramente l'A. parla di « *correnti di densità* », ma chi scrive, a seguito di studi condotti circa la più appropriata terminologia da adottare in proposito, ha ritenuto opportuno correggere qui l'espressione. Cfr. COTECCHIA V., *La sedimentazione in taluni laghi artificiali dell'Italia meridionale e fondamenti teorici e sperimentali per lo studio del fenomeno* - Relazioni su ricerche e studi promossi dall'ANIDEL, 1960.

⁽⁴⁾ Cfr. COTECCHIA V. - Op. cit.

perficiale accelerata dalle acque di ruscellamento e dall'eoliazione.

Per quanto si riferisce al meccanismo della sedimentazione, Egli ritiene giustamente che esso avvenga mediante le *correnti di torbidità*, come accertato in seguito a ricerche svolte nel lago artificiale di Iril Emda (Algeria), le quali hanno luogo con stabilità tale da raggiungere la diga soltanto all'inizio della vita del lago. Dopo un certo tempo, infatti, la pendenza motrice del fondo-lago si riduce per l'azione di livellamento operata dalla deposizione dei sedimenti; si suol dire che in tal caso il lago sta *invecchiando*.

Nell'articolo è riportato lo stato della sedimentazione nei vari serbatoi algerini, secondo i controlli che annualmente vanno eseguiti mediante sezioni più o meno dirette secondo il vecchio alveo. Da tali sezioni risulta che i sedimenti si dispongono a strati orizzontali nelle vicinanze della diga, mentre verso la coda del serbatoio si dispongono parallelamente all'andamento del fondo-lago. Nel tempo, le due diverse stratificazioni si congiungono e danno luogo ad una caratteristica « *strozzatura* » (*entrancement de la cuvette*).

Per concludere, è interessante notare la distinzione in *curativi* e *preventivi* dei mezzi posti in opera per la lotta contro la sedimentazione lacustre: i primi comprendono il *rimboschimento*, la *difesa del suolo* e la *preventiva decantazione del materiale solido*; i secondi, le *cacciate*, che si possono fare a lago vuoto od a lago pieno, ed i *dragaggi*.

pp. 265-271

— MACAU VILAR F. - Studio sulla possibilità di utilizzare totalmente il bacino di un invaso realizzato in terreno vulcanico — Gran Canaria — Isole Canarie (*Étude sur la possibilité de l'utilisation totale du bassin d'un barrage construit en terrain volcanique — Gran Canaria — Islas Canarias*).

La comunicazione è un riassunto dello studio eseguito per impermeabilizzare alcuni bacini costruiti nell'isola « *Grande Canarie* », in seguito al verificarsi di gravi perdite. Le formazioni geologiche affioranti nella zona dell'invaso sono rappresentate da rocce di natura ignea (trachiti, basalti, fonoliti, ecc), diaclasizzate più o meno profondamente. La presenza di queste rocce ha imposto la soluzione non soltanto del problema dell'impermeabilizzazione, ma anche di qualche problema di natura statica. La degradazione subita dalle rocce di tipo fonolitico ha dato luogo infatti nella zona a prodotti argillosi di tipo bentonitico. Questi, al contatto con l'acqua, subiscono una notevole variazione di volume, generando forti sottopressioni agenti sui blocchi delle sovrastanti formazioni trachitiche, fino a dislocare queste ultime. L'A. si mostra fiducioso che il duplice problema, e dell'impermeabilizzazione e dell'annullamento dei suddetti effetti di sottopressione, si risolva mediante opportune cementazioni.