

A. ANTONIAZZI - F. JONTA  
V. PROLI - A. SPANU

POSSIBILITÀ DI SVILUPPO  
DEI LAGHETTI COLLINARI  
IN PROVINCIA DI FORLÌ

A CURA DELLA  
CAMERA DI COMMERCIO, INDUSTRIA ED AGRICOLTURA  
FORLÌ

CAMERA DI COMMERCIO, INDUSTRIA E AGRICOLTURA  
FORLÌ

POSSIBILITÀ DI SVILUPPO  
DEI LAGHETTI COLLINARI  
IN PROVINCIA DI FORLÌ

A. ANTONIAZZI - F. JONTA  
V. PROLI - A. SPANU

TIPOGRAFIA MODERNA F.lli ZAULI - CASTROCARO TERME

1964

## PRESENTAZIONE

*L'approvvigionamento idrico è uno dei più gravi ed assillanti problemi della Provincia di Forlì, il cui sviluppo sociale, turistico, agricolo e industriale può essere pregiudicato da un inadeguato intervento in questo settore.*

*Nella piena consapevolezza dell'importanza dello scottante problema, la Camera di Commercio Industria e Agricoltura di Forlì si è fatta promotrice di varie iniziative di studio e di ricerca, tese alla piena utilizzazione delle acque superficiali e sotterranee disponibili nel territorio della Provincia.*

*Nel quadro di queste iniziative la Camera di Commercio ha incaricato la Commissione di studio, composta dal dr. A. Antoniazzi, geologo, dal geom. F. Jonta, Capo Sezione Idraulica e Bonifiche del Genio Civile di Forlì, dal geom. V. Proli, Funzionario del Consorzio di Bonifica di Predappio e dal geom. A. Spanu, Capo Sezione Miglioramenti Fondiari dell'Ispettorato dell'Agricoltura di Forlì, di valutare le possibilità di sviluppo dei laghetti collinari nell'ambito della Provincia, indicando i territori idonei alla realizzazione di modesti invasi con diga in terra per far fronte alle esigenze idriche della collina e individuando, nella fascia pedecollinare, le zone idonee alla costruzione di invasi di notevole capacità per irrigare la pianura.*

*Nelle pagine seguenti è raccolto il frutto di indagini e di studi,*

*protrattisi per oltre un anno, su tutto il territorio provinciale.*

*L'Ente Camerale ringrazia vivamente gli studiosi ed i tecnici che con la loro opera hanno reso possibile la realizzazione di una iniziativa che costituisce un concreto contributo alla soluzione dei problemi idrici della Provincia.*

I

IL LAGHETTO COLLINARE E LA GEOMORFOLOGIA

## GENERALITÀ

I laghetti collinari sono piccoli invasi ottenuti mediante lo sbarramento di una vallecola con una diga in terra. L'acqua raccolta viene utilizzata principalmente per l'irrigazione e per abbeverare il bestiame.

Per realizzare queste opere vengono, in generale, utilizzati modesti avallamenti delle pendici collinari con una debole pendenza del fondo.

Le forme assunte dai laghetti dipendono dalla morfologia delle vallecole e dalla presenza o meno di una strozzatura utilizzabile. Nelle pieghe con una stretta si possono ottenere invasi circolari, ellittici, ad Y, triangolari con diga su di un vertice, ecc. Nelle altre, molto più comuni, si possono realizzare laghetti a nastro, a semicerchio, a triangolo isoscele con la base costituita dalla diga, ecc.

Gli sbarramenti si adattano poi alle varie condizioni morfologiche (dighe rettilinee, curvilinee, ad L, a C, ecc.) e consentono di costituire invasi delle forme più svariate. In ogni caso dal punto di vista economico si tende a mantenere un certo rapporto tra il volume della diga e la capacità di invaso.

Rispetto alle dimensioni i laghetti collinari con diga in terra possono essere suddivisi, basandosi anche sulle prescrizioni di legge, in due gruppi:

— laghetti con invaso fino a 100.000 metri cubi e con diga in terra fino a dieci metri d'altezza;

— laghetti con capacità d'invaso e con altezza di diga superiori.

I laghetti poderali appartengono in genere al primo gruppo, mentre i laghetti a carattere interpoderale ricadono con maggior frequenza nel secondo gruppo <sup>(1)</sup>.

Elementi notevoli nella funzionalità di un laghetto collinare sono: il bacino imbrifero (costituito dalle pendici che versano le acque piovane nel laghetto), la zona di invaso, la diga, la zona da irrigare e l'impianto irriguo.

Le indagini preliminari alla realizzazione di un laghetto devono individuare la migliore soluzione dal punto di vista economico, idrologico, morfologico e geologico. In condizioni ideali l'invaso dovrebbe essere ubicato:

— dove una vallecola adatta consenta di ottenere, mediante una piccola diga, un invaso capace di sfruttare integralmente le possibilità idriche del bacino;

— dove l'invaso e la diga ricadono in terreni stabili e perfettamente impermeabili;

— dove la zona da inondare sia scarsamente produttiva;

— dove la terra per costruire la diga possa essere ricavata all'interno dell'invaso subito a tergo dello sbarramento;

— dove la terra presenti le migliori caratteristiche granulometriche;

— dove i terreni da irrigare siano nelle immediate adiacenze e ad una quota tale da rendere possibile l'irrigazione per caduta;

— dove il lago sia in condizioni tali da non rappresentare un pericolo potenziale per gli uomini e le cose.

Le condizioni naturali ovviamente si discostano in modo anche notevole da quelle ideali. Di volta in volta, una stretta collaborazione fra progettista e geologo deve portare a scelte che, tenuto conto dei vari fattori in gioco, mettano l'azienda in condizione di beneficiare di una riserva idrica nelle migliori condizioni, utiliz-

(1) Quanto verrà esposto riguarda particolarmente gli invasi comuni a più fondi e gli invasi poderali di una certa importanza.

zando mezzi tecnici ed accorgimenti, che consentano di ovviare alle deficienze naturali nel modo più economico e più semplice.

Tra i fattori che frequentemente ostacolano o riducono la possibilità di realizzare con tranquillità i laghetti collinari sono da menzionare:

— la limitata possibilità di scelta delle località più idonee, a causa della tendenza generale ad eseguire le costruzioni nell'ambito di fondi più o meno ristretti <sup>(2)</sup>;

— la necessità di tentare soluzioni, anche con qualche rischio, per far fronte a inderogabili esigenze di approvvigionamento idrico;

— le condizioni morfologiche poco favorevoli o la deficienza idrica del bacino, che impongono di commisurare il laghetto alle più strette necessità aziendali;

— l'esigenza che il costo dell'opera resti nei limiti di una stretta economicità.

#### INDAGINE GEOLOGICA

L'indagine geologica, ai fini della realizzazione del laghetto collinare, deve occuparsi:

a) dei caratteri generali del bacino da sbarrare;

b) dell'impermeabilità e della stabilità della zona di invaso e di assise della diga;

c) delle caratteristiche e del reperimento delle terre necessarie alla costruzione del rilevato.

I caratteri petrografici e tettonici del bacino imbrifero vanno studiati per poter valutare il coefficiente di deflusso, mentre l'andamento e la stabilità dei versanti vanno esaminati per stimare l'even-

(2) Anche a questo proposito la situazione diviene più favorevole quando si tratta di studiare la realizzazione di laghetti a carattere interpoderale.

tuale apporto solido nel serbatoio e per trovare i modi migliori per ridurlo a valori minimi.

Date le modeste dimensioni dei laghetti collinari raramente si presentano condizioni geologiche diverse nella zona di invaso e in quella di assise della diga. In generale i caratteri favorevoli o sfavorevoli si mostrano globalmente durante l'esame della situazione ambientale.

La terra da utilizzare per la costruzione degli sbarramenti deve essere abbondante, di buona qualità, vicina al luogo di messa in opera. In caso contrario il lavoro può divenire eccessivamente oneroso.

Prima di esaminare con maggior dettaglio i presupposti geologici e morfologici alla costruzione dei laghetti collinari è bene accennare alle difficoltà dello studio geologico preliminare. Esse sono minime quando il terreno vegetale è ridotto e la roccia affiora in superficie. Questo caso rappresenta tuttavia l'eccezione, non la regola. Normalmente il substrato litologico è scarsamente evidente. Infatti il dolce modellamento delle vallecole e la copertura vegetale del bacino, necessari, tra l'altro, per ridurre l'apporto solido nell'invaso, implicano una più o meno completa copertura delle rocce sottostanti. La stessa possibilità di compiere indagini preliminari sulla zona d'invaso, mediante trincee e sondaggi, è assai ridotta poichè l'economicità dello studio iniziale deve essere proporzionata all'entità dell'opera. In tale situazione, per riconoscere le caratteristiche stratigrafiche e tettoniche locali, è molto spesso necessario ricorrere ad indagini indirette, estendendo alla zona in esame quanto può essere osservato in affioramenti limitrofi. Quanto ai sondaggi, specie nei laghetti minori, ci si limita al prelievo di campioni al di sotto del terreno vegetale e al controllo dello spessore delle terre nella cava di prestito.

L'indagine preliminare può così dar luogo a notevoli imprevisti in lavori, nei quali, per le modeste dimensioni dell'invaso, anche un ridotto banco permeabile può far sorgere gravi inconvenienti. E' quindi auspicabile che la collaborazione fra progettista

e geologo prosegua anche durante lo svolgimento dei lavori fino a quando la roccia viva della zona d'invaso sia posta completamente a nudo. Questo, permettendo di prendere atto immediatamente di eventuali fatti nuovi, consentirebbe di far fronte subito agli inconvenienti e, in caso favorevole, permetterebbe di ridurre o addirittura di eliminare lavori cautelativi, previsti nel progetto, che si rivelassero superflui.

Passiamo ora ad alcuni cenni di carattere generale sul bacino imbrifero, sulla zona d'invaso e di assise della diga e sulle caratteristiche delle terre.

**BACINO IMBRIFERO** - Lo studio del bacino imbrifero è importante per determinare la quantità d'acqua disponibile, per calcolare la portata massima da smaltire alle opere di sfioro e per valutare la portata solida nel serbatoio.

Dal punto di vista geologico vanno esaminate le condizioni di stabilità dei versanti e va fatta attenzione a quanto può influire sul coefficiente di deflusso e sulla portata solida.

La stabilità dei versanti dipende principalmente:

- dalla maggiore o minore inclinazione delle pendici;
- dalle caratteristiche delle rocce affioranti e dal loro stato di fessurazione e di alterazione;
- dall'andamento degli strati e delle fessurazioni;
- dalle condizioni di attrito tra l'eventuale piano di scorrimento e i materiali sovrastanti.

Per quanto riguarda l'influenza degli strati sulla stabilità dei versanti si osservino le figure 1, 2, 3, 4, 5 e 6, tenendo presente che la situazione può essere molto varia a seconda delle caratteristiche meccaniche e di permeabilità delle rocce, delle loro eventuali alternanze e del loro stato di alterazione e fessurazione.

Nella realizzazione dei laghetti collinari è consigliabile evitare vallecole in cui i pendii siano notevoli e in cui le rocce diano scarso affidamento di stabilità. Dove invece si presenti un modesto dissesto o una tendenza alla franosità non immediatamente preoccupante è

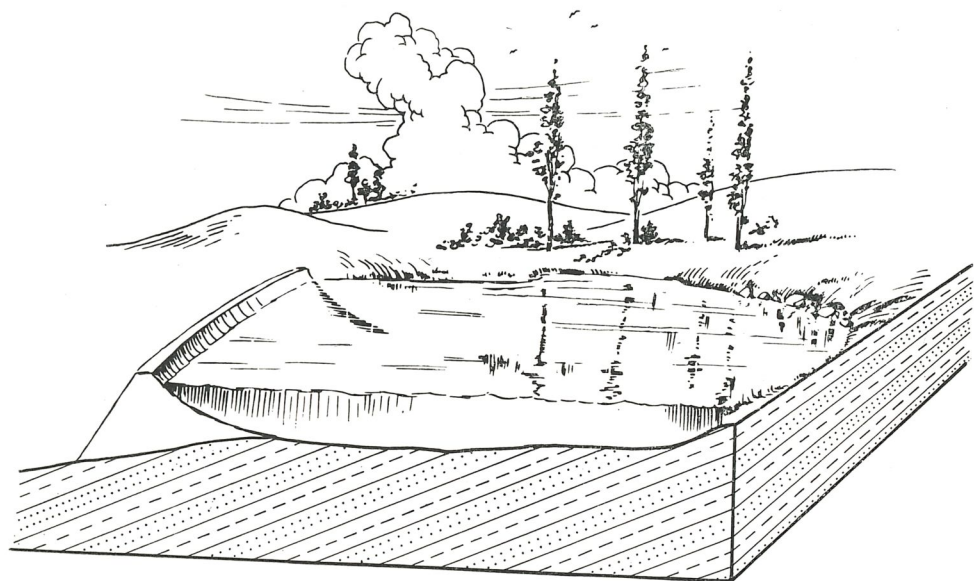


Fig. 1 - Disposizione degli strati sfavorevole alla tenuta dell'invaso e alla stabilità dello sbarramento e dei versanti.

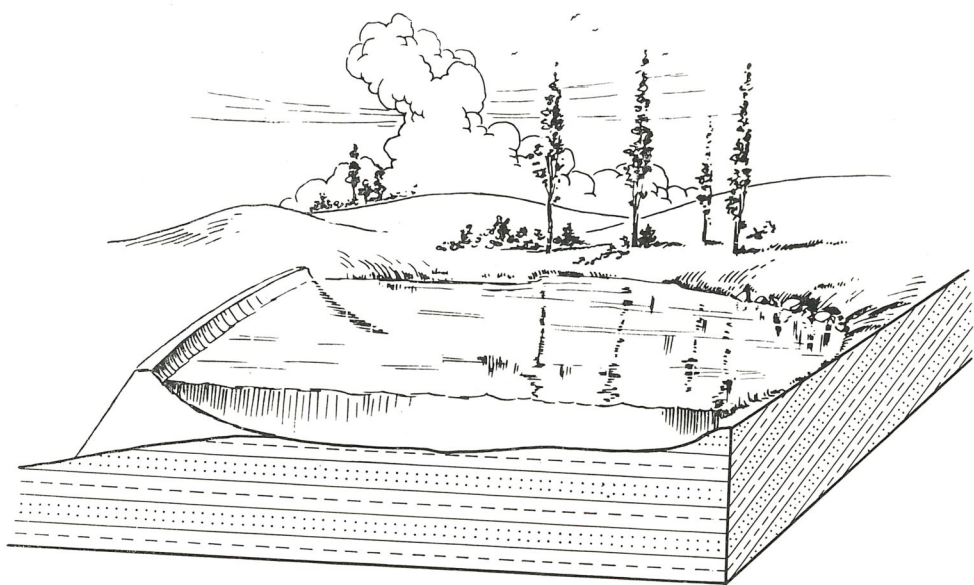


Fig. 2 - Disposizione degli strati sfavorevole alla tenuta dell'invaso, con pericoli per la stabilità della diga e possibile franosità sul fianco destro.

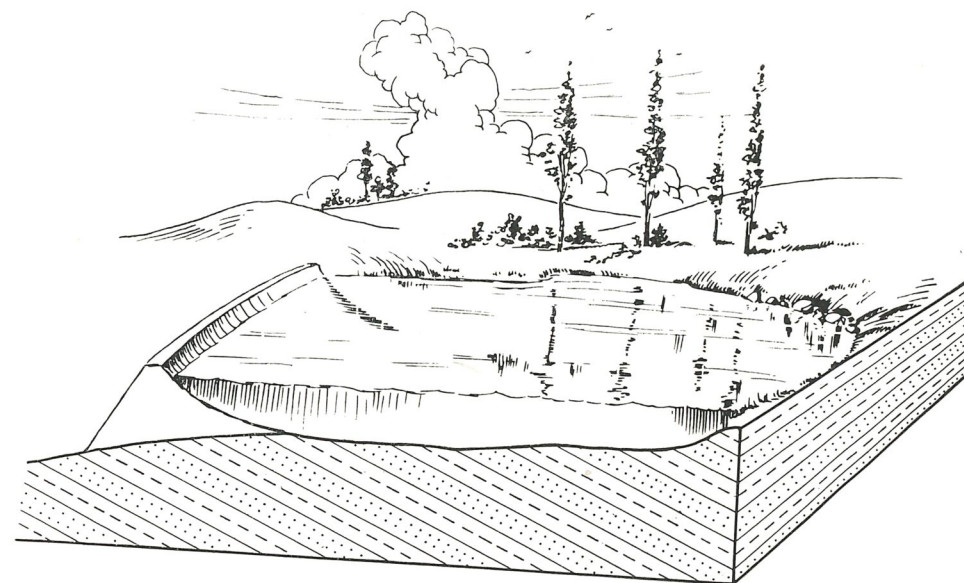


Fig. 3 - Disposizione molto favorevole degli strati nei confronti della tenuta dell'invaso, della stabilità dello sbarramento e dei versanti.

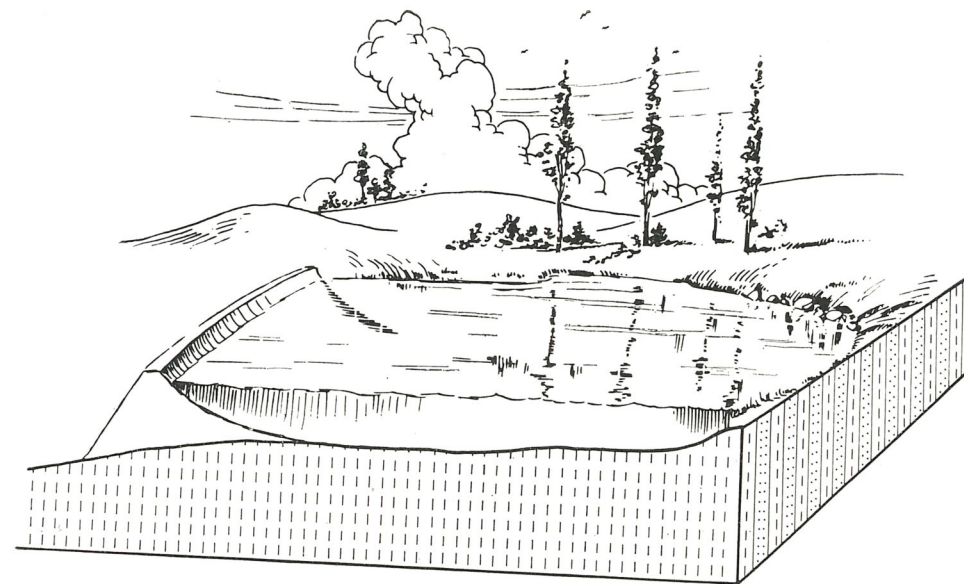


Fig. 4 - Disposizione degli strati sfavorevole alla tenuta dell'invaso, favorevole alla stabilità della diga e dei versanti.



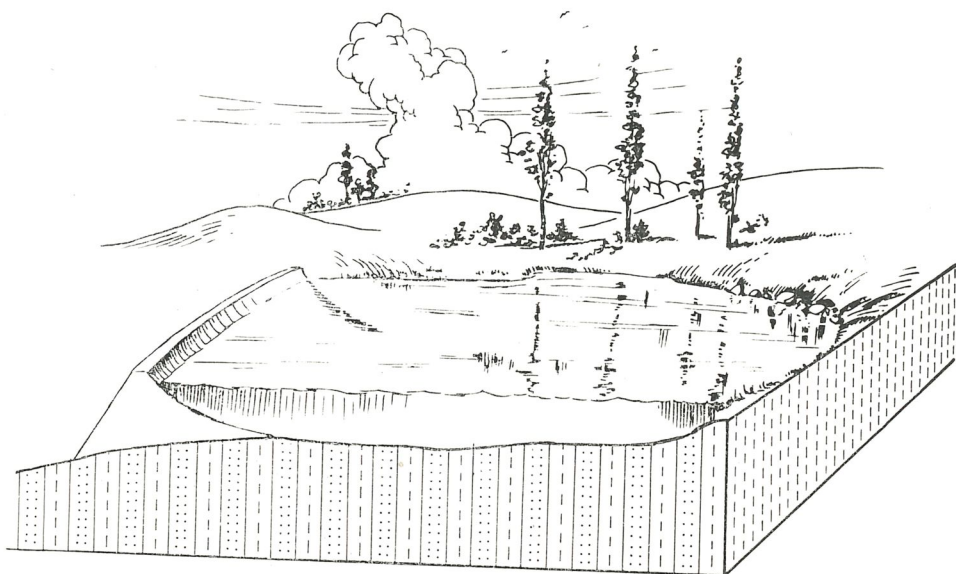


Fig. 5 - Disposizione degli strati favorevole alla tenuta dell'invaso e alla stabilità della diga e dei versanti.

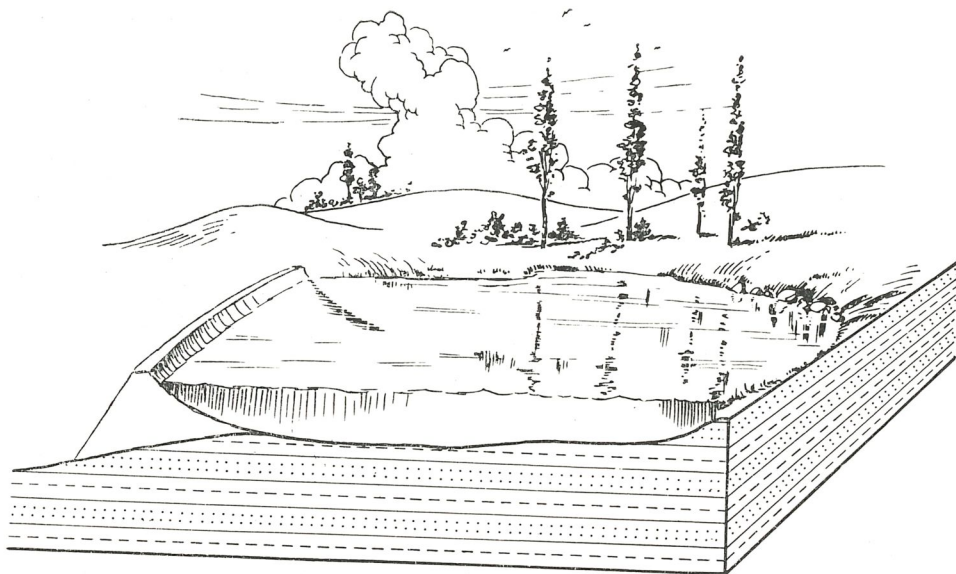


Fig. 6 - Disposizione degli strati mediocremente favorevole alla tenuta dell'invaso e alla stabilità dello sbarramento e dei versanti.

consigliabile una opportuna sistemazione morfologica ed idrologica dei terreni.

I fattori geologici che possono influire sul coefficiente di deflusso dipendono dalle caratteristiche di permeabilità delle rocce affioranti nel bacino imbrifero.

Quando il bacino imbrifero e l'invaso sono interessati, come accade di frequente nei laghetti collinari, da una sola formazione sufficientemente impermeabile, l'influenza dei fattori geologici sul coefficiente di deflusso è minima.

Quando nei bacini imbriferi si presentano rocce più o meno permeabili <sup>(3)</sup> per valutare le possibili perdite occorre individuare l'estensione, le caratteristiche e l'andamento tettonico degli affioramenti permeabili, accertando anche l'eventuale presenza di faglie e di litoclasti.

Dove le rocce permeabili sono estese le acque assorbite possono o meno riaffiorare a monte dell'invaso e contribuire al suo riempimento. Quando la disposizione tettonica delle rocce permeabili fa defluire le acque per via sotterranea in bacini attigui, il bacino alimentatore del laghetto viene a ridursi e non vi è più coincidenza fra bacino imbrifero e bacino morfologico.

L'entità del materiale solido trasportato dalle acque nei laghetti collinari dipende principalmente:

- dall'estensione del bacino imbrifero;
- dall'impermeabilità delle rocce, che aumenta lo scorrimento superficiale delle acque;
- dalla pendenza e dall'andamento dei versanti, che influisce sulla velocità delle acque e quindi sul loro potere di trasporto;
- dalla presenza in superficie di rocce friabili o profondamente alterate, che aumentano notevolmente la portata solida;
- dall'estensione e dalla natura della vegetazione, che ha il

<sup>(3)</sup> Tali rocce si devono necessariamente trovare al di fuori della zona d'invaso.

potere di proteggere il terreno dall'azione dell'acqua flagellante e di ostacolare il dilavamento;

— dalle caratteristiche delle precipitazioni: le piogge che hanno maggior potere erosivo sono quelle di notevole intensità e breve durata;

— dalla tendenza delle rocce a franare o a smottare.

L'apporto solido nei laghetti collinari è determinato principalmente dall'azione delle acque cadenti e dilavanti, poiché in generale le acque sono trattenute prima di originare decisamente un corso d'acqua.

La conoscenza dei valori dei deflussi torbidi unitari <sup>(4)</sup> permetterebbe di evitare valutazioni complesse ed in parte aleatorie del presumibile interrimento dei laghetti artificiali. Purtroppo osservazioni di questo genere mancano completamente per i piccoli bacini e scarseggiano per quelli maggiori.

Nella Provincia di Forlì le osservazioni più significative, per continuità nel tempo e per estensione del bacino imbrifero studiato, sono state condotte dal Servizio Idrografico sul fiume Savio a S. Vittore.

Nel periodo 1950-61 in tale fiume è stato riscontrato un deflusso torbido unitario medio pari a 1.970 tonnellate per chilometro quadrato, pari a circa 730 metri cubi per chilometro quadrato.

A titolo di esempio, volendo applicare questo dato al calcolo dell'interrimento di un laghetto collinare con una capacità di invaso di mc. 20.000 ed un bacino imbrifero di 50 ettari, si potrebbe riscontrare un apporto solido di circa 365 metri cubi all'anno e quindi una riduzione effettiva del volume invasabile leggermente inferiore al 2% annuo.

E' tuttavia da tener presente che il deflusso torbido unitario del Savio a S. Vittore riguarda un bacino imbrifero di chilometri quadrati 597 con notevoli estensioni in grave dissesto idrogeologico,

(4) Il deflusso torbido unitario è il quoziente tra il valore del deflusso torbido in una sezione, in un dato intervallo di tempo, e l'area del bacino imbrifero sotteso dalla sezione stessa.

che contribuiscono fortemente all'aumento del valore della portata solida.

Questo valore va sensibilmente ridotto nel valutare l'apporto solido nei laghetti collinari poiché essi vengono realizzati escludendo bacini in grave dissesto e scegliendo vallecole con modeste pendenze superficiali, con franosità ed erodibilità trascurabile e con un manto vegetale protettivo, che viene salvaguardato o di cui si favorisce la ricostituzione. In tali condizioni può essere escluso il pericolo di un rapido interrimento dell'invaso.

**ZONA D'INVASO** - Una volta costruita la diga la zona d'invaso viene sommersa dalle acque e deve essere in grado di trattenerle e di conservarle nella quantità prevista dal progetto. A tal fine lo studio geologico preliminare deve preoccuparsi principalmente di accertare l'impermeabilità delle rocce che verranno a trovarsi al disotto dello specchio d'acqua, senza trascurare lo studio della stabilità delle sponde e dei versanti immediatamente sovrastanti l'invaso.

Nei laghetti collinari la tenuta può considerarsi assicurata quando si verifichi una di queste condizioni:

— la zona d'invaso presenta rocce impermeabili non fratturate;

— la superficie da sommergere è interessata da rocce debolmente permeabili, che possono dar luogo a perdite ridotte, tali comunque da non incidere sulla funzionalità del laghetto;

— l'invaso è interessato da fratture già obliterate da materiali impermeabili.

Nelle rocce sedimentarie la disposizione degli strati ha una notevole importanza per la tenuta dell'invaso. Questo sia che le rocce appartengano ad un'alternanza costituita da depositi a diverso grado di permeabilità, sia che eventuali fratture o gli stessi giunti di stratificazione rappresentino una possibile via di fuga per le acque. A questo proposito la situazione è da considerarsi favorevole

quando gli strati sono paralleli allo sbarramento e si immergono nel corpo del rilievo; la situazione è invece sfavorevole quando la disposizione dei giunti di stratificazione o dei livelli maggiormente permeabili è tale da consentire alle acque di scaturire a valle della diga. Alcuni casi tipici per la tenuta dell'invaso e per la stabilità della zona di assise della diga sono illustrati nelle figure 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

E' già stato posto in evidenza come le caratteristiche litologiche della zona d'invaso molto frequentemente siano celate dal terreno agrario e come questo fatto sia fonte di preoccupazioni, in quanto nel realizzare laghetti collinari anche modesti livelli permeabili possono causare gravi difficoltà. In tale situazione bisogna studiare gli affioramenti limitrofi cercando di individuare le caratteristiche locali delle rocce, facendo attenzione alla loro natura, alla loro disposizione, al loro grado di alterazione, in modo da valutare l'eventuale permeabilità per porosità o per fessurazione.

Indicazioni di notevole interesse sulla permeabilità delle rocce possono essere fornite dalla presenza di eventuali sorgenti nella zona d'invaso e in quella immediatamente a valle della costruenda diga.

Nei laghetti collinari, a differenza di quanto accade nei grossi invasi, per la limitata altezza della colonna idrica è da ritenere modesta l'influenza della pressione nell'aumento della permeabilità. Questo fattore può incidere in modo determinante solo in situazioni di impermeabilità limite.

Per la conservazione dei laghetti è determinante la stabilità delle sponde. Accertata in via preliminare l'assenza di una franosità di qualche rilievo è consigliabile far assumere la minima pendenza possibile alle scarpe dell'invaso e alle pendici immediatamente sovrastanti il laghetto.

ZONA DI ASSISE DELLA DIGA - L'esame geologico della zona destinata allo sbarramento riguarda particolarmente l'impermeabilità e la stabilità delle rocce.

Abbiamo visto nel paragrafo precedente quanto concerne l'impermeabilità, vediamo ora le condizioni di stabilità degli appoggi basali e laterali delle dighe in terra. Sui fianchi bisogna accertare che una franosità attuale o potenziale non metta in pericolo la stabilità dello sbarramento. Sul fondo queste opere, che in genere non oltrepassano i dieci metri di altezza, presentano carichi unitari massimi dell'ordine di  $2 \div 2,5$  chilogrammi per centimetro quadrato, che rocce sane e in posto sono in grado di sopportare ampiamente. Solo nel caso di sbarramenti maggiori o in eventuali situazioni dubbie è bene procedere a prove di laboratorio per accertare la resistenza alla compressione e al taglio delle fondazioni.

Alla stabilità della zona di assise concorrono molti fattori più o meno interdipendenti, come:

- la natura, la resistenza e lo spessore delle formazioni litologiche affioranti;
- l'omogeneità o meno dell'affioramento;
- la giacitura e il grado di fratturazione delle rocce;
- l'andamento superficiale del terreno.

Anche nel caso di affioramenti omogenei il comportamento del substrato è quanto mai vario in relazione alle caratteristiche delle varie rocce e al loro stato di alterazione e di fratturazione. La complessità dei problemi aumenta, in generale, passando da formazioni con un unico tipo litologico a quelle costituite da una alternanza di strati con caratteristiche meccaniche diverse. In ogni caso la diga va saldamente ancorata alla roccia sana.

Nella zona di assise della diga possono manifestarsi una o più formazioni affiancate. Nel primo caso, fatta astrazione delle proprietà specifiche delle rocce affioranti, la situazione è in genere favorevole per l'omogeneità delle fondazioni; nel secondo caso, piuttosto raro, la situazione è generalmente negativa per l'inomogeneità del substrato.

La giacitura e la fratturazione delle rocce può influire in modo

determinante sulla stabilità delle fondazioni. Una ventuale franosità è infatti assecondata dalla disposizione a franapoggio degli strati, mentre è contrastata da quella a reggipoggio <sup>(5)</sup>.

Nel luogo di fondazione e nelle zone limitrofe l'andamento superficiale del terreno può essere pianeggiante, in pendio, in un piano prossimo ad un pendio. In queste due ultime situazioni, meno favorevoli, una maggiore inclinazione delle pendici tende naturalmente a favorire la franosità.

In conclusione si può dire che le migliori condizioni di appoggio per la diga si hanno quando affioramenti omogenei di rocce stabili, resistenti e poco fratturate, si presentano in zone praticamente pianeggianti per un buon tratto a valle dello sbarramento. Le peggiori condizioni di stabilità si verificano quando le fondazioni sono disposte su di un pendio o su di un terreno pianeggiante prossimo ad un pendio, in cui si presentano affiancate formazioni con caratteristiche meccaniche diverse, con disposizione a franapoggio e tendenza alla franosità.

A parte questi due casi limite è bene che il terreno di fondazione sia omogeneo, abbia buoni requisiti, non presenti bruschi dislivelli a valle della diga e abbia una disposizione favorevole degli strati.

Queste indicazioni hanno un valore di larga massima in quanto le condizioni obiettive possono essere estremamente variabili e vanno valutate caso per caso. Ad ogni modo la stabilità e la permeabilità del piano d'appoggio devono essere tali da non compromettere, nella peggiore delle ipotesi, l'esito dell'opera.

**TERRE PER LE DIGHE** - Per realizzare gli sbarramenti è necessario che una quantità sufficiente di terra con buoni requisiti si trovi in vicinanza della sede del rilevato, possibilmente all'interno stesso della zona d'invaso.

<sup>(5)</sup> Rispetto ad una incisione o ad una pendice gli strati si dicono a franapoggio se sono inclinati nello stesso senso dell'incisione; si dicono a reggipoggio se penetrano diretti verso il basso nel corpo del rilievo.

Nello studio geologico preliminare bisogna porre grande attenzione, nell'individuare l'eventuale zona di cava, alla qualità e alla quantità dei materiali presenti. Se non è possibile una stima a vista del volume delle terre disponibili è bene procedere ad alcuni sondaggi, opportunamente scelti, per valutare la possibilità della cava con sufficiente approssimazione. Vanno in ogni caso scartate terre ricche in materie organiche o con elementi solubili in acqua.

Le caratteristiche delle terre devono essere tali da assicurare alla diga l'impermeabilità e una sufficiente stabilità.

L'impermeabilità viene assicurata quando la porosità del rilevato è di dimensioni tali che l'acqua, pur penetrando e fissandosi nei pori, non riesce a circolare o può farlo con tale lentezza che il fenomeno risulta trascurabile.

La stabilità dipende particolarmente dalle caratteristiche delle terre e dal loro grado di umidità, come pure dalla modalità di messa in opera dei materiali e dalla pendenza dei paramenti della diga.

In molti casi l'idoneità dei materiali può essere valutata in base alla conoscenza pratica delle terre, ad una analisi granulometrica sufficientemente dettagliata e a pochi rapidi saggi di carattere pratico.

E' bene tuttavia procedere ad una serie di esami geotecnici ogni qualvolta le caratteristiche dei materiali diano luogo a dubbi oppure le maggiori dimensioni della diga lo consigliano. Questi esami devono dare garanzia sulla idoneità all'impiego dei materiali e nel contempo fornire indicazioni utili al progettista.

Dati particolarmente significativi sono:

— le dimensioni dei granuli e la loro incidenza percentuale nella composizione del terreno (analisi granulometrica quantitativa). Raramente s'impone la necessità pratica di conoscere anche la natura qualitativa dei granuli;

— il peso specifico dei granuli costituenti la terra e quello del terreno allo stato secco, allo stato naturale e allo stato di saturazione;

— lo stato fisico del terreno, specie se argilloso, in relazione al contenuto d'acqua (limiti di liquidità, di plasticità e di ritiro);

— la porosità, la permeabilità e l'indice dei vuoti dei materiali;

— la coesione e l'angolo di attrito interno delle terre;

— il costipamento del terreno e le modalità della sua compattazione.

Le terre impiegate sono in genere prodotto di alterazione delle rocce impermeabili della zona d'invaso. Non sempre le terre impermeabili godono delle migliori proprietà dal punto di vista statico. In quelle dove predomina l'argilla è garantita infatti l'impermeabilità, ma lascia a desiderare la stabilità; in quelle dove predominano le sabbie una preoccupante permeabilità accompagna migliori caratteristiche dal punto di vista statico.

Ai fini dei laghetti è inevitabile preoccuparsi prima della impermeabilità dell'invaso e del rilevato, poi della stabilità di quest'ultimo. E' infatti più facile prevenire una possibile instabilità della diga con una adeguata progettazione ed esecuzione dell'opera, che ridurre la permeabilità dell'invaso e dello sbarramento con i normali ausili tecnici.

Le terre migliori hanno una granulometria continua, in cui accanto agli elementi grossolani si presentano elementi fini in quantità sufficiente. In tale situazione le terre possiedono anche una notevole resistenza al taglio, una buona coesione e sono poco soggette al rigonfiamento e al ritiro. Un minimo di permeabilità può inoltre favorire la stabilità del rilevato, portandolo ad un rapido consolidamento durante la stessa messa in opera dei materiali.

Nel caso delle argille pure, una volta realizzato lo sbarramento, la debolissima permeabilità permette solo una assai lenta riduzione del contenuto idrico. La diga perciò dovrà essere progettata tenendo conto che la sua stabilità sarà minacciata, anche dopo la realizzazione, fino alla progressiva riduzione del contenuto idrico del rilevato accompagnata di pari passo dal consolidamento e dallo

aumento della resistenza al taglio dell'argilla. Questo materiale infatti una volta perduta la consistenza, specie per la perturbazione dello strato adsorbente e per la distruzione della struttura originaria, può fluidificarsi fino a dar luogo a vere e proprie colate di fango. Quando però si ha a che fare, come frequentemente accade, con argille siltose o siltoso-sabbiose la situazione tende nettamente a migliorare.

L'accurata conoscenza delle caratteristiche delle terre permette al progettista di trarre utili indicazioni per la scelta degli accorgimenti da adottare all'atto esecutivo. La selezione e la opportuna miscela dei vari tipi di materiali a disposizione nelle cave di prestito, il grado di compattazione del rilevato, l'inclinazione dei paramenti della diga, la costruzione del drenaggio al piede di valle dello sbarramento, la impermeabilizzazione mediante nuclei o rivestimenti e tutte le misure capaci di portare ad una migliore e più economica costruzione dello sbarramento sono legate alle proprietà delle terre e possono essere prese solo sulla base di dati concreti e precisi.

II

I CARATTERI LITOLOGICI DELLA PROVINCIA E LA CARTA  
DELL'IDONEITÀ DEI TERRENI ALLA REALIZZAZIONE DEI  
LAGHETTI COLLINARI

#### GENERALITÀ.

La carta dell'idoneità dei terreni alla realizzazione dei laghetti collinari riguarda l'intero territorio della Provincia di Forlì, i cui 2.910 chilometri quadrati sono interessati dall'affioramento di rocce sedimentarie del Terziario e del Quaternario <sup>(6)</sup> con netto predominio dei terreni dal Miocene ad oggi. Gli affioramenti eocenici ed oligocenici riguardano una stretta fascia ai limiti della Provincia tra il Passo dei Fangacci e il Falterona e le formazioni appartenenti alle coltri gravitative <sup>(7)</sup> dell'alta valle del Savio e delle valli dell'Uso e del Marecchia, in cui si presentano anche piccoli lembi di serie litologiche preterziarie.

La carta dell'idoneità dei terreni della Provincia alla realizzazione dei laghetti collinari è frutto di una campagna di rilevamento, protrattasi per quasi un anno (1962-63), che ha portato ad individuare e a cartografare le zone in cui gli affioramenti litologici favoriscono od ostacolano la costruzione degli invasi.

Un rilievo originale si è reso necessario perché le carte geologiche ufficiali sono piuttosto invecchiate e, questo in comune con altri studi recenti, prestano maggior attenzione all'età delle varie

<sup>(6)</sup> Si tratta delle ultime due ere in cui è suddivisa la storia della terra. Il Terziario a sua volta è suddiviso dal basso verso l'alto in Eocene, Oligocene, Miocene, e Pliocene.

<sup>(7)</sup> Appartengono alle coltri gravitative rocce che sono venute a sovrascorrere, da zone anche molto lontane, su depositi in formazione negli ambienti di sedimentazione riguardanti i territori della nostra Provincia. Il fenomeno viene ritenuto conseguenza di giganteschi scivolamenti e franamenti di interi pacchi di strati e di formazioni su piani inclinati formatisi durante l'orogenesi. Riprese di moto dei materiali, dovute al ripetersi nel tempo di condizioni analoghe, producono una grande caoticità nelle rocce delle coltri e in quelle successivamente depositatesi su di esse. Solo grossi lembi di formazioni dalla litologia particolarmente consistente riescono a mantenere la propria individualità durante queste vicende. Tutti i lembi minori o più plastici finiscono completamente caoticizzati e dispersi.

formazioni affioranti, che alla loro natura litologica. Non è stato tuttavia trascurato l'esame di quanto della bibliografia scientifica nota e disponibile poteva riuscire utile ed indicativo al fine specifico di questo studio. Sono stati in particolare tenuti presenti i lavori di Lipparini, di Passerini, di Ruggieri, di Signorini, di Venzo e di Zangheri.

Durante il rilevamento la delimitazione delle aree più significative è stata tracciata su carte in scala 1:25.000 dell'Istituto Geografico Militare; successivamente questi confini sono stati riportati sulla definitiva carta della Provincia in scala 1:100.000.

La ricerca delle zone adatte alla realizzazione dei laghetti collinari è stata soprattutto tesa ad individuare le aree in cui il suolo è praticamente impermeabile e in cui è possibile avere a disposizione terre in quantità sufficiente per la costruzione degli sbarramenti. Solo in casi particolari è stata tenuta presente la tendenza del terreno alla franosità.

Per la complessità stessa della materia trattata è inevitabile, anche nel caso di studi geologici di dettaglio, dover parlare di caratteri prevalenti. E' infatti impensabile che durante il deposito di un tipo di sedimento, fenomeno protrattosi a volte per milioni di anni, non si manifestino variazioni locali e momentanee nella sedimentazione, anche se l'ambiente di deposito mantiene caratteristiche costanti. Le rocce poi hanno subito un piegamento più o meno intenso a seconda delle zone, un sollevamento quanto mai vario e infine una diversa esposizione ad opera dell'erosione. Tutti questi fatti moltiplicano i casi particolari, in cui si articola un carattere dominante generalmente diffuso. Situazioni talvolta veramente complesse nascono dalla relazione fra l'andamento del rilievo e le varie rocce affioranti, la loro esposizione nella serie stratigrafica e il loro andamento tettonico. Tutti questi fatti locali devono essere valutati caso per caso ed è per questo che nel campo delle applicazioni pratiche della geologia è necessario un attento esame sul terreno prima di dare un parere.

I fatti locali non devono tuttavia far perdere di vista l'impor-



Fig. 7 - Veduta d'insieme di un terreno ghiaioso-sabbioso (foto Antoniazzi)



Fig. 8 - Particolare di un terreno alluvionale (foto Antoniazzi)





Fig. 9 - Particolare di una alluvione ciottolosa (foto Antoniazzi)

tanza e la necessità di conoscere i caratteri generali di una zona. Se, ad esempio, in un terreno riconosciuto in generale come adatto, una franetta o l'affioramento locale di un banco sabbioso rendono impossibile realizzare un laghetto basta a volte spostarsi di poche decine di metri per trovare una zona idonea. In una località invece riconosciuta come inadatta, una situazione favorevole può presentarsi occasionalmente e va sfruttata con cautela.

LA CARTA LITOLOGICA DI MASSIMA.

Questo studio, pur finalizzato ad individuare le zone adatte alla realizzazione dei laghetti collinari e quindi estremamente cauto nel giudicare dell'impermeabilità delle varie rocce, ha consentito di realizzare una carta litologica di massima della Provincia. Questa carta, nata in modo quasi impreveduto in margine ad un rapido e specifico lavoro di geologia applicata, risente inevitabilmente dei

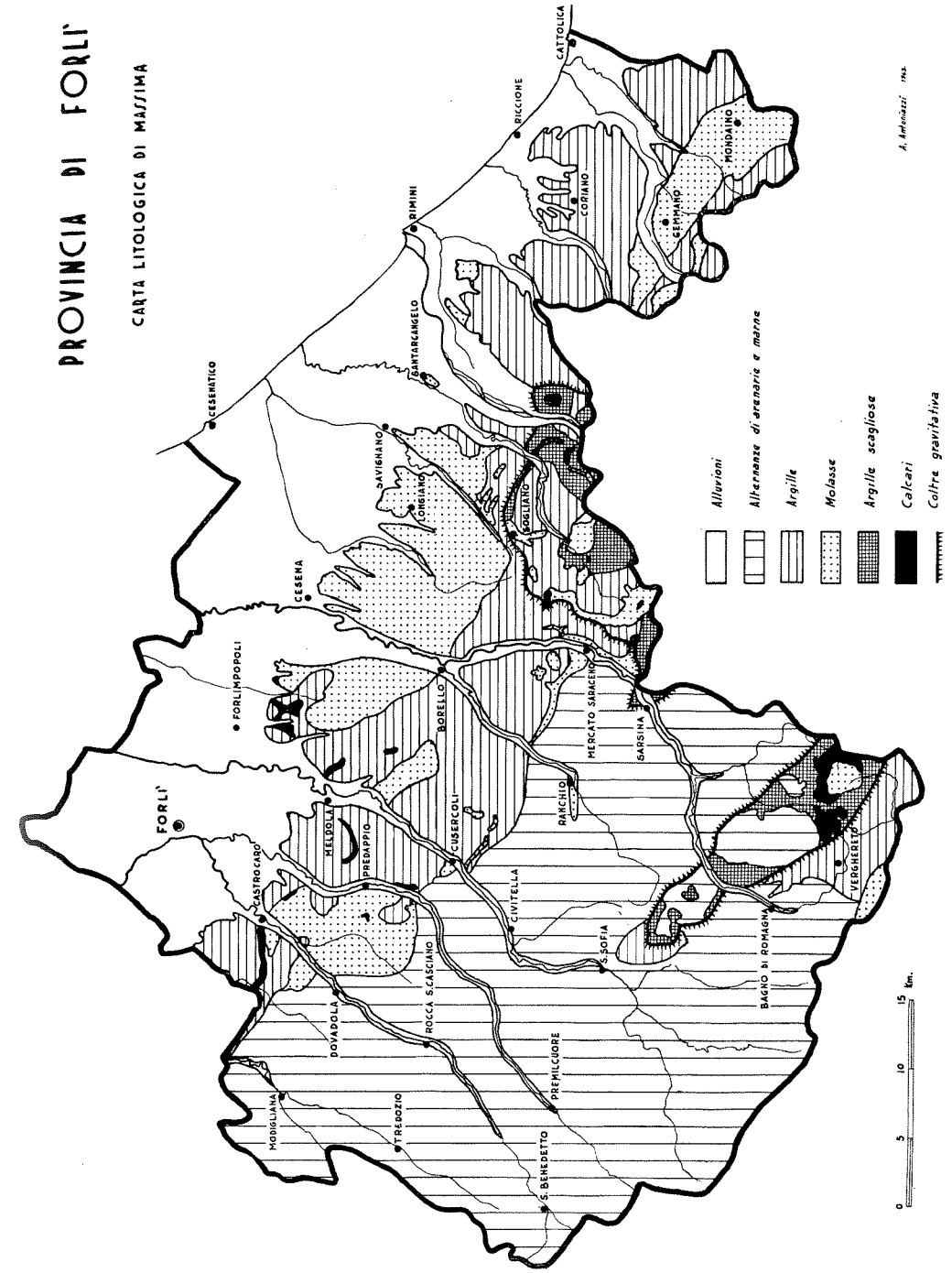


Fig. 10

limiti connessi con la propria origine. E' tuttavia utile per rendere di massima evidenti le caratteristiche e le estensioni areali dei vari affioramenti litologici della Provincia e per spiegare i criteri seguiti nella realizzazione della carta delle idoneità dei terreni alla realizzazione dei laghetti collinari.

Nella carta litologica di massima i tipi di rocce dominanti sono stati distinti nei seguenti gruppi:

- alluvioni
- alternanze di arenarie e di marne
- argille
- molasse
- argille scagliose
- calcari.

La descrizione di ciascuno di questi affioramenti sottolineerà come l'attribuzione delle rocce sia stata fatta in base ai caratteri generalmente dominanti, trascurando particolarità locali.

Un primo esame della carta litologica di massima rivela come nella Provincia le alluvioni della pianura diano luogo ad una collina prevalentemente argillosa o molassica e ad una montagna in cui affiorano alternanze di arenarie e di marne. Fanno eccezione a questa regola i sottili nastri delle alluvioni e delle terrazze alluvionali che risalgono le nostre valli e le due coltri gravitative, una delle quali interessa la collina, l'altra la montagna.

Vediamo ora le caratteristiche generali dei vari tipi litologici affioranti:

**ALLUVIONI** - Sono sedimenti dovuti all'azione dei corsi d'acqua, che erodono i materiali, li trasportano e li depositano quando il potere di trascinamento della corrente viene a cadere.

Questi depositi sono costituiti da elementi sciolti di origine clastica come le ghiaie, le sabbie, il silt e l'argilla, variamente mescolati tra loro. Nell'alveo dei fiumi gli elementi più pesanti si depositano prima di quelli più fini; nel corpo dell'alluvione tuttavia

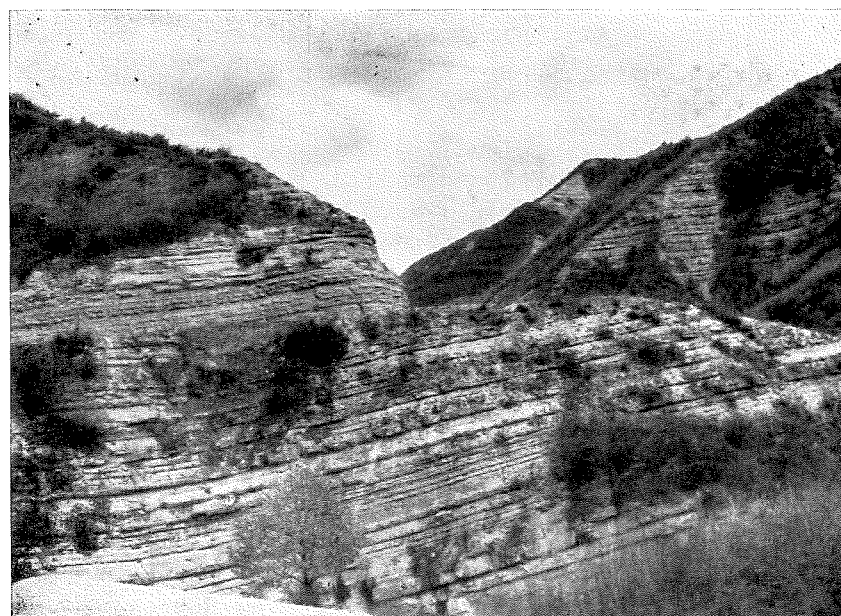


Fig. 11 - Caratteristico aspetto delle alternanze marnoso-arenacee (foto Antoniazzi)

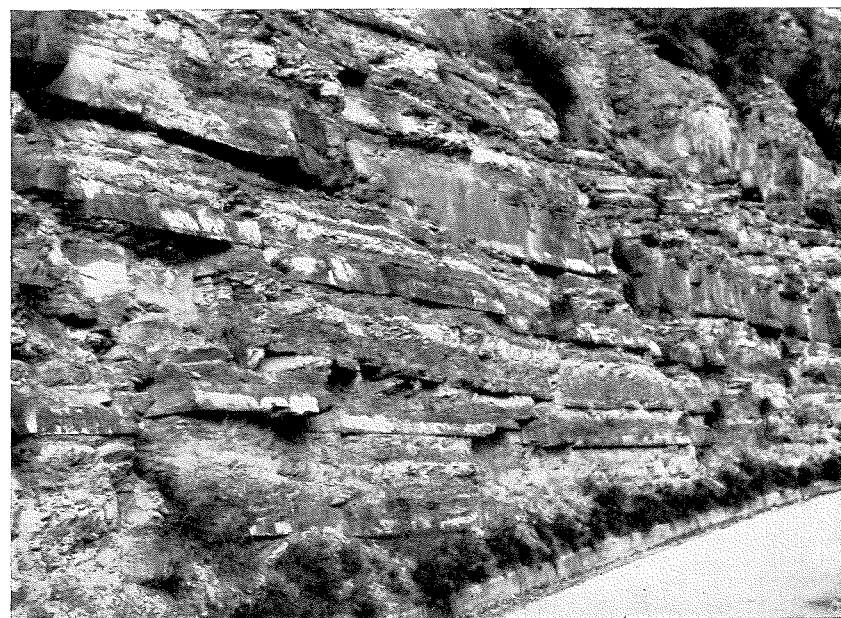


Fig. 12 - Particolare di alternanza marnoso-arenacea (foto Antoniazzi)

i materiali sono variamente disposti e selezionati a seconda delle variazioni nel tempo del potere di trasporto dei fiumi che li hanno depositi. Con gli stessi caratteri le alluvioni si presentano nelle ampie conoidi della pianura. Nello spessore delle coltri alluvionali si alternano così lenti e lingue a diverso grado di permeabilità. Per questo a profondità anche modesta gli affioramenti di superficie possono dar luogo a materiali assai diversi nel comportamento e nelle proprietà.

Nella carta litologica di massima sotto la generica voce di alluvioni sono raccolti:

- i depositi alluvionali e le alluvioni terrazzate, che accompagnano i nostri fiumi;
- i depositi alluvionali moderatamente ferrettizzati, che riguardano la zona pedecollinare a valle della congiungente M. Poggiolo-Meldola;
- i depositi di origine fluviale, che costituiscono la pianura;
- le sabbie e le ghiaie di origine fluviale, che, rielaborate dalle correnti marine, interessano la fascia costiera.

**ALTERNANZE DI ARENARIE E DI MARNE** - Caratteristica comune alle formazioni di questo tipo è l'essere dovute ad una alternanza di sedimenti arenacei e argilloso-marnosi, che, in rapida successione, danno luogo a pacchi di strati di enorme spessore. Nella serie alterna la potenza dei due sedimenti tende in genere ad equivalersi, a volte tuttavia prende un maggiore sviluppo il costituente arenaceo oppure quello marnoso. Questo fatto porta notevoli modifiche nella permeabilità degli affioramenti. Quando le rocce divengono più nettamente arenacee o più decisamente argillose sono raccolte, nella carta petrografica, sotto il segno corrispondente a questi due tipi litologici.

Poco frequenti e localizzati sono gli arricchimenti in calcare che si manifestano in alcuni di questi affioramenti.

Nella carta litologica di massima figurano come alternanze di arenarie e di marne:



Fig. 13 - Dettaglio di una alternanza marnoso-arenacea (foto Antoniazzi)



Fig. 14 - Rocce argillose con rare intercalazioni di arenaria (foto Antoniazzi)

- la formazione marnoso-arenacea;
- gli esotici tipo macigno del M. Comero e del Carnaio, appartenenti alla coltre gravitativa dell'alta valle del Savio;
- la stretta fascia di macigno che affiora all'estremo limite della Provincia tra il M. Falterona e il Passo dei Fangacci.

**ARGILLE** - Le rocce argillose sono costituite da minerali argillosi e da una quantità assai varia di detriti piuttosto minuti di minerali, che le arricchiscono in elementi siltosi e sabbiosi. Possono inoltre avere un contenuto in calcare che le fa passare ad argille marnose e poi decisamente a marne.

Queste rocce hanno un diverso comportamento allo stato secco e allo stato umido. Nel primo caso si comportano come rocce coerenti, nel secondo come incoerenti. Tali proprietà sono tuttavia variabili in relazione alle caratteristiche mineralogiche, granulometriche e geomorfologiche. Un maggior contenuto, ad esempio, in sabbia rende queste rocce meno plastiche.

Nelle rocce nettamente argillose la modificazione dello stato fisico in seguito all'imbibizione apre la via agli smottamenti non appena l'andamento delle pendenze superficiali del terreno lo consente. In certi casi bastano anche pochi gradi di pendenza perché l'argilla, imbevutasi d'acqua e spappolata, cominci a scorrere sulla parte rimasta asciutta e quindi compatta.

Nella carta litologica sono raccolte in questo gruppo:

- le argille marine della bassa collina forlivese;
- le argille con rare intercalazioni di grossi banchi molassici o conglomeratici della zona tra Cusercoli e Borello e di quella di Sogliano;
- le marne della zona di Verghereto, che verso la parte bassa della serie si fanno piuttosto sabbiose e presentano qualche modesta intercalazione arenacea.

**MOLASSE** - Sono rocce arenacee costituite da sabbie legate da un cemento generalmente poco tenace, disposte in banchi talvolta di notevole spessore.



Fig. 15 - Particolare di terreno argilloso (foto Antoniazzi)

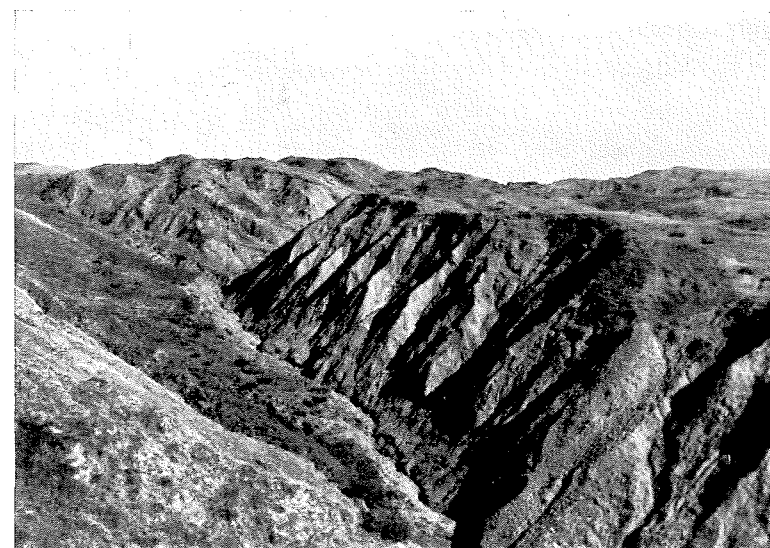


Fig. 16 - Calanchi argillosi tipici (foto Antoniazzi)



Fig. 17 - Affioramento di rocce molassiche (foto Antoniazzi)

Negli affioramenti prevalentemente molassici non è frequente la comparsa di intercalazioni marnoso-argillose in strati o addirittura in banchi. Interstrati di questo tipo sono normalmente assai ridotti o addirittura assenti.

Talvolta le serie molassiche presentano verso l'alto termini in cui la granulometria tende a farsi più fine, dando luogo prima a rocce siltoso-sabbiose, poi finalmente ad argille. Gli affioramenti siltoso-sabbiosi si riducono tuttavia a modeste fasce, la maggiore delle quali è quella sulla sinistra del Torrente Rubicone ad est di S. Paola, ed hanno caratteristiche di permeabilità poco diverse da quelle delle molasse. Gli affioramenti terminali di rocce argillose sono poi completamente locali.

Nella carta litologica sono riunite in questo gruppo:

- le molasse alla base della formazione gessoso-solfifera <sup>(8)</sup>;
- i depositi sabbiosi o molassici della più bassa collina;

<sup>(8)</sup> Questa formazione di grande interesse geologico e mineralogico presenta nella nostra Provincia un'estensione assai limitata e affioramenti discontinui. Non è stato quindi possibile rappresentare nella carta litologica di massima l'ubicazione dei gessi e degli altri affioramenti petrografici minori connessi.

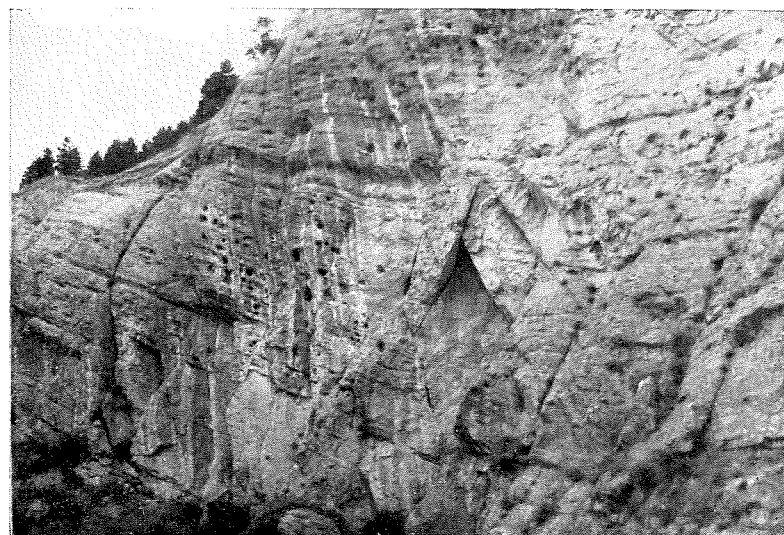


Fig. 18 - Particolare di rocce molassiche (foto Antoniazzi)

- le molasse connesse con la formazione marnoso-arenacea;
- le molasse relative alle coltri gravitative;
- i rari livelli molassici o conglomeratici presenti nei terreni argillosi.

**ARGILLE SCAGLIOSE** - Questi affioramenti riguardano esclusivamente le coltri gravitative e sono rappresentati da argille, talvolta di colore rossastro o verde scuro, che mostrano un aspetto scaglioso. Sono disseminate di inclusi, costituiti da frantumi litologici di ogni specie e da blocchi delle più varie dimensioni.

La tendenza alla franosità di queste rocce è tipica. Dove esse affiorano, i pendii, anche se modesti, si presentano rotti ed avallati da tanti piccoli stacchi. Dove poi si presentano incisioni più nette, rozze forme calancoidi evolvono rapidamente a causa dei continui smottamenti.

**CALCARI** - Si tratta di rocce costituite in prevalenza da carbonato di calcio. Possono essere più o meno compatte o grossolane.

Nella nostra Provincia gli affioramenti di calcare sono assai limitati. Vi appartengono:

- il calcare grossolano che affiora nella zona di Castrocaro, della Rocca delle Caminate, di Meldola e di Bertinoro;
- i calcari e i calcari marnosi, che sovrastano le argille scagliose nelle coltri gravitative;
- i calcari associati alla formazione gessoso-solfifera.

#### LA CARTA DELL'IDONEITÀ DEI TERRENI ALLA REALIZZAZIONE DEI LAGHETTI COLLINARI.

Come è già stato detto questa carta tiene conto in primo luogo della impermeabilità dei terreni, in secondo luogo, quando è il caso, della loro stabilità. Ai fini della realizzazione dei laghetti le rocce affioranti nella Provincia sono state suddivise in:

- terreni generalmente idonei;
- terreni mediocrementemente idonei;
- terreni in generale non idonei.

L'attribuzione delle varie rocce è stata fatta con prudenza, tenendo presente la necessità pratica di realizzare i laghetti con mezzi normali nei limiti di una stretta economicità.

Vediamo ora le caratteristiche dei terreni, in cui è stata suddivisa la carta, ad iniziare da quelli meno idonei.

**TERRENI NON IDONEI** - Vi sono stati raccolti gli affioramenti posti nella carta litologica sotto il nome generico di alluvioni, di molasse, di calcari e di argille scagliose.

Le alluvioni lungo il corso dei fiumi, le alluvioni terrazzate e i materiali alluvionali rielaborati dal mare sono prevalentemente sabbiosi o ghiaiosi e quindi permeabili.

I depositi alluvionali moderatamente ferrettizzati sono in generale sabbioso-ghiaiosi e presentano solo in qualche caso livelli più argillosi. I pochi luoghi ove questi terreni offrono la possibilità



Fig. 19 - Dettaglio di molasse (foto Antoniazzi)



Fig. 20 - Veduta d'insieme di un terreno in argille scagliose (foto Antoniazzi)



Fig. 21 - Un caratteristico aspetto delle argille scagliose (foto Antoniazzi)

di creare qualche laghetto sono stati indicati nella carta tra le zone considerate mediocrementemente idonee. Si tratta soprattutto di manifestazioni locali più nettamente argillose o di zone in cui i corsi d'acqua hanno inciso profondamente le alluvioni fino ad intaccarne il substrato impermeabile.

Nelle alluvioni della pianura i terreni sono generalmente permeabili e, anche nei casi in cui si presentano lingue o lenti con elevato contenuto in argilla, manca completamente la morfologia necessaria per i laghetti.

I terreni molassici escludono globalmente la possibilità di ottenere invasi a causa della grande permeabilità. Eventuali arricchimenti locali in argilla possono offrire qualche rara possibilità di realizzazione. Questi casi vanno tuttavia esaminati attentamente, perché gli eventuali livelli argillosi affioranti possono essere quantitativamente insufficienti per impermeabilizzare la diga e la zona destinata a raccogliere le acque.

Un discorso a parte meritano i poco frequenti e localizzati livelli siltoso-sabbiosi che si presentano nella parte stratigrafica-



Fig. 22 - Un altro caratteristico aspetto delle argille scagliose (foto Antoniazzi)

mente alta delle molasse. Essi, ad un esame superficiale, presentano un aspetto molto simile a quello delle rocce argillose pur possedendo, tra l'altro, una certa permeabilità. I tentativi di creare piccoli laghetti in questi ultimi sedimenti non hanno dato generalmente risultati soddisfacenti.

I calcari sono piuttosto grossolani oppure assai fratturati. In generale non garantiscono una sufficiente impermeabilità. Le realizzazioni su questo tipo di roccia sono da evitarsi, perché la mancanza di materiale idoneo spesso costringerebbe a ricorrere a dighe meno economiche di quelle in terra e perché in generale sarebbe necessaria una impermeabilizzazione della diga e della zona di invaso.

Gli affioramenti di calcare nella nostra Provincia sono modesti ed hanno in vicinanza rocce che consentono ottime realizzazioni. Non pare quindi giustificato intraprendere costosi lavori nei loro confronti.

Le argille scagliose sono state escluse dai terreni idonei per la caoticità dei costituenti e per l'instabilità. Riguardo alla permea-

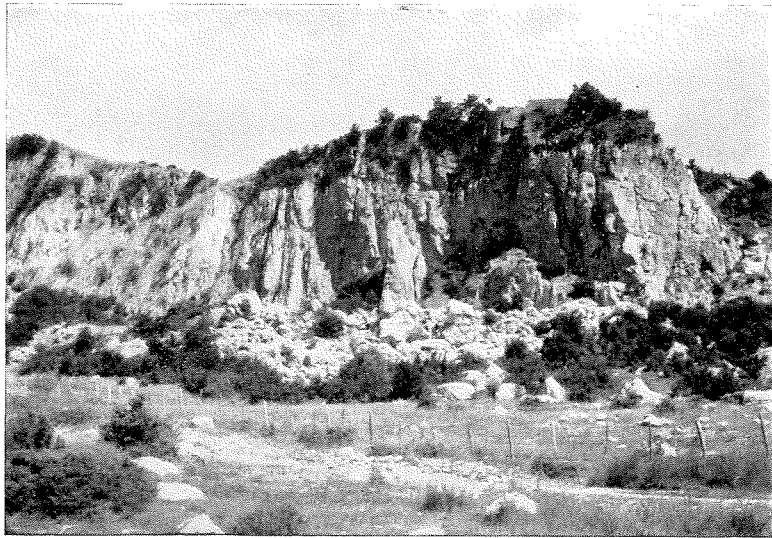


Fig. 23 - Calcare compatto della zona del M. Fumaiolo (foto Antoniazzi)



Fig. 24 - Calcare grossolano a Meldola (foto Antoniazzi)



Fig. 25 - Particolare di calcare grossolano (foto Antoniazzi)

bilità queste rocce sarebbero idonee, tanto è vero che su di esse si possono formare spontaneamente laghetti di frana. E' tuttavia difficile essere ottimisti sulla stabilità e sulla durata di opere realizzate su queste rocce. Solo situazioni litologiche e morfologiche particolarmente favorevoli danno modo di realizzare qualche laghetto con sufficiente sicurezza.

**TERRENI MEDIOCREMENTE IDONEI** - In questo gruppo sono stati raccolti i terreni costituenti le alternanze di arenarie e di marne, i terreni argillosi in zone interessate dalle coltri gravitative e le alluvioni prevalentemente argillose.

Tutti questi affioramenti sono in generale idonei alla costruzione dei laghetti, tuttavia in queste zone, prima di realizzare un invaso, va posta grande attenzione al complesso dei caratteri geologici e morfologici locali, che talvolta possono essere nettamente sfavorevoli.



Nelle alternanze di arenarie e di marne figurano la formazione marnoso-arenacea e i pochi lembi di formazioni tipo macigno. Riguardo all'impermeabilità dell'invaso queste rocce, pur presentando livelli a diverse caratteristiche di permeabilità, sono generalmente idonee alla realizzazione dei laghetti quando le arenarie sono ben cementate e poco fratturate e quando l'intercalazione marnosa è abbondante e comunque tale da impermeabilizzare le corrispondenti arenarie e i giunti di stratificazione.

Le condizioni si fanno negative quando nelle alternanze di arenarie e di marne assume netta prevalenza il costituente arenaceo, specie se fratturato o poco cementato; come pure quando nelle rocce predominano disposizioni stratigrafiche, anche in rapporto alla situazione morfologica, del tipo descritto e raffigurato nel capitolo precedente.

Circa le caratteristiche dei materiali per costruire gli sbarramenti è da notare che i terreni misti, dovuti all'alterazione degli strati arenacei e marnosi, sono dotati in generale di buone caratteristiche meccaniche e di permeabilità.

Nelle formazioni tipo macigno la situazione tende a farsi meno favorevole che in quelle tipo marnoso-arenacea.

I terreni argillosi affioranti nelle zone interessate dalle coltri gravitative non sono diversi da quelli considerati generalmente idonei, che verranno descritti nel paragrafo successivo. La complessità di certe situazioni locali, connesse con la presenza delle coltri, consigliano un attento esame caso per caso e particolari cautele.

Le alluvioni argillose idonee alla realizzazione dei laghetti sono state poste in questo gruppo. In tali affioramenti bisogna fare attenzione ad eventuali lingue e lenti sabbiose, la cui permeabilità può creare notevoli difficoltà di tenuta negli invasi.

**TERRENI GENERALMENTE IDONEI** - In questo gruppo sono raccolte le rocce argillose della bassa collina forlivese, le argille con rare intercalazioni di banchi molassici o conglomeratici della zona tra Cusercoli e Borello e di quella di Sogliano, le marne più o meno argillose e sabbiose della zona di Verghereto.

Questi terreni, come abbiamo visto nel capitolo precedente, mentre sono di grande affidamento circa l'impermeabilità dell'invaso, possono creare notevoli difficoltà circa la stabilità dello sbarramento. La presenza, accanto ai minerali argillosi, di elementi clastici a granulometria più elevata può migliorare notevolmente i requisiti di queste terre e renderle maggiormente idonee alla costruzione delle dighe.

Nelle rocce argillose della bassa collina il contenuto in elementi sabbiosi è quanto mai vario. Dove questa frazione tende ad aumentare, come nella zona a monte di Rimini e di Riccione, si può notare una maggiore stabilità degli affioramenti ed una riduzione dei vistosi fenomeni erosivi, che caratterizzano la collina a monte di Forlì. L'aumento del contenuto in sabbia tende a conferire anche una maggior stabilità ai rilevati.

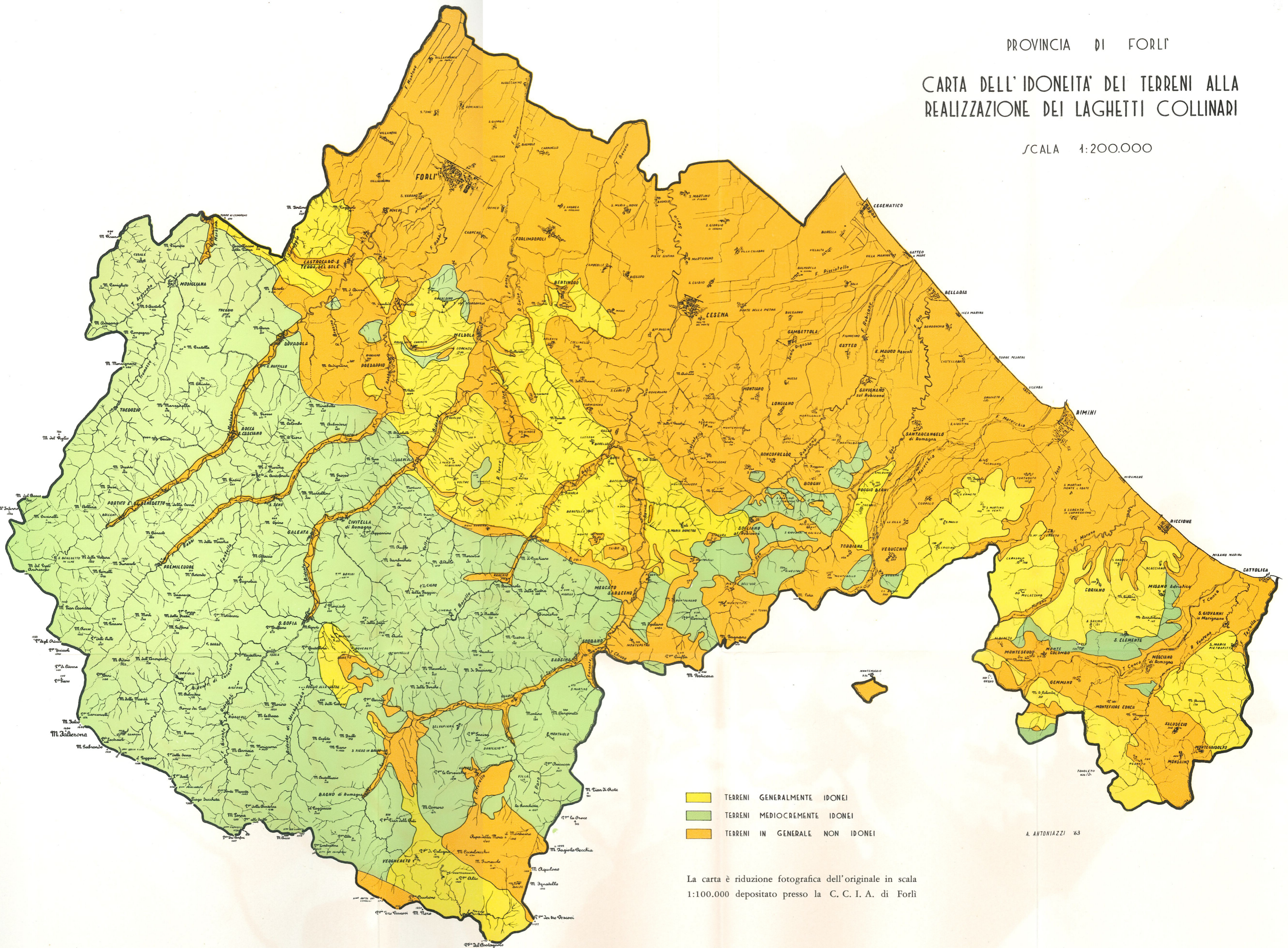
Nel costruire dighe con terre argillose bisogna evitare di accumulare i materiali su livelli molli per prevenire possibili danni dovuti a fenomeni di scivolamento.

Riguardo agli altri affioramenti di rocce argillose il discorso è analogo in quanto i pericoli sono praticamente gli stessi. Dove essi presentano intercalazioni sabbiose o molassiche va fatta attenzione che non sussistano possibilità di pericolose infiltrazioni alla base delle dighe, che ne indeboliscano il piede di valle con l'azione fluidificante dell'acqua in pressione o addirittura con fenomeni di scalzamento.

I livelli sabbiosi o molassici, specie con disposizione stratigrafica e tettonica sfavorevole, possono essere inoltre fonte di franosità nel bacino imbrifero, nell'invaso e nella zona di assise della diga con evidente pericolo per la durata e per la stessa conservazione del laghetto.

# CARTA DELL'IDONEITA' DEI TERRENI ALLA REALIZZAZIONE DEI LAGHETTI COLLINARI

SCALA 1:200.000



- TERRENI GENERALMENTE IDONEI
- TERRENI MEDIOCREMENTE IDONEI
- TERRENI IN GENERALE NON IDONEI

A. ANTONIAZZI '63

La carta è riduzione fotografica dell'originale in scala 1:100.000 depositato presso la C. C. I. A. di Forlì

III

LE PIOGGE E IL LAGHETTO COLLINARE

#### DATI UTILIZZATI

Lo studio della piovosità nella Provincia di Forlì è stato condotto sulla base degli elementi raccolti dal Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici.

L'elaborazione di questi dati è stata soprattutto indirizzata a porre in luce gli elementi necessari allo studio ed alla progettazione dei laghetti collinari. A questo scopo è stata consultata l'intera collezione degli Annali Idrologici del Servizio Idrografico di Bologna. Ne sono stati tratti, fra l'altro, i dati necessari per calcolare la disponibilità idrica totale dei bacini imbriferi e per dimensionare le opere di sfioro dei laghetti.

Sono stati così raccolti i valori medi, massimi e minimi delle piovosità dal 1921 al 1960 in un gran numero di stazioni pluviometriche, delle quali alcune fuori Provincia. La ricerca della precipitazione media per alcune stazioni a lungo periodo di osservazione è stata spinta fino ad utilizzare dati degli ultimi decenni del secolo scorso.

In tal modo si è ottenuto un quadro aggiornato e dettagliato dell'andamento delle piogge nel territorio provinciale.

#### LE PIOGGE

Il quadro generale delle precipitazioni nella Provincia può essere desunto dalla lettura della Tabella n. 3, in cui sono raccolti i dati di 56 stazioni, distribuite in tredici bacini idrografici. Alcune di queste stazioni, pur essendo al di fuori del territorio provinciale, sono state prese in considerazione in quanto utili alla valutazione delle precipitazioni nei bacini in esame.

ALTEZZE DELLE PRECIPITAZIONI MEDIE ANNUALI E DEL TRIMESTRE IRRIGUO IN RAPPORTO ALL'ALTITUDINE

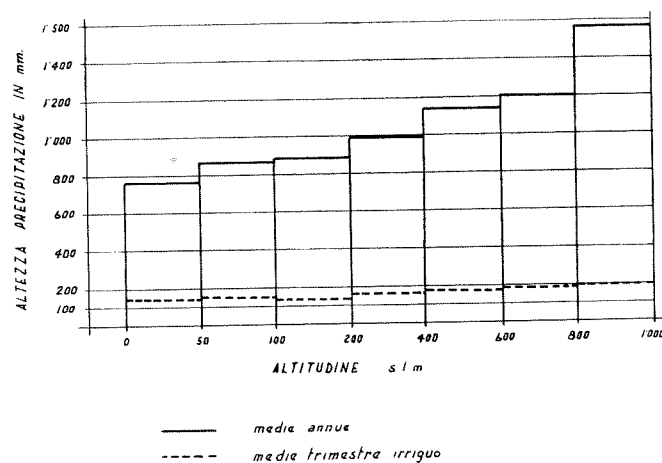


Fig. 26

Di ogni stazione sono stati riportati i seguenti dati:

- altitudine sul livello del mare;
- numero degli anni di osservazione nel quarantennio 1921-1960;
- medie mensili ed annue delle precipitazioni e dei giorni piovosi;
- medie delle precipitazioni e dei giorni piovosi nel trimestre giugno-luglio-agosto, considerato trimestre irriguo;
- incidenza percentuale del trimestre irriguo sulla piovosità media annua.

Solo 3 delle 56 stazioni considerate (Rocca S. Casciano, Strada S. Zeno e Meldola) presentano il periodo di osservazione completo. Delle rimanenti: 34 hanno medie ultra trentennali, 12 ultra ventennali, 7 infine di periodi inferiori.

Dalla semplice lettura della Tabella n. 3 risulta che le preci-

TABELLA N. 1

Altitudine s. l. m.		Media annua	Media trimestre irriguo	Incidenza percentuale del trimestre irriguo sulla media annua
da m.	a m.	mm.	mm.	
0	÷ 50	754	137	18,1%
51	÷ 100	858	146	17,0%
101	÷ 200	873	140	16,0%
201	÷ 400	977	155	15,9%
401	÷ 600	1128	168	14,9%
601	÷ 800	1200	186	15,5%
oltre	800	1557	195	12,5%

pitazioni medie nella Provincia oscillano fra i 1912 millimetri di Campagna e i 682 millimetri del Lido di Rimini, con un valore medio generale che si aggira sui 990 millimetri annui.

Approfondendo l'esame dei dati si riscontra un incremento della piovosità media mensile ed annua, legato al graduale aumento del rilievo. Invece nel trimestre irriguo <sup>(9)</sup> l'incremento della piovosità dovuto all'aumento dell'altitudine viene quasi annullato, come è ben evidente nella figura n. 26. Nello stesso diagramma si può osservare come le piogge nel trimestre irriguo incidono sulle medie annue con una percentuale sempre minore via via che dal piano ci si sposta verso il monte.

Il diagramma deriva dai dati numerici raccolti nella tab. n. 1.

Da questi dati risulta con ogni evidenza la grave carenza idrica che affligge il territorio provinciale nella stagione estiva.

Nella Tabella n. 4 sono stati raccolti i dati sulle precipitazioni medie mensili ed annue registrate, per un lungo periodo, in sette stazioni della Provincia. Le osservazioni fino al 1920 sono state mantenute distinte da quelle successive del periodo 1921-1960, poiché il rilevamento sistematico e con criteri omogenei del Servizio Idrografico si può considerare iniziato col 1921. Le osservazioni

<sup>(9)</sup> Il trimestre irriguo è stato individuato nei mesi di giugno, luglio e agosto, in cui si riscontra una notevole flessione delle precipitazioni medie.

registrate dal 1918, anno di inizio dell'attività di questo Servizio, al 1920 sono state riunite, quando non frammentarie, a quelle effettuate in precedenza da stazioni meteorologiche autonome. Dalle piovosità riscontrate in questi due periodi sono state tratte le medie generali. Si sono ottenuti in tal modo valori medi per periodi che vanno da un minimo di 48 anni per Rimini ad un massimo di 82 anni per Forlì. Pur tenendo conto di una certa differenza di peso tra i dati precedenti al 1921 e quelli successivi, si può osservare, che rispetto alle medie del periodo 1921-1960, a Forlì e a Santarcangelo le precipitazioni medie annue diminuiscono; a Verucchio rimangono invariate; mentre aumentano a Cesena, Cesenatico, Bertinoro e Rimini.

Nella Tabella n. 5 sono state riportate, per ogni stazione, le precipitazioni annue minime, medie e massime, riscontrate nel periodo 1921-1960. Le due precipitazioni limite sono state messe a confronto percentuale con la media del quarantennio.

Senza scendere in particolari sui dati della tabella è opportuno sottolineare che gli scostamenti percentuali maggiori sono per la precipitazione minima il 45,66% di Verucchio e per quella massima il 211,11% di Predappio. L'importanza di tali scostamenti acquista maggiore evidenza dal raffronto con le medie generali degli scostamenti percentuali minimi e massimi, rispettivamente del 61,78% e del 147,60%, calcolati sulle stazioni con almeno vent'anni di osservazione.

Nella Tabella n. 5 sono stati inoltre inseriti i rapporti fra le precipitazioni massime e minime di ogni stazione. Questo indice rende lo scostamento con particolare evidenza. In media il suo valore, calcolato sulla base delle stazioni con almeno venti anni di osservazione, è di 2,41. Punte massime si riscontrano a Verucchio (3,95), Modigliana (3,59) e Verghereto (3,30); punte minime a Mensa (1,77), Santarcangelo (1,84) e Rimini (1,84). Si avvicinano al valore medio le stazioni di Bertinoro (2,44), Tredozio (2,38) e Cocolia (2,37).

La tabella n. 6 riporta le precipitazioni di massima intensità

con durata da 10 minuti fino a 24 ore, riscontrate in ventitrè stazioni pluviografiche durante il quarantennio 1921-1960.

I valori massimi oscillano.

tra mm. 10,0 (Verghereto)	e mm. 26,8 (Cattolica)	per 10 minuti
» » 12,4 (Tredozio)	» » 34,0 (Predappio)	» 20 »
» » 18,4 (Rimini)	» » 45,0 (Cattolica)	» 30 »
» » 26,6 (Montecastello)	» » 65,0 (Predappio)	» 1 ora
» » 36,6 (Cesenatico)	» » 102,0 (Predappio)	» 3 ore
» » 36,8 (Cesenatico)	» » 110,4 (Civitella)	» 6 »
» » 59,2 (Cesenatico)	» » 143,0 (Bertinoro)	» 12 »
» » 79,5 (Forlì)	» » 182,8 (Bagno di Rom.)	» 24 »

Per rendere evidente il carattere eccezionale e l'importanza della conoscenza di questi valori si può stabilire qualche confronto, a titolo di esempio, con i dati della media quarantennale. A Predappio in 3 ore si è registrata una pioggia di 102 mm., mentre il mese più piovoso registra mm. 105. A Civitella in 6 ore si è verificata una precipitazione di 110,4 mm. pari a quella totale del mese più piovoso. A Cesena in 12 ore sono caduti 134,8 mm. di pioggia, mentre il mese più piovoso ne registra mm. 96. A Bagno di Romagna infine si può confrontare una pioggia di 182,8 mm. in 24 ore a quella di mm. 160 del mese più piovoso.

A complemento ed integrazione della Tabella n. 6 sono state riportate nella Tabella n. 7 le precipitazioni massime con durata da 1 a 5 giorni, verificatesi nel trentennio 1921-1950. Questi dati sono stati desunti dalla Pubblicazione del 1958 del Servizio Idrografico di Bologna. Sono state inoltre riportate, per ciascuna stazione e per ogni durata, le piogge massime che si sono ripetute un numero di volte pari al numero degli anni di osservazione. Queste piogge possono essere considerate come le precipitazioni che hanno la probabilità di verificarsi una volta ogni anno.

I valori massimi assoluti di queste piogge oscillano:

tra mm. 220,0 (Verucchio)	e mm. 79,5 (Forlì)	per 1 giorno
» » 268,0 (Civorio)	» » 98,0 (Mensa)	» 2 giorni
» » 321,0 (Civorio)	» » 111,8 (Saludecio)	» 3 »
» » 368,8 (Civorio)	» » 129,9 (Cesenatico)	» 4 »
» » 408,0 (Civorio)	» » 148,0 (Rimini)	» 5 »

Anche in questo caso è conveniente, per rendersi esatto conto del carattere eccezionale e dell'importanza di queste piogge, stabilire qualche confronto con i dati delle medie quarantennali. A Verucchio la somma dei valori dei due mesi più piovosi è inferiore alla precipitazione massima verificatasi in un giorno, questa a sua volta rappresenta il 24% della precipitazione totale annua. A Civorio le piogge massime della durata di 2, 3, 4 e 5 giorni corrispondono rispettivamente al 24%, al 29%, al 33% e al 37% della media totale annua.

Anche le piogge massime con probabilità di verificarsi una volta ogni anno presentano valori notevoli. A Campigna, ad esempio, in 1 giorno si registrano 81 mm., in 2 giorni 113 mm., in 3 giorni 129 mm., in 4 giorni 146 mm. e infine in 5 giorni 164 mm.

#### DISTRIBUZIONE DELLE PIOGGE

Sulla base delle medie quarantennali è parso utile realizzare una carta d'assieme della distribuzione delle piovosità annue nella Provincia. Nella sua elaborazione ci si è basati sui dati delle stazioni con maggior numero di anni di osservazione. Solo in qualche caso, mancando elementi più significativi, sono state prese in considerazione medie di minor peso statistico. Le precipitazioni annuali sono state riportate mediante isoiete di 100 in 100 millimetri.

Pur tenendo conto del carattere indicativo della carta così realizzata, è parso interessante ricercare la distribuzione areale delle precipitazioni. Nella Tabella n. 2 sono state riportate le superfici del territorio provinciale interposte fra le varie isoiete.

TAB. 2 — Altezza delle precipitazioni e loro distribuzione areale.

PRECIPITAZIONI MEDIE ANNUALI		Superficie interessata Ha.
mm.		
fino a	800	62.933
da	800 ÷ 900	76.108
	900 ÷ 1.000	62.805
	1.000 ÷ 1.100	25.071
	1.100 ÷ 1.200	12.024
	1.200 ÷ 1.300	11.320
	1.300 ÷ 1.400	13.942
	1.400 ÷ 1.500	12.280
	1.500 ÷ 1.600	5.308
	1.600 ÷ 1.700	3.709
	1.700 ÷ 1.800	3.134
oltre	1.800	2.366
Totale territorio provinciale		291.000

La carta delle piogge mette bene in evidenza il progressivo aumento della piovosità con l'incremento dell'altimetria, mostrando un caratteristico ravvicinamento delle isoiete sui rilievi. Ne consegue che il 70% del territorio provinciale è coperto da piogge che vanno da oltre 700 a 1.000 millimetri, mentre il restante 30% è interessato da piovosità da 1.000 a oltre 1.800 millimetri.

Per quanto concerne la distribuzione media delle precipitazioni estive (trimestre irriguo) si può osservare che in circa il 60% del territorio della Provincia esse si mantengono al disotto dei 150 millimetri, mentre nel restante 40% sono generalmente inferiori ai 200 millimetri. I limiti estremi di queste piovosità sono rappresentati dai 122 millimetri di Cocolia e dai 220 millimetri di Campigna.

I dati esposti mostrano con chiarezza che le precipitazioni medie annue sarebbero sufficienti ai bisogni agricoli della Provincia, se la irregolare distribuzione delle piogge non rendesse estremamente siccitoso il trimestre estivo. Risulta quindi possibile e necessario, costituire riserve idriche da utilizzare al momento opportuno.

## I DEFLUSSI

Di grande interesse ai fini di questo studio sarebbe la esatta conoscenza del coefficiente di deflusso <sup>(10)</sup> nei piccoli bacini utilizzabili per costruire laghetti artificiali. Purtroppo questi dati mancano. In proposito sono scarse anche le misure che riguardano i maggiori bacini della Provincia. Si conoscono infatti solo gli elementi raccolti dal Servizio Idrografico sui deflussi del Savio e del Ronco. Le misurazioni effettuate a Quarto e a S. Vittore (Savio) danno un coefficiente di deflusso medio rispettivamente di 0,57 e di 0,49. Le osservazioni effettuate a Meldola (Ronco) forniscono un valore pari a 0,55. Zangheri (1961), più in generale, stima intorno allo 0,52 il coefficiente di deflusso medio per la Provincia. Questo valore è tuttavia solo indicativo ai fini delle valutazioni che interessano questo studio. La possibilità di costruire laghetti collinari, legata alla concomitante presenza di un substrato litologico impermeabile e di opportuni caratteri morfologici in bacini di modesta estensione, porterebbe ad accrescere questo valore, tuttavia elementi come la modesta pendenza dei versanti, la ricca vegetazione e le caratteristiche del terreno superficiale, tendono a diminuirlo.

Dato il diverso gioco degli elementi che concorrono a determinare il coefficiente di deflusso pare giusto stimarlo con ogni cautela in un valore oscillante tra lo 0,30 e lo 0,50 al fine di utilizzarlo nel calcolo delle disponibilità idriche degli invasi.

I valori da usare potranno essere scelti di volta in volta ponderando i seguenti fattori che influiscono in modo determinante sul coefficiente di deflusso:

- estensione, durata e intensità delle piogge,
- temperatura e stato igrometrico dell'aria,
- posizione topografica e caratteri morfologici del bacino.

<sup>10)</sup> Il coefficiente di deflusso è il rapporto tra il deflusso idrico e l'afflusso meteorico nella zona.

- permeabilità delle rocce,
- natura, distribuzione e sviluppo della vegetazione.

Solo un attento esame delle condizioni locali può consentire una scelta appropriata di questo valore senza discostarsi dagli opportuni criteri di cautela.

## ESEMPI DI CALCOLO

I dati idrologici raccolti in questo studio possono essere utilizzati, fra l'altro, per calcolare la quantità d'acqua utilizzabile di un dato bacino imbrifero e per dimensionare le opere di sfioro di un eventuale invaso.

A titolo di esempio prendiamo in considerazione un ipotetico bacino imbrifero, ubicato, in una vallecchia laterale del Bidente, tra Meldola e Civitella. I dati caratteristici del bacino sono:

- superficie totale Kmq. 1,13,
- altitudine sul livello del mare nella sezione di sbarramento m. 90,
- altitudine massima sul livello del mare del bacino imbrifero m. 200,
- altitudine media del bacino sul livello mare m. 145,
- altitudine media del bacino riportata alla sezione di diga m. 55,
- lunghezza della valle dal punto di diga all'estremo limite di monte Km. 1.

Dalla Tabella n. 3 le precipitazioni medie annue di Meldola e di Civitella risultano rispettivamente di mm. 848 e 972. Poiché l'altitudine media del bacino in esame è di m. 145 sul livello del mare, possiamo valutare che vi si verifichi una precipitazione annua di 910 millimetri, corrispondente alla media registrata nelle due stazioni.



CALCOLO DELLA DISPONIBILITÀ IDRICA - La disponibilità idrica del bacino ( $Q$ ) può essere determinata con la formula:

$$Q = K h S$$

dove  $K$  = coefficiente di deflusso

$h$  = altezza delle precipitazioni in metri

$S$  = superficie del bacino imbrifero in metri quadrati.

Valutando  $K = 0,4$  nel bacino in esame si avrà:

$$Q = 0,4 \times 0,91 \times 1.130.000 = \text{mc. } 411.320$$

Questo valore permette un opportuno dimensionamento dello invaso. Per maggior precauzione si potrebbe effettuare il calcolo assegnando ad  $h$  la minima precipitazione annua registrata nel quarantennio 1921-1960 (Tabella n. 5). Il risultato così ottenuto appare tuttavia troppo restrittivo: infatti l'evento preso come base è eccezionale, mentre il coefficiente di deflusso adottato è già di per sé sufficientemente cauto.

CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA ALLO SFIORATORE - Nel bacino in esame non esiste alcuna stazione idrometrica, per cui mancano rilevazioni dirette. I calcoli devono essere inevitabilmente compiuti con l'ausilio di formule empiriche fra le più note. In questo caso si utilizza la formula di Giandotti:

$$Q_{\max} = \frac{166 \times S \times h}{0,8 \times t} \quad (1)$$

dove  $Q_{\max}$  = portata massima in metri cubi al secondo

$S$  = superficie del bacino imbrifero in Km<sup>2</sup>.

$h$  = altezza in metri della massima precipitazione nel tempo di corrivazione

$t$  = tempo di corrivazione.

Per questo calcolo occorre la preliminare determinazione di  $t$  che si ricava dalla seguente formula:

$$t = \frac{4 \sqrt{S + 1,5 L}}{0,8 \sqrt{z}} \quad (2)$$

dove  $L$  = lunghezza della valle in chilometri

$z$  = altezza media del bacino al di sopra della sezione di diga, espressa in metri

$S$  = superficie del bacino imbrifero in chilometri quadrati.

Nel bacino in esame il tempo di corrivazione risulta:

$$t = \frac{4 \sqrt{1,13 + 1,5 \times 1}}{0,8 \sqrt{55}} = \text{ore } 0,97$$

Determinato  $t$  per ottenere con la (1) la portata massima, resta da fissare il valore di  $h$ , che rappresenta la massima pioggia, verificata nella zona, di durata uguale o immediatamente superiore al tempo di corrivazione. Dalla Tabella n. 6 risulta che la precipitazione massima con durata di un'ora, registrata a Civitella, è di mm. 58,5, mentre non si hanno misurazioni per Meldola. Poiché il dato noto appartiene alla stazione di maggior piovosità può essere considerato idoneo al calcolo.

In possesso di tutti i dati necessari si può applicare la formula (1) e determinare il massimo volume d'acqua, che si può presentare, nell'unità di tempo, all'imbocco dello sfioratore:

$$Q_{\max} = \frac{166 \times 1,13 \times 0,0585}{0,8 \times 0,97} = \text{mc/sec. } 14,14$$

In tal modo possono essere agevolmente calcolate le dimensioni delle opere di sfioro con un certo margine di sicurezza.

# PROVINCIA DI FORLÌ

CARTA DELLA PRECIPITAZIONE MEDIA ANNUA  
PER IL QUARANTENNIO 1921-1960

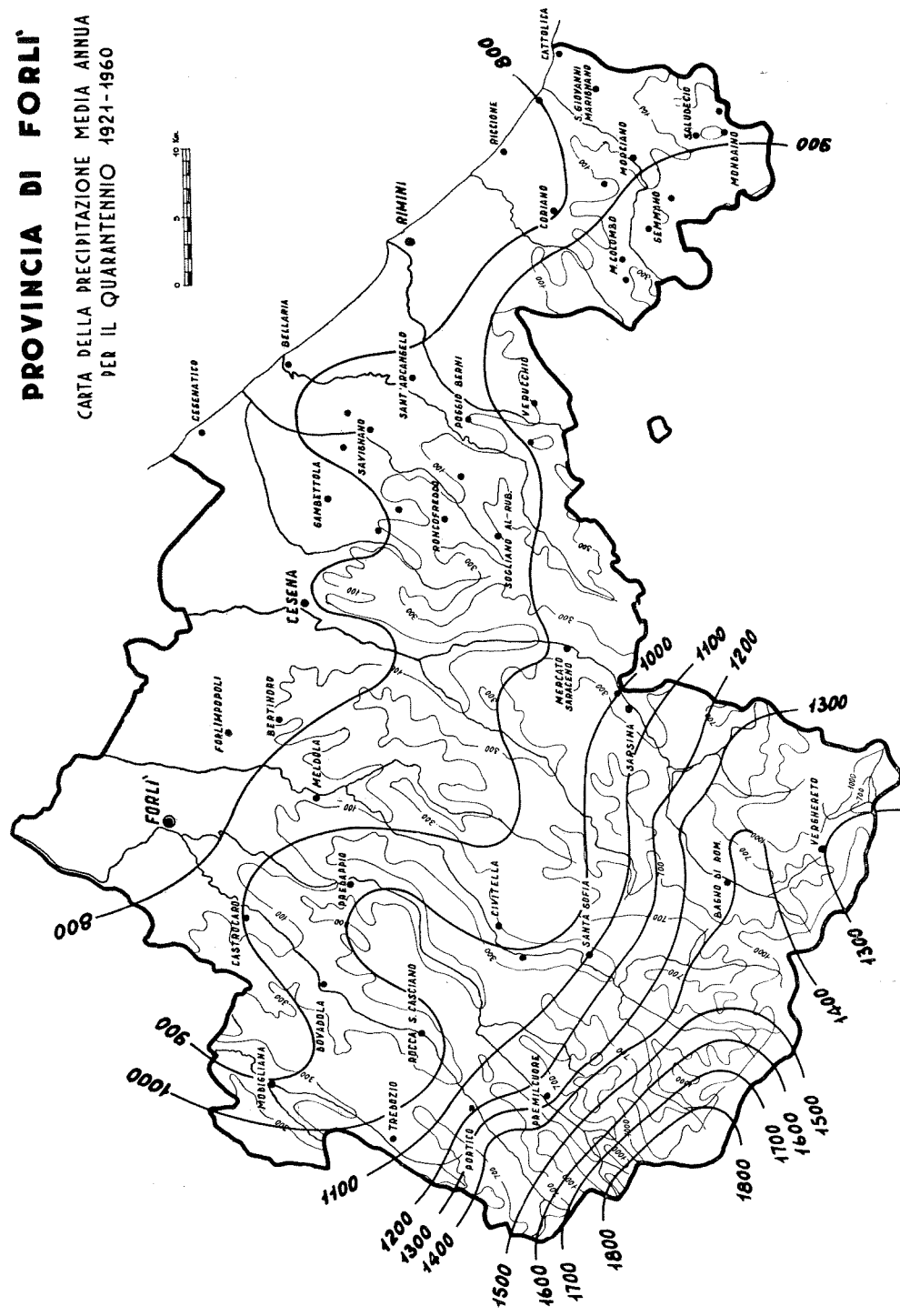


Fig. 27

TAB. 3 PRECIPITAZIONI E GIORNI PIOVOSI (Media del quarantennio 1921 - 1960)

STAZIONI	Altitudine m. s. l. m.	Anni di osservaz.	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno	Trimestre irriguo giu. lug. ag.	
			90	95	92	91	89	62	44	43	102	118	121	106	1053	149	14,15
<b>DEL TRAMAZZO</b>																	
Tredozio	334	38	90	95	92	91	89	62	44	43	102	118	121	106	1053	149	14,15
Modigliana	173	35	74	74	80	82	86	61	35	42	84	109	98	93	918	138	15,03
<b>DEL MONTONE</b>																	
S. Benedetto in Alpe	503	37	147	156	138	142	141	86	45	53	123	163	184	188	1566	184	11,75
Bocconi	386	22	125	136	132	124	125	95	55	58	124	154	158	159	1445	208	14,39
Rocca S. Casciano	210	40	77	82	82	83	86	65	44	45	96	107	108	96	971	154	15,86
Castrocaro	68	39	70	78	77	74	87	67	41	44	88	102	96	79	903	152	16,83
Forlì	34	38	56	66	61	57	71	55	37	37	73	82	82	68	745	129	17,31
Branzolino	16	8	51	72	73	87	83	62	61	46	60	62	93	57	807	169	20,94
Coccolia	16	37	54	63	54	52	68	46	39	37	75	84	79	65	716	122	17,04
			8	7	7	6	8	5	3	4	6	8	8	9	79	12	15,19

seguito Tab. 3

STAZIONI	Altitudine m. s. l. m.	Anni di osservaz.	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno	Trimestre irriguo giu. lug. ag.	
																Precipit. gg.	% di precipit.
<b>DEL RABBI</b>																	
Premilcuore	459	35	115	117	110	104	109	75	48	50	109	141	135	121	1234	173	14,02
			10	10	11	10	11	8	5	5	8	11	12	13	114	18	15,79
Strada S. Zeno	307	40	86	94	89	87	101	74	38	40	98	118	120	112	1057	152	14,38
			9	9	8	8	9	6	4	4	6	9	10	11	93	14	15,05
Predappio	140	38	77	86	85	86	91	74	42	43	90	98	105	95	972	159	16,36
			8	8	8	7	8	6	4	4	7	9	9	10	88	14	15,91
<b>DEL BIDENTE</b>																	
Campigna	1068	33	198	196	170	151	153	101	59	60	139	224	234	227	1912	220	11,51
			12	11	10	11	12	8	4	5	8	11	12	14	118	17	14,41
Biserno	561	26	117	140	108	111	107	82	50	50	103	157	155	151	1331	182	13,67
			10	9	9	9	10	6	3	4	6	10	10	12	98	13	13,26
S. Sofia	257	33	96	107	94	91	100	67	41	43	95	125	127	114	1100	151	13,73
			9	9	9	8	9	6	4	4	7	9	10	11	95	14	14,74
Civitella	219	39	77	82	84	84	82	70	41	46	90	110	105	101	972	157	16,15
			8	8	9	9	9	7	5	5	7	10	10	10	97	17	17,53
<b>DEL BIDENTE-RONCO</b>																	
Giaggiolo	478	28	74	73	65	68	89	61	38	41	81	109	93	73	865	140	16,18
			8	8	6	6	9	5	3	4	5	9	9	8	80	12	15,00

seguito Tab. 3.

STAZIONI	Altitudine m. s. l. m.	Anni di osservaz.	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno	Trimestre irriguo giu. lug. ag.	
																Precipit. gg.	% di precipit.
<b>DEL SAVIO</b>																	
Teodorano	338	37	72	76	72	69	75	59	39	46	89	96	94	80	867	144	16,61
			8	8	8	7	8	6	3	4	6	8	8	9	83	13	15,66
Meldola	57	40	69	75	68	63	80	60	40	45	84	92	95	77	848	145	17,10
			8	7	8	8	8	6	3	4	7	8	9	9	85	13	15,29
Bertinoro	257	35	64	72	60	63	77	55	39	32	67	97	85	68	779	126	16,17
			7	7	7	7	7	4	3	4	5	8	8	8	79	11	13,92
Raggio	1040	10	162	168	118	125	114	70	57	63	107	160	156	206	1506	190	12,62
			12	11	11	11	10	7	5	5	6	11	12	13	114	17	14,91
Verghereto	812	38	119	122	114	113	110	78	50	52	96	158	154	157	1323	180	13,61
			11	10	10	10	11	8	4	4	7	10	12	12	109	16	14,68
Bagno di Romagna	495	37	126	137	127	121	112	89	48	55	104	160	154	158	1.391	192	13,80
			11	10	11	10	11	8	5	5	8	11	12	13	115	18	15,65
Terzo di Carnaio	704	33	118	126	118	118	119	82	56	53	116	171	156	155	1388	191	13,76
			10	9	9	10	10	7	4	4	7	10	11	12	103	15	14,56
Allero	626	16	110	131	113	106	126	89	53	59	97	171	154	150	1353	201	14,86
			10	10	9	9	10	7	4	4	7	10	11	13	104	15	14,42
Diga di Quarto	325	29	76	77	70	79	78	65	40	43	75	107	95	89	894	148	16,55
			10	9	9	9	10	7	5	5	7	10	10	11	102	17	16,67

seguito Tab. 3.

STAZIONI	Altitudine m. s. l. m.	Anni di osservaz.	G	F	M	A	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno	Trimestre irriguo giu. lug. ag.	
																		Precipit. gg.	% di precipit.
Sarsina	243	35	88	93	85	94	92	94	92	78	49	54	96	117	115	116	1077	181	16,81
Rontagnano	551	16	73	84	70	70	89	71	30	51	79	115	108	97	937	152	16,22		
Monte Jottone	442	30	73	77	69	74	86	71	44	49	92	96	90	96	917	164	17,88		
Civorio	451	19	94	105	96	83	109	77	47	49	95	121	106	132	1114	173	15,53		
Luzzena	312	35	69	73	67	65	74	68	38	39	83	95	85	79	835	145	17,37		
Cesena	44	35	61	68	66	58	73	56	41	40	75	96	90	74	798	137	17,17		
Diegaro	35	10	63	64	69	72	81	57	48	35	75	64	85	61	774	140	18,09		
Mensa	18	33	54	63	56	56	70	45	38	39	76	85	81	66	729	122	16,74		
Savio	3	20	47	59	48	45	64	49	30	36	72	93	73	65	681	115	16,89		
Cervia	3	36	49	57	55	48	68	51	40	43	80	90	77	66	724	134	18,51		
			7	7	7	6	8	5	3	4	6	8	9	7	77	12	15,58		
<b>DEL PISCIATELLO</b>																			
Montiano	159	23	56	74	67	58	69	60	56	36	75	92	82	89	794	132	16,62		
			7	8	7	7	9	6	3	4	7	9	9	10	86	13	15,12		

seguito Tab. 3.

STAZIONI	Altitudine m. s. l. m.	Anni di osservaz.	G	F	M	A	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno	Trimestre irriguo giu. lug. ag.	
																		Precipit. gg	% di precipit.
Cesenatico	4	36	51	62	55	54	58	53	38	36	84	85	79	68	723	127	17,56		
			7	7	7	7	7	5	3	4	6	8	8	9	78	12	15,38		
<b>DEL RUBICONE</b>																			
Sogliano	379	39	61	72	67	68	74	68	40	45	83	96	92	80	846	153	18,08		
			7	7	7	8	8	6	3	4	6	9	8	8	81	13	16,05		
S. Mauro Pascoli	21	37	65	73	67	60	70	64	41	42	90	102	95	84	853	147	17,23		
			8	7	7	7	8	6	4	4	7	9	10	10	87	14	16,09		
<b>DELL'USO</b>																			
S. Giovanni in Gal.	428	31	68	74	66	59	72	62	41	37	85	100	87	84	835	140	16,76		
			7	8	7	7	8	6	3	4	7	8	8	8	81	13	16,05		
Santarcangelo	68	38	59	68	64	59	67	58	42	39	86	95	93	83	813	139	17,10		
			7	7	7	7	8	6	4	4	6	8	9	9	82	14	17,07		
<b>DEL MARECCHIA</b>																			
Pratigli	863	22	116	141	142	121	115	92	47	52	120	173	174	193	1486	191	12,85		
			11	10	11	11	10	8	4	4	8	10	11	13	111	16	14,41		
Casteldei	605	25	91	101	96	89	100	78	43	68	96	137	125	125	1129	189	16,74		
			9	8	8	7	9	6	3	4	6	9	9	10	88	13	14,77		
Pennabilli	600	39	90	100	91	93	86	73	58	52	90	117	126	115	1091	183	16,77		
			8	8	8	9	8	6	4	4	6	8	8	9	88	14	15,91		
Novafeltria	293	37	76	82	79	82	77	62	55	44	93	113	110	111	984	161	16,36		
			9	8	8	8	9	6	4	4	7	9	10	10	92	14	15,22		
San Marino	652	32	64	75	68	84	82	66	49	48	104	109	99	82	930	163	17,53		
			8	8	8	9	8	7	4	4	7	9	10	9	91	15	16,48		

seguito Tab. 3.

STAZIONI	Altitudine m. s. l. m.	Anni di osservaz.	G	F	M	A	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno	Trimestre irriguo giu. lug. ag.	
																		Precipit. gg.	% di precipit.
Verucchio	332	39	69	76	69	77	76	69	50	41	102	104	102	98	933	98	160	17,15	
Rimini	7	23	51	67	52	51	59	64	35	42	89	89	73	74	746	141	18,90		
Lido di Rimini	2	25	55	54	42	48	50	47	44	43	76	85	79	59	682	134	19,65		
<i>DEL MARANO</i>																			
Coriano	102	33	58	68	59	57	67	54	40	42	95	91	86	81	793	136	17,04		
<i>DEL CONCA</i>																			
Monte Colombo	315	36	77	75	76	79	76	70	46	48	100	101	107	110	965	164	16,99		
Morciano	83	23	59	75	65	64	73	62	38	48	100	104	93	89	870	148	17,01		
<i>DEL VENTENA</i>																			
Cattolica	10	35	62	67	63	59	69	54	56	49	86	88	96	81	830	159	19,16		
Saludecio	348	30	67	74	59	62	76	51	43	41	99	98	96	84	850	135	15,88		
<i>DEL TAVOLLO</i>																			
Tavullia	170	37	74	79	70	73	69	59	39	39	92	98	97	92	881	137	15,55		

TAB. 4 PRECIPITAZIONI MEDIE REGISTRATE IN ALCUNE STAZIONI CON LUNGO PERIODO DI OSSERVAZIONE

STAZIONI	Precipitazioni medie	Anni di osserv.	G	F	M	A	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
Cesena	fino al 1920 1921 ÷ 1960 generali	31 35 <b>66</b>	51 61 <b>56</b>	48 68 <b>59</b>	56 66 <b>61</b>	68 58 <b>63</b>	63 73 <b>68</b>	56 56 <b>56</b>	39 41 <b>40</b>	39 41 <b>40</b>	56 56 <b>56</b>	35 40 <b>38</b>	65 75 <b>70</b>	78 96 <b>88</b>	76 90 <b>83</b>	59 74 <b>67</b>	694 798 <b>749</b>
Verucchio	fino al 1920 1921 ÷ 1960 generali	25 39 <b>64</b>	77 69 <b>72</b>	63 76 <b>71</b>	74 69 <b>71</b>	89 77 <b>82</b>	76 76 <b>76</b>	82 69 <b>74</b>	50 50 <b>50</b>	50 50 <b>50</b>	82 69 <b>74</b>	52 41 <b>45</b>	70 102 <b>89</b>	108 104 <b>106</b>	111 102 <b>106</b>	80 98 <b>91</b>	932 933 <b>933</b>
Cesenatico	fino al 1920 1921 ÷ 1960 generali	26 36 <b>62</b>	53 51 <b>52</b>	54 62 <b>59</b>	43 55 <b>50</b>	56 54 <b>55</b>	53 58 <b>56</b>	62 53 <b>57</b>	33 38 <b>36</b>	33 38 <b>41</b>	62 53 <b>57</b>	48 36 <b>41</b>	89 84 <b>86</b>	91 85 <b>87</b>	70 79 <b>75</b>	57 68 <b>63</b>	709 723 <b>717</b>
Santarcangelo	fino al 1920 1921 ÷ 1960 generali	18 38 <b>56</b>	59 59 <b>59</b>	70 68 <b>69</b>	63 64 <b>64</b>	79 59 <b>65</b>	73 67 <b>69</b>	71 58 <b>62</b>	54 42 <b>46</b>	71 42 <b>46</b>	63 58 <b>62</b>	55 39 <b>44</b>	96 86 <b>89</b>	131 95 <b>107</b>	96 93 <b>94</b>	78 83 <b>81</b>	925 813 <b>849</b>
Bertinoro	fino al 1920 1921 ÷ 1960 generali	18 35 <b>53</b>	64 64 <b>64</b>	32 72 <b>58</b>	49 60 <b>67</b>	76 63 <b>75</b>	70 77 <b>75</b>	60 55 <b>57</b>	39 39 <b>39</b>	39 32 <b>36</b>	60 55 <b>57</b>	45 32 <b>36</b>	63 67 <b>66</b>	85 97 <b>93</b>	76 85 <b>82</b>	49 68 <b>62</b>	708 779 <b>755</b>
Rimini	fino al 1920 1921 ÷ 1960 generali	25 23 <b>48</b>	48 51 <b>49</b>	37 67 <b>51</b>	44 52 <b>48</b>	57 51 <b>54</b>	53 59 <b>56</b>	58 64 <b>61</b>	37 35 <b>36</b>	37 42 <b>46</b>	58 64 <b>61</b>	49 42 <b>46</b>	81 89 <b>85</b>	106 89 <b>98</b>	74 73 <b>73</b>	60 74 <b>67</b>	704 746 <b>724</b>

Tab. 5 PRECIPITAZIONI MINIME, MASSIME E MEDIE NEL QUARANTENNIO 1921 - 1960

STAZIONI	Altitudine m. s. l. m.	Anni di osservaz.	MINIMA			MASSIMA			MEDIA	Rapporto fra massima e minima
			Anno	mm.	%	Anno	mm.	%		
Tredozio	334	38	1938	639	60,68	1939	1.520	144,34	1.053	2,38
Modigliana	173	35	'23	430	46,84	'39	1.543	168,08	918	3,59
S. Benedetto in Alpe	503	37	'29	771	49,23	'26	2.433	155,36	1.566	3,16
Bocconi	386	22	'29	1.089	75,36	'37	2.081	144,01	1.445	1,91
Rocca S. Casciano	210	40	'23	526	54,17	'39	1.483	152,75	971	2,82
Castrocaro	68	39	'31	626	69,32	'51	1.261	139,65	903	2,01
Forlì	34	38	'38	508	68,19	'28	1.129	151,54	745	2,22
Branzolino	16	8	'57	643	79,68	'59	974	120,69	801	1,51
Coccolia	16	37	'38	435	60,75	'33	1.031	143,99	716	2,37
Premilcuore	459	35	'38	766	62,07	'26	2.075	168,15	1.234	2,71
Strada S. Zeno	307	40	'45	617	58,37	'28	1.735	164,14	1.057	2,81
Predappio	140	38	'38	683	70,27	'28	2.052	211,11	972	3,00
Campigna	1.068	57	'29	1.147	59,99	'37	2.910	152,20	1.912	2,54
Biserno	561	26	'38	876	65,82	'51	2.008	150,86	1.331	2,29
S. Sofia	257	33	'38	753	68,45	'39	1.675	152,27	1.100	2,22
Civitella	219	39	'23	632	65,02	'39	1.384	142,39	972	2,19
Giaggiolo	478	28	'52	629	72,72	'39	1.188	137,34	865	1,89
Teodorano	338	37	'52	529	61,01	'51	1.149	132,53	867	2,17
Meldola	57	40	'45	494	58,25	'39	1.240	146,23	848	2,51
Bertinoro	257	35	'52	452	58,02	'33	1.102	141,46	779	2,44

segue Tab. 5

STAZIONI	Altitudine m. s. l. m.	Anni di osservaz.	MINIMA			MASSIMA			MEDIA	Rapporto fra massima e minima
			Anno	mm.	%	Anno	mm.	%		
Raggio	1.040	10	1957	1.139	75,63	1960	1.997	132,60	1.506	1,75
Verghereto	812	38	'23	669	50,57	'37	2.208	166,89	1.323	3,30
Bagno di Romagna	495	37	'23	888	63,84	'37	2.276	163,62	1.391	2,56
Terzo di Carnate	704	33	'38	928	66,86	'51	1.994	143,66	1.388	2,15
Alfero	626	16	'32	1.035	76,50	'37	1.849	136,66	1.353	1,79
Diga di Quarto	325	29	'38	622	69,57	'51	1.235	138,14	894	1,98
Sarsina	243	35	'25	645	59,89	'51	1.517	140,85	1.077	2,35
Rontagnano	551	16	'31	519	53,59	'39	1.355	144,61	937	2,47
M. Jottone	442	30	'31	566	61,72	'51	1.388	151,36	917	2,45
Civorio	451	19	'38	658	59,96	'33	1.409	126,48	1.114	2,11
Luzzana	312	35	'38	510	61,03	'51	1.164	139,40	835	2,28
Cesena	44	35	'38	525	65,79	'51	1.031	129,32	798	1,97
Diegaro	35	10	'52	528	68,22	'55	967	124,94	774	1,83
Mensa	18	33	'52	530	72,70	'55	936	128,40	729	1,77
Savio	3	20	'26	472	69,31	'37	928	136,27	681	1,97
Cervia	3	36	'38	368	50,83	'28	1.138	157,18	724	3,09
Montiano	159	23	'23	465	58,56	'39	1.067	134,38	794	2,29
Cesenatico	4	36	'38	493	68,19	'28	1.064	147,16	723	2,16
Sogliano	379	39	'35	562	66,43	'39	1.297	153,31	846	2,31
S. Mauro Pascoli	21	37	'38	594	69,64	'51	1.109	130,01	853	1,87

segue Tab. 5

STAZIONI	Altitudine m. s. l. m.	Anni di osservaz.	MINIMA			MASSIMA			MEDIA	Rapporto fra massima e minima
			Anno	mm.	%	Anno	mm.	%		
S. Giovanni in Galilea	428	31	1952	449	53,77	1939	1.195	143,11	835	2,66
Santarcangelo	68	38	'38	560	68,88	'28	1.029	126,57	813	1,84
Pratigli	863	22	'29	1.074	72,27	'37	2.059	138,56	1.486	1,92
Casteldei	605	25	'49	810	71,74	'37	1.611	142,69	1.129	1,99
Pennabilli	600	39	'45	535	49,04	'51	1.564	143,35	1.091	2,92
Novafeltria	293	37	'45	509	51,73	'44	1.472	149,59	984	2,89
S. Marino	652	32	'35	558	60,00	'39	1.482	159,35	930	2,66
Verucchio	332	39	'45	425	45,66	'40	1.255	134,51	933	3,95
Rimini	7	23	'35	510	68,36	'26	940	126,01	746	1,84
Lido di Rimini	2	25	'43	499	73,17	'37	989	145,01	682	1,98
Coriano	102	33	'52	548	68,67	'37	1.188	148,87	798	2,17
Monte Colombo	315	36	'35	651	67,46	'28	1.429	148,08	965	2,20
Morciano	83	23	'38	552	63,45	'37	1.187	136,44	870	2,15
Cattolica	10	35	'35	501	60,36	'26	1.645	198,19	830	3,28
Saludecio	348	30	'35	577	67,88	'37	1.127	132,59	850	1,95
Tavullia	170	37	'52	589	66,86	'59	1.313	149,04	881	2,23

TAB. 6 PRECIPITAZIONI DI MASSIMA INTENSITA' NELL'INTERVALLO DI ORE 0,10; 0,20; 0,30; 1; 3; 6; 12; 24 DAL 1921 AL 1960

STAZIONI	0,10	0,20	0,30	1	3	6	12	24
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
Tredozio	12,4	12,4	27,0	45,6	48,6	65,0	88,4	130,4
Modigliana	11,5	24,2	24,2	36,0	64,2	84,8	106,8	142,0
S. Benedetto	—	28,4	28,4	32,0	69,0	76,2	105,6	127,5
Rocca S. Casciano	13,0	24,2	38,2	58,2	96,8	99,2	101,0	151,0
Forlì	16,8	32,4	39,6	42,4	51,4	60,2	76,0	79,5
Branzolino	10,6	28,0	28,0	55,0	60,6	60,6	72,6	84,6
Premilcuore	17,0	30,6	30,6	60,0	64,0	64,0	78,4	136,6
Predappio	13,6	34,0	44,4	65,0	102,0	102,0	102,0	150,0
Civitella	18,4	24,0	40,8	58,5	99,8	110,4	110,8	126,4
Bertinoro	—	23,0	27,8	36,0	54,0	90,0	143,0	155,6
Verghereto	10,0	14,0	35,0	43,2	75,0	108,4	122,4	130,0
Bagno di Romagna	14,0	28,0	38,0	69,4	71,6	91,0	102,0	182,8
Diga di Quarto	—	20,2	33,8	40,0	50,0	63,4	82,0	117,0
Montecastello	—	19,8	25,6	25,6	43,2	64,0	90,8	113,8
Cesena	21,0	27,0	30,2	50,4	59,2	86,4	134,8	154,0
Diegaro	10,6	21,0	31,0	32,6	46,6	85,2	119,2	137,4
Gervia	—	22,2	22,2	31,6	59,8	63,0	90,0	106,4
Cesenatico	—	14,8	26,0	27,8	36,6	36,8	59,2	119,0
Novafeltria	—	20,6	29,4	33,8	44,0	67,0	89,4	159,0
Rimini	14,0	15,2	18,4	32,7	77,2	77,2	78,4	99,8
Lido di Rimini	10,0	21,4	34,8	52,2	60,0	67,8	79,4	101,0
Monte Colombo	—	32,0	32,0	57,2	72,4	90,6	111,0	155,2
Cattolica	26,8	26,8	45,0	45,0	76,4	98,0	118,0	148,6

TAB. 7.

PRECIPITAZIONI « MASSIME » E PRECIPITAZIONI CON LA PROBABILITA' DI VERIFICARSI UNA VOLTA OGNI ANNO SULLA BASE DELLE OSSERVAZIONI DAL 1921 AL 1950

STAZIONI	Anni di osservaz.	Durata di giorni consecutivi				
		1 mm.	2 mm.	3 mm.	4 mm.	5 mm.
Tredozio	28	130,4	191,0	233,6	267,6	301,2
		55,4	70,5	79,7	84,2	97,9
Modigliana	25	142,0	209,0	244,0	272,5	291,0
		57,0	68,0	78,0	85,0	87,2
S. Benedetto	27	127,5	201,3	250,0	292,3	325,8
		63,0	96,0	115,6	134,0	145,0
Bocconi	22	143,2	217,8	258,4	302,5	335,3
		57,7	82,1	96,0	102,4	115,6
Rocca S. Casciano	30	144,0	198,0	251,4	283,0	313,2
		53,7	68,0	79,8	88,2	94,6
Castrocaro	29	127,0	171,0	183,0	189,6	211,1
		50,4	67,0	72,0	80,0	82,0
Forlì	28	79,5	116,4	139,0	139,0	150,0
		50,0	65,0	71,0	71,0	75,0
Coccolia	27	185,0	205,0	207,5	207,5	214,5
		44,2	57,9	61,1	65,3	66,6
Premilcuore	25	115,0	188,4	223,2	258,4	289,8
		47,8	69,4	84,6	96,4	101,6
Strada S. Zeno	30	144,6	228,6	282,6	320,6	346,2
		51,1	70,4	81,3	89,0	100,2
Predappio	28	150,0	150,0	177,0	204,8	231,8
		59,8	77,5	86,0	95,6	99,9
Campigna	23	171,0	242,9	313,5	313,5	340,5
		81,1	113,1	129,4	146,2	164,3
Biserno	16	128,0	143,4	179,9	212,4	234,8
		57,0	81,4	94,3	107,9	112,9
S. Sofia	23	150,0	220,0	276,4	320,9	350,9
		57,0	72,0	80,0	97,0	107,3
Civitella di Romagna	29	109,6	169,4	216,0	247,4	272,2
		54,2	68,9	76,0	80,7	87,0
Giaggiolo	21	95,8	137,6	199,6	228,1	350,9
		47,0	61,4	71,6	74,8	82,8

seguito tabella 7

STAZIONI	Anni di osservaz.	Durata di giorni consecutivi				
		1 mm.	2 mm.	3 mm.	4 mm.	5 mm.
Teodorano	27	130,0	152,8	164,8	170,8	178,0
		50,0	63,0	73,2	78,6	87,0
Meldola	30	160,5	172,9	185,2	215,2	236,2
		53,0	65,0	68,0	75,0	79,4
Bertinoro	28	143,2	191,0	203,8	215,4	215,4
		48,0	59,1	66,3	75,0	80,0
Verghereto	28	130,0	164,0	191,0	222,0	244,5
		55,4	77,3	93,6	102,4	117,1
Bagno di Romagna	27	182,8	237,0	292,0	308,4	321,4
		64,0	85,2	99,2	110,4	117,0
Terzo di Carnaio	23	166,4	251,4	281,4	295,4	306,0
		60,8	78,7	89,9	111,2	113,1
Alfero	16	111,0	154,0	195,7	215,6	245,6
		60,0	80,6	94,4	104,0	119,0
Diga di Quarto	19	87,4	139,6	202,2	215,0	223,0
		44,4	56,0	63,8	70,2	78,4
Sarsina	25	144,0	204,2	231,5	234,0	253,0
		56,0	71,8	85,0	92,6	95,6
Rontagnano	16	121,0	173,5	209,5	247,4	270,7
		60,3	76,2	82,2	90,3	94,8
M. Jottone	20	107,3	124,2	155,2	157,2	170,1
		50,0	66,0	72,0	76,9	84,5
Civorio	19	145,0	268,0	321,0	368,8	408,0
		63,0	77,0	91,0	96,5	109,0
Luzzena	25	90,0	131,1	162,3	193,4	213,7
		48,0	62,1	69,2	72,3	75,4
Cesena	25	151,0	195,6	208,8	211,8	212,0
		45,8	59,7	65,6	71,6	75,6
Mensa	24	83,0	98,0	141,0	149,0	161,0
		44,0	59,8	64,0	71,8	73,3
Cervia	26	105,0	136,0	136,0	160,0	176,0
		48,0	60,0	70,6	74,0	75,8
Montiano	23	84,2	123,0	134,8	183,4	198,1
		44,0	56,5	63,2	70,0	76,5
Cesenatico	26	119,0	129,5	129,9	129,9	150,7
		47,5	60,4	64,6	68,1	73,1



seguito tabella 7

STAZIONI	Anni di osservaz	Durata di giorni consecutivi				
		1 mm.	2 mm.	3 mm.	4 mm.	5 mm.
Sogliano	29	112,6	163,9	220,6	267,0	285,8
		53,0	68,2	80,0	81,1	90,0
S. Mauro Pascoli	27	92,0	133,5	176,9	186,9	196,9
		50,0	61,9	69,9	78,2	82,6
S. Giovanni in Galilea	27	126,5	159,9	196,9	246,9	265,1
		54,0	72,0	80,0	82,7	87,5
Santarcangelo	28	90,0	116,5	127,5	139,7	142,7
		51,0	64,0	71,0	76,4	80,3
Pratieghi	22	117,0	144,0	181,0	193,0	208,0
		62,0	84,0	104,0	112,0	119,0
Castel delci	25	82,6	116,6	178,6	187,0	195,7
		51,3	68,7	80,3	90,0	101,0
Pennabilli	29	114,3	164,3	181,7	218,5	249,2
		50,0	70,2	85,0	92,0	100,7
Novafeltria	27	150,0	210,0	266,3	282,3	304,8
		58,7	72,0	85,3	88,0	96,9
S. Marino	22	112,2	183,8	217,4	281,4	298,4
		55,0	71,2	80,2	87,6	90,8
Verucchio	29	220,0	220,7	266,4	266,4	266,4
		60,0	78,0	90,0	90,0	98,2
Rimini	23	98,8	118,0	136,0	148,0	148,0
		47,6	60,0	68,3	73,3	77,0
Lido di Rimini	15	89,0	112,8	136,6	150,8	150,8
		48,6	62,4	67,2	73,6	76,6
Coriano	24	83,3	101,5	128,7	144,0	164,4
		50,7	69,2	77,1	86,7	88,2
Monte Colombo	27	119,4	127,7	197,1	222,2	229,4
		53,4	70,0	85,6	91,5	95,1
Morciano	23	112,4	135,8	178,8	183,8	195,8
		46,2	60,7	70,3	75,0	81,1
Cattolica	25	98,0	143,6	143,6	171,6	171,6
		52,6	67,2	79,4	89,0	92,2
Saludecio	20	102,5	106,7	111,8	135,3	201,8
		50,0	63,5	73,6	81,5	85,9
Tavullia	27	97,0	112,6	155,4	159,4	168,0
		44,5	63,0	67,2	77,3	85,0

IV

LAGHETTI COLLINARI DI NOTEVOLE CAPACITÀ  
REALIZZABILI NELLA FASCIA PEDECOLLINARE  
DELLA PROVINCIA

Uno degli scopi fondamentali di questo studio era quello di individuare situazioni favorevoli alla realizzazione di laghetti collinari di una certa importanza nella fascia pedecollinare della Provincia. Questi invasi dovevano avere caratteristiche tali da portare un notevole contributo alla risoluzione dei problemi irrigui della pianura, mediante opere di costo relativamente modesto come quelle ottenute con dighe in terra.

Mentre per i piccoli invasi il riconoscimento dell'idoneità dei terreni è sufficiente per indicare l'effettiva possibilità di realizzazioni concrete; per gli invasi maggiori si pongono problemi complessi, che richiedono studi particolari per valutare a fondo ogni singola possibilità. In una zona infatti con caratteristiche generali positive non sempre è possibile ottenere un grande invaso, mentre si possono quasi sempre trovare situazioni favorevoli alla realizzazione di un modesto laghetto.

La carta delle idoneità dei terreni (si veda il capitolo secondo) indica le zone ove l'agricoltura di collina potrà far fronte sicuramente al proprio fabbisogno idrico mediante la realizzazione di piccoli invasi.

Per studiare invece la possibilità di provvedere all'agricoltura di pianura con laghi di una certa mole con dighe in terra si è imposta la necessità di individuare, caso per caso, i bacini adatti e di valutarne attentamente le possibilità idriche e tutti gli altri elementi indispensabili per ubicare e per dimensionare l'opera in modo concreto. A questo scopo sono state visitate sistematicamente tutte le vallecole della fascia pedecollinare da Castrocaro fino a Cattolica. Dei bacini risultati morfologicamente idonei sono stati scartati, durante questo ampio esame, quelli con caratteristiche litolo-

giche, che non davano sufficienti garanzie di impermeabilità e di stabilità. Sono state così abbandonate anche ottime situazioni morfologiche che eventualmente potranno essere prese nuovamente in considerazione quando vi saranno tecniche di impermeabilizzazione di sicura efficacia e di basso costo. Non sono state inoltre prese in considerazione situazioni limite, in cui le opere avrebbero imposto oneri finanziari eccessivi non potendo essere realizzate con mezzi tecnici ordinari.

Nelle zone riconosciute di massima favorevoli lo studio ha permesso:

- di accertare l'idoneità di carattere generale del bacino;
- di individuare il tratto del bacino più adatto alla costruzione della diga e alla formazione dell'invaso;
- di riconoscere i caratteri geologici favorevoli nella zona di invaso e di assise della diga;
- di valutare la disponibilità idrica del bacino;
- di dimensionare la diga in rapporto alla morfologia dello invaso e alla disponibilità idrica del bacino.

L'esame generale del bacino imbrifero si è preoccupato di accertare che le condizioni di stabilità dei versanti garantissero un ridotto apporto solido nell'invaso e che non vi fossero cause geologiche tali da ridurre notevolmente i deflussi. Riguardo alla stabilità dei versanti è da notare che i bacini prescelti, quando non presentano condizioni ottimali, sono sempre in una situazione tale da poter essere sistemati con opere di modesto impegno finanziario.

L'ubicazione delle dighe è stata fatta in modo da ridurre le dimensioni al minimo e nel contempo di ottenere la maggior capacità di invaso possibile.

Durante l'esame preliminare è stata fatta particolare attenzione ai caratteri geologici della zona di assise della diga e della zona da inondare, per constatare l'esistenza delle necessarie condizioni di stabilità e di impermeabilità e per scegliere, anche sotto questo punto di vista, la migliore ubicazione delle dighe.

Per valutare la disponibilità idrica dei bacini ci si è avvalsi dei dati pluviometrici, appositamente raccolti, riportati nel capitolo precedente.

Il dimensionamento delle dighe e degli invasi infine è stato fatto con criteri di grande prudenza, pur cercando di sfruttare al massimo la quantità d'acqua disponibile.

Frutto di questa indagine è stata l'individuazione e l'ubicazione dei ventidue lagheti collinari di notevoli dimensioni, realizzabili nella fascia pedecollinare della Provincia, che figurano nelle sei figure allegate a questo studio. Questi invasi, coi rispettivi bacini imbriferi, sono stati individuati sul terreno e sono stati riportati su carte in scala 1:25.000 dell'Istituto Geografico Militare.

Nelle sei figure, accanto alla rappresentazione grafica degli invasi e dei bacini imbriferi, sono state indicate le caratteristiche notevoli di ciascun laghetto; in particolare quelle riguardanti: il Comune e la località prescelta; la quota minima, massima e la superficie del bacino imbrifero; la quota minima, massima, la superficie e la capacità dell'invaso; la lunghezza e l'altezza della diga; la superficie del comprensorio irriguo dominato.

Nel riepilogo delle realizzazioni possibili, che figura nella tabella n. 8, risulta evidente che questi ventidue lagheti con la propria capacità di invaso complessiva di 9.660.000 metri cubi, possono risolvere i problemi irrigui di una superficie totale di oltre 7.000 ettari di pianura. Queste opere, come si può osservare nella carta d'assieme degli invasi realizzabili, si concentrano quasi esclusivamente nella zona a monte del litorale tra Rimini e Cattolica: la sola zona della Provincia dove i lagheti collinari di notevoli dimensioni possono dare un contributo risolutivo all'irrigazione della pianura.

Nel porre termine a questo capitolo è doveroso richiamare l'attenzione sul fatto che le possibili realizzazioni indicate sono frutto di un accertamento di massima, per quanto attento.

TABELLA 8

N°	LOCALITÀ e COMUNE	Bacino	Superficie	Capacità	Superficie	Superficie	Superficie	Compendio
		imbrifero	invaso	invaso	agraria irrigata	agraria dominata	territoriale irriguo	
		Ha.	Ha.	Mc.	Ha. (1)	Ha. (2)	Ha. (3)	
1	Fosso Serbarole - Saludecio	206	16	480.000	192	320	352	
2	Rio Andriana - Saludecio	312	13	650.000	260	433	477	
3	S. Facondino - Saludecio	114	8	280.000	112	187	205	
4	Ca' Cisarone - M. Gridolfo	47	4	120.000	48	80	88	
5	Ca' Grilli - M. Gridolfo	102	8	250.000	100	167	183	
6	Ca' Francini - Rimini	50	3	100.000	40	67	73	
7	Piano dei Venti - Rimini	94	3	120.000	48	80	88	
8	Fosso S. Martino - Saludecio	279	14	700.000	280	467	513	
9	Fosso Caprai - Coriano	54	3	90.000	36	60	66	
10	Fosso Barigello - Rimini	450	33	1.100.000	440	733	806	
11	Ca' Fantini - Coriano	109	5	250.000	100	167	183	
12	Ca' Broccoli - Coriano	131	3	120.000	48	80	88	
13	Fosso Mortella - Coriano	111	6	250.000	100	167	183	
14	Rio Besanigo - Coriano	1.200	60	2.800.000	1.120	1.867	2.052	
15	Rio Pancione - Misano	45	4	100.000	40	67	73	
16	Rio Pozzetto - Misano	99	6	230.000	92	153	169	
17	Rio Agina - Misano	174	10	400.000	160	267	293	
18	Rio Acquaviola - S. Clemente	228	13	520.000	208	347	381	
19	Rio Cibattina - S. Clemente	165	7	360.000	144	240	264	
20	Rio Gessi - Borghi	144	7	280.000	112	187	205	
21	Fosso Bevano - Bertinoro	141	6	220.000	88	147	161	
22	Scolo Vedreto - Bertinoro	131	6	240.000	96	160	176	
	<b>Totali</b>	<b>4.386</b>	<b>238</b>	<b>9.660.000</b>	<b>3.864</b>	<b>6.443</b>	<b>7.079</b>	

(1) Dotazione mc. 2.500 per ettaro - (2) Si presume d'irrigare il 60 per cento della superficie agraria - (3) La superficie territoriale si stima il 110 per cento di quella agraria.

Esse devono essere ovviamente riconsiderate accuratamente nella eventuale fase di progettazione esecutiva, nella quale dovranno essere posti in luce tutti i fattori determinanti con rilievi di dettaglio, con opportuni saggi e con approfondite analisi di laboratorio.

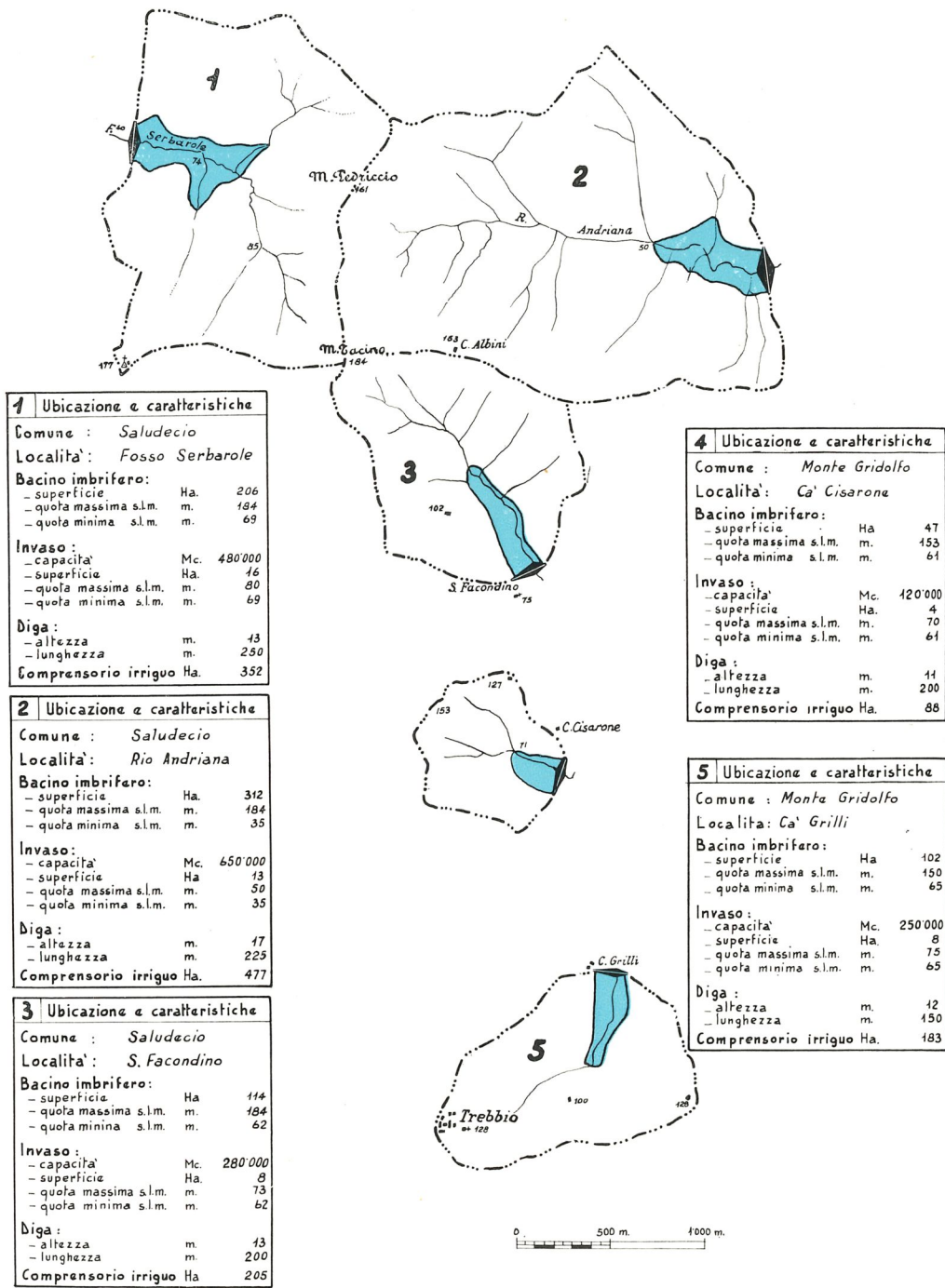


Fig. 28

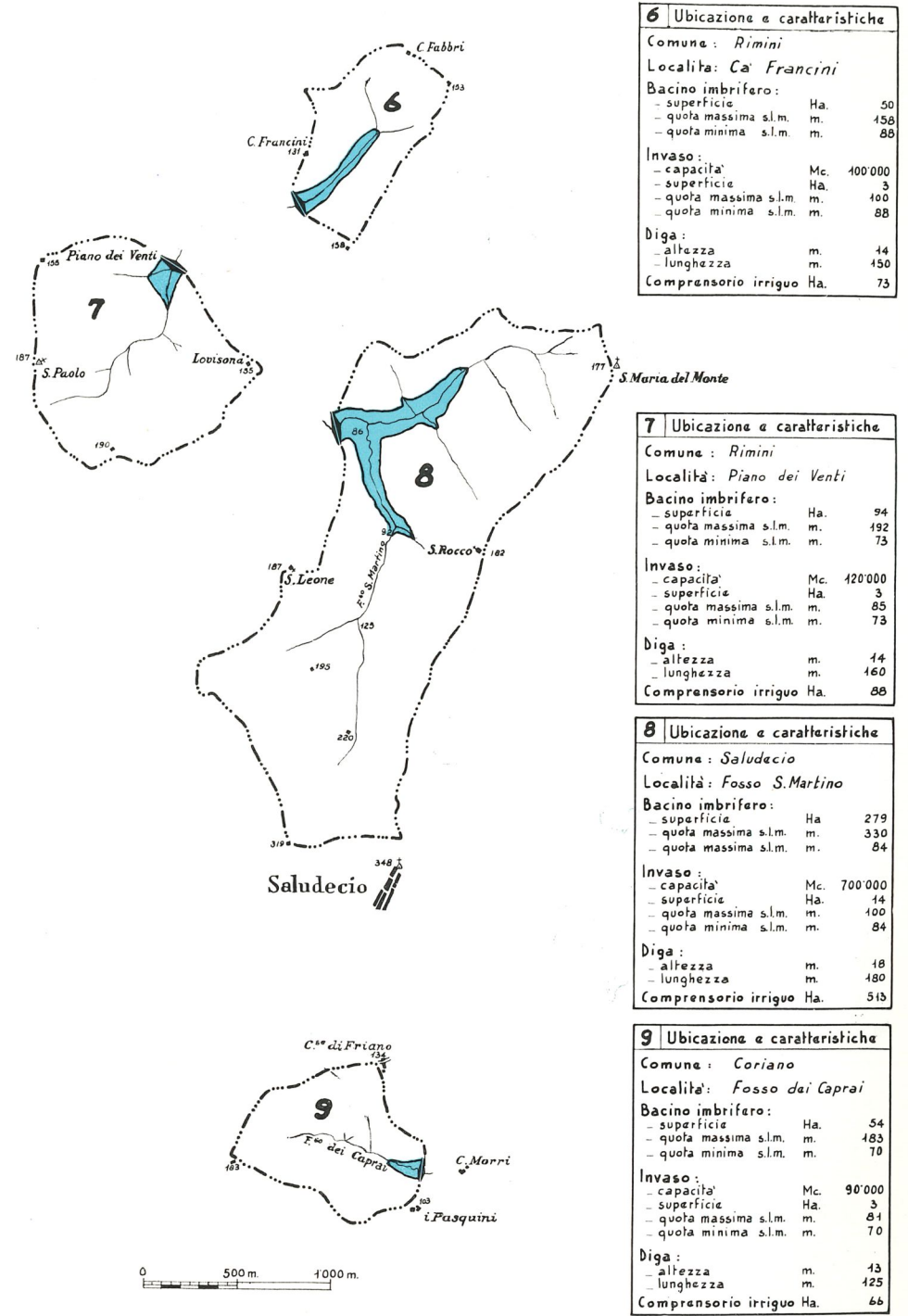


Fig. 29

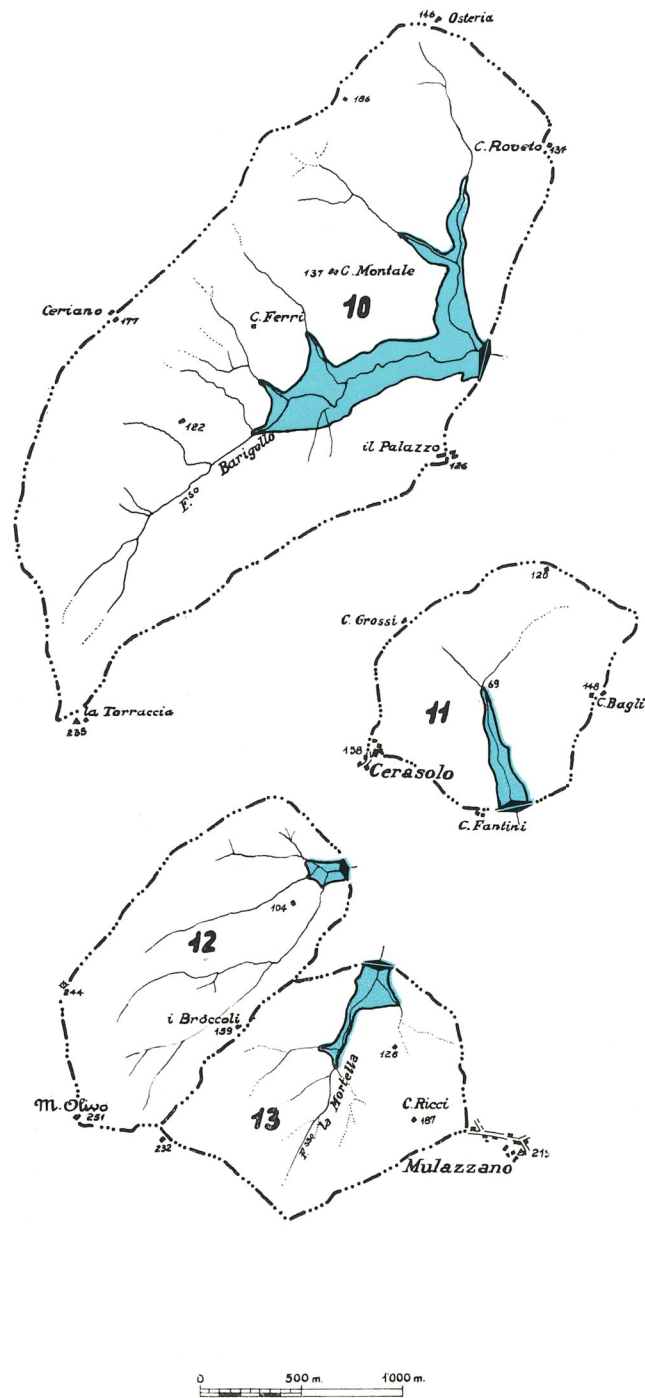


Fig. 30

**10 Ubicazione e caratteristiche**

Comune: Rimini  
Località: Fosso Barigello

Bacino imbrifero:

- superficie	Ha.	450
- quota massima s.l.m.	m.	235
- quota minima s.l.m.	m.	63

Invaso:

- capacità	Mc.	1'100'000
- superficie	Ha.	33
- quota massima s.l.m.	m.	76
- quota minima s.l.m.	m.	63

Diga:

- altezza	m.	14
- lunghezza	m.	200

Comprendorio irriguo Ha. 806

**11 Ubicazione e caratteristiche**

Comune: Coriano  
Località: Ca' Fantini

Bacino imbrifero:

- superficie	Ha.	109
- quota massima s.l.m.	m.	158
- quota minima s.l.m.	m.	53

Invaso:

- capacità	Mc.	250'000
- superficie	Ha.	5
- quota massima s.l.m.	m.	69
- quota minima s.l.m.	m.	53

Diga:

- altezza	m.	18
- lunghezza	m.	180

Comprendorio irriguo Ha. 183

**12 Ubicazione e caratteristiche**

Comune: Coriano  
Località: Ca' Broccoli

Bacino imbrifero:

- superficie	Ha.	131
- quota massima s.l.m.	m.	251
- quota minima s.l.m.	m.	77

Invaso:

- capacità	Mc.	120'000
- superficie	Ha.	3
- quota massima s.l.m.	m.	89
- quota minima s.l.m.	m.	77

Diga:

- altezza	m.	14
- lunghezza	m.	100

Comprendorio irriguo Ha. 88

**13 Ubicazione e caratteristiche**

Comune: Coriano  
Località: Fosso la Mortella

Bacino imbrifero:

- superficie	Ha.	411
- quota massima s.l.m.	m.	232
- quota minima s.l.m.	m.	84

Invaso:

- capacità	Mc.	250'000
- superficie	Ha.	6
- quota massima s.l.m.	m.	98
- quota minima s.l.m.	m.	84

Diga:

- altezza	m.	16
- lunghezza	m.	160

Comprendorio irriguo Ha. 183

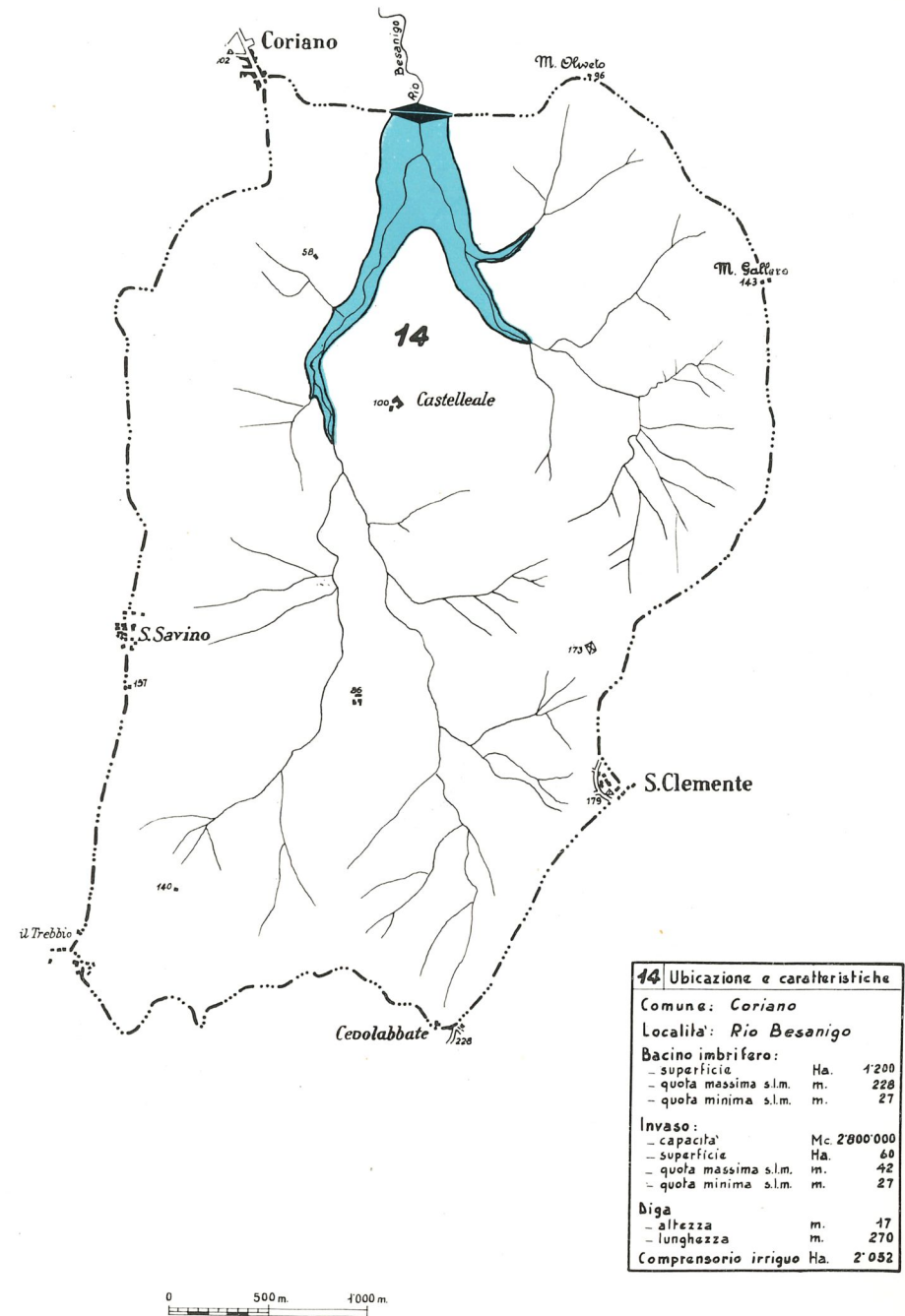


Fig. 31

**14 Ubicazione e caratteristiche**

Comune: Coriano  
Località: Rio Besanigo

Bacino imbrifero:

- superficie	Ha.	1'200
- quota massima s.l.m.	m.	228
- quota minima s.l.m.	m.	27

Invaso:

- capacità	Mc.	2'800'000
- superficie	Ha.	60
- quota massima s.l.m.	m.	42
- quota minima s.l.m.	m.	27

Diga:

- altezza	m.	17
- lunghezza	m.	270

Comprendorio irriguo Ha. 2'032

**15 Ubicazione e caratteristiche**

Comune: Misano  
Località: Rio Pancione

Bacino imbrifero:

- superficie	Ha.	45
- quota massima s.l.m.	m.	124
- quota minima s.l.m.	m.	62

Invaso:

- capacità	Mc.	100'000
- superficie	Ha.	4
- quota massima s.l.m.	m.	74
- quota minima s.l.m.	m.	62

Diga:

- altezza	m.	11
- lunghezza	m.	200

Comprendorio irriguo Ha. 73

**16 Ubicazione e caratteristiche**

Comune: Misano  
Località: Rio del Pozzatto

Bacino imbrifero:

- superficie	Ha.	99
- quota massima s.l.m.	m.	140
- quota minima s.l.m.	m.	66

Invaso:

- capacità	Mc.	230'000
- superficie	Ha.	6
- quota massima s.l.m.	m.	78
- quota minima s.l.m.	m.	66

Diga:

- altezza	m.	14
- lunghezza	m.	225

Comprendorio irriguo Ha. 169

**17 Ubicazione e caratteristiche**

Comune: Misano  
Località: Rio dell'Agina

Bacino imbrifero:

- superficie	Ha.	174
- quota massima s.l.m.	m.	143
- quota minima s.l.m.	m.	56

Invaso:

- capacità	Mc.	400'000
- superficie	Ha.	10
- quota massima s.l.m.	m.	68
- quota minima s.l.m.	m.	56

Diga:

- altezza	m.	14
- lunghezza	m.	120

Comprendorio irriguo Ha. 293

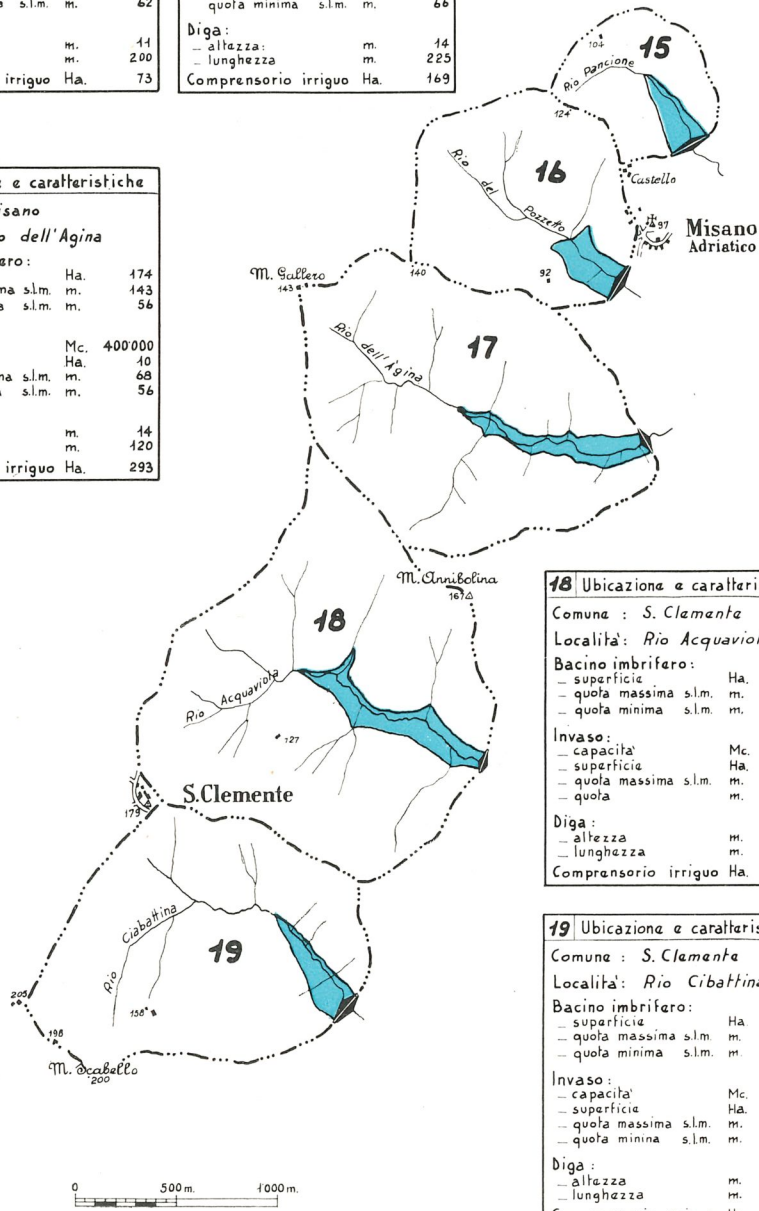


Fig. 32

**18 Ubicazione e caratteristiche**

Comune: S. Clemente  
Località: Rio Acquaviola

Bacino imbrifero:

- superficie	Ha.	228
- quota massima s.l.m.	m.	179
- quota minima s.l.m.	m.	85

Invaso:

- capacità	Mc.	520'000
- superficie	Ha.	13
- quota massima s.l.m.	m.	97
- quota minima s.l.m.	m.	85

Diga:

- altezza	m.	14
- lunghezza	m.	100

Comprendorio irriguo Ha. 381

**19 Ubicazione e caratteristiche**

Comune: S. Clemente  
Località: Rio Cibattina

Bacino imbrifero:

- superficie	Ha.	165
- quota massima s.l.m.	m.	205
- quota minima s.l.m.	m.	83

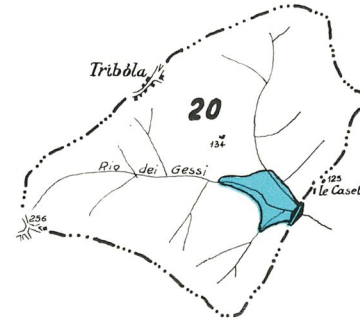
Invaso:

- capacità	Mc.	360'000
- superficie	Ha.	7
- quota massima s.l.m.	m.	98
- quota minima s.l.m.	m.	83

Diga:

- altezza	m.	17
- lunghezza	m.	170

Comprendorio irriguo Ha. 264



**20 Ubicazione e caratteristiche**

Comune: Borghi  
Località: Rio dei Gessi

Bacino imbrifero:

- superficie	Ha.	144
- quota massima s.l.m.	m.	256
- quota minima s.l.m.	m.	75

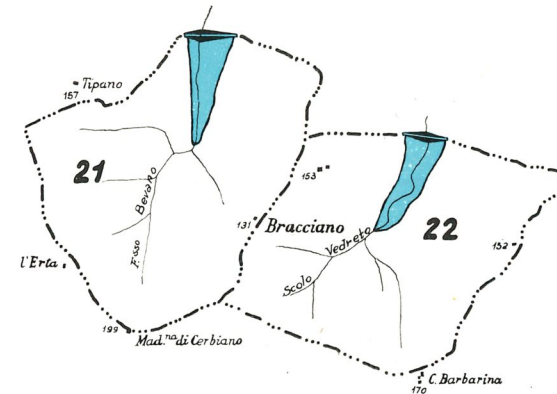
Invaso:

- capacità	Mc.	280'000
- superficie	Ha.	7
- quota massima s.l.m.	m.	87
- quota minima s.l.m.	m.	75

Diga:

- altezza	m.	14
- lunghezza	m.	110

Comprendorio irriguo Ha. 205



**21 Ubicazione e caratteristiche**

Comune: Bertinoro  
Località: Fosso Bevato

Bacino imbrifero:

- superficie	Ha.	141
- quota massima s.l.m.	m.	220
- quota minima s.l.m.	m.	61

Invaso:

- capacità	Mc.	220'000
- superficie	Ha.	6
- quota massima s.l.m.	m.	72
- quota minima s.l.m.	m.	61

Diga:

- altezza	m.	13
- lunghezza	m.	250

Comprendorio irriguo Ha. 161

**22 Ubicazione e caratteristiche**

Comune: Bertinoro  
Località: Scolo Vedrate

Bacino imbrifero:

- superficie	Ha.	131
- quota massima s.l.m.	m.	170
- quota minima s.l.m.	m.	57

Invaso:

- capacità	Mc.	240'000
- superficie	Ha.	6
- quota massima s.l.m.	m.	69
- quota minima s.l.m.	m.	57

Diga:

- altezza	m.	14
- lunghezza	m.	200

Comprendorio irriguo Ha. 176



Fig. 33

I MAGGIORI INVASI REALIZZABILI  
NELLA FACCIA PEDECOLLINARE DELLA PROVINCIA  
E TERRITORI IRRIGUI DOMINATI

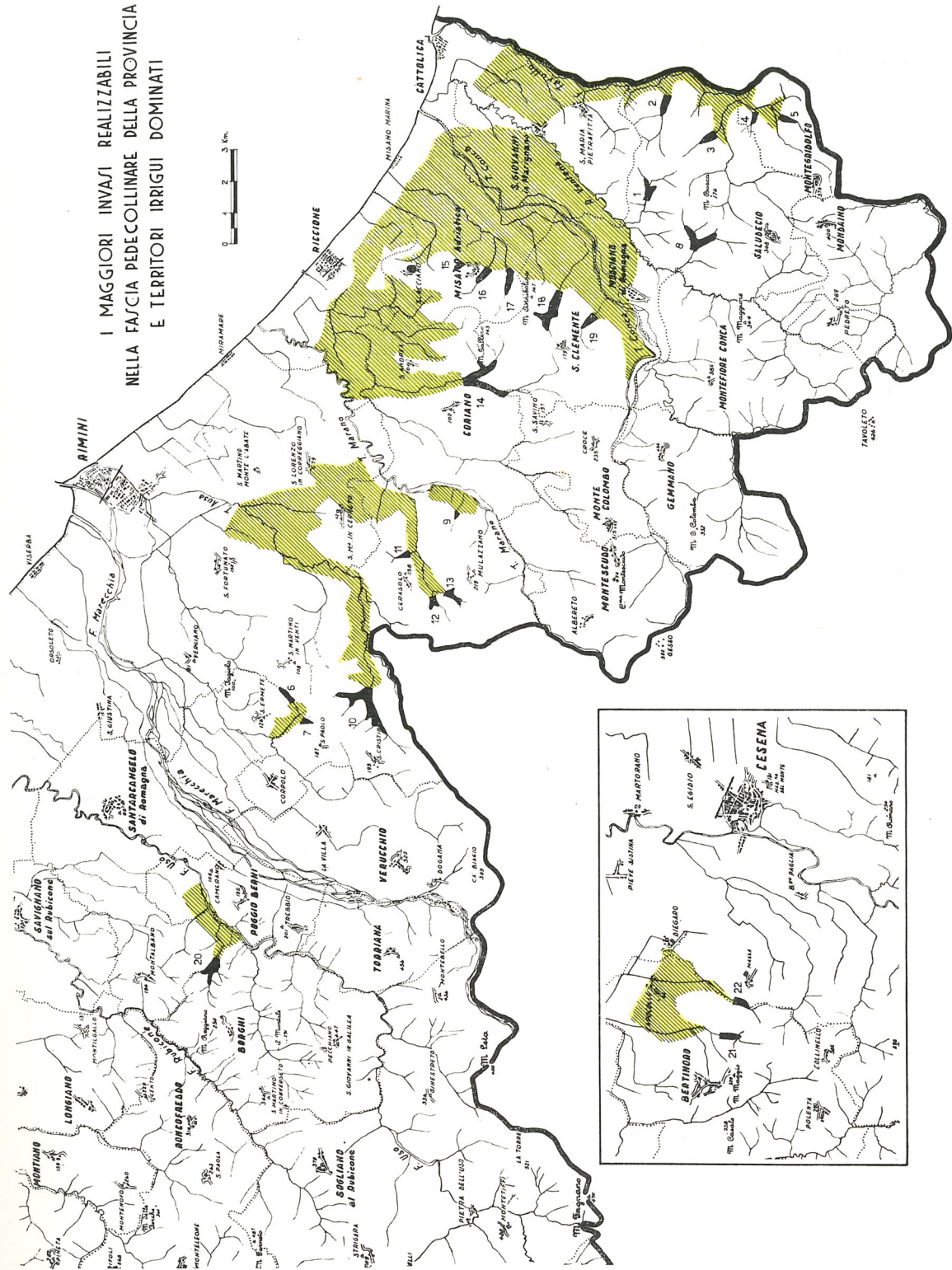


Fig. 34

V  
IL LAGHETTO COLLINARE E LA LEGISLAZIONE



La legislazione vigente sulla costruzione, sull'esercizio e sugli altri problemi connessi alla realizzazione dei laghetti collinari può essere suddivisa nelle seguenti parti:

— regolamento per la compilazione dei progetti, la costruzione e l'esercizio delle dighe di ritenuta;

— provvedimenti intesi a favorire la realizzazione dei laghetti collinari e dei relativi impianti d'irrigazione;

— altri testi notevoli concernenti, in modo diretto o indiretto, la materia trattata.

Delle leggi riferentisi al regolamento e agli incentivi sono riportati solo gli articoli di specifico interesse; degli altri testi notevoli viene data l'elencazione cronologica.

Per quanto riguarda gli incentivi viene riportato un quadro sintetico dei contributi statali usufruibili nella Provincia di Forlì secondo le leggi vigenti.

#### REGOLAMENTO PER LA COMPILAZIONE DEI PROGETTI, LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DELLE DIGHE DI RITENUTA

*D.P.R. 1° novembre 1959, n. 1363*

##### PREMESSA

Il presente regolamento si applica a tutti gli sbarramenti (dighe e traverse) la cui altezza, ai sensi dell'art. 21, superi i 10 metri ed a quelli di minore altezza che determinano un invaso superiore ai 100.000 m<sup>3</sup>. La Presidenza della competente Sezione del Consiglio superiore dei lavori

pubblici potrà tuttavia consentirne una applicazione parziale per i casi di minore importanza.

Per gli sbarramenti non soggetti al presente regolamento, l'ufficio del Genio civile competente deciderà caso per caso, e in relazione alle caratteristiche dello sbarramento, quali delle norme seguenti siano da applicare.

L'autorità militare dovrà essere in tutti i casi interessata per il rilascio del nulla osta alla realizzazione dell'opera.

... omissis ...

#### Art. 21 - Definizioni.

Altezza dello sbarramento: dislivello tra la quota del piano di coronamento e quella del punto più basso della superficie di fondazione, escluse eventuali sottostrutture di tenuta.

Livello di massimo invaso: quota massima cui può giungere l'acqua nel serbatoio per l'evento di piena eccezionale previsto.

Altezza di massima ritenuta: dislivello tra la quota di massimo invaso e quella del punto più depresso dell'alveo naturale in corrispondenza del paramento di monte.

Franco: dislivello tra la quota del piano di coronamento dello sbarramento e quella del massimo invaso.

... omissis ...

#### B) Sbarramenti in terra.

##### Art. 42 - Caratteristiche e verifiche di stabilità.

Il profilo della sezione trasversale sarà determinato in base alle caratteristiche geotecniche dei materiali e delle miscele che si prevede di impiegare per la costruzione del rilevato e al loro sistema di costipamento nonché alle caratteristiche dei terreni di fondazione: caratteristiche che dovranno essere dedotte da prove eseguite in laboratori specializzati.

Nei progetti di massima le pendenze medie assunte per i paramenti del rilevato non potranno superare i limiti seguenti in relazione all'altezza dello sbarramento:

inferiore ai 15 m.:

paramento di monte: uno di altezza su due di base;

paramento di valle: due su tre;

tra 15 e 30 m.:

paramento di monte: uno su due e mezzo;

paramento di valle: uno su due;

superiore a 30 m.:

per ambedue i paramenti pendenze medie convenientemente inferiori alle precedenti.

Il profilo dei paramenti verrà determinato in via definitiva in base ai risultati delle prove geognostiche e presenterà di regola inclinazioni decrescenti dall'alto verso il basso. Il profilo del paramento di valle potrà inoltre essere interrotto con banchine.

La pendenza massima del paramento di monte non potrà in ogni modo superare il valore di uno su due e quella del paramento di valle il valore di due su tre.

La larghezza in sommità sarà non inferiore a 3 m. per altezze fino a 15 m., a un quinto dell'altezza per altezze comprese tra 15 e 30 m., a 6 m. per altezze superiori ai 30 metri.

Le verifiche di stabilità saranno effettuate per posizioni diverse del livello dell'acqua nel serbatoio e della linea di saturazione nel corpo della diga. In ogni caso saranno considerate le seguenti condizioni:

- a) serbatoio vuoto a seguito di rapido vuotamento;
- b) serbatoio pieno con livello al massimo invaso.

Dovrà essere dimostrato che, con il profilo assunto, il rapporto tra le forze che si oppongono allo scorrimento e quelle che tendono a produrlo non risulti inferiore a 1,4 per ciascuna delle possibili superfici cilindriche di scorrimento.

##### Art. 43 - Modalità costruttive.

La tenuta sarà assicurata mediante uno schermo o un nucleo impermeabile oppure, per sbarramenti di limitata altezza, costruendo l'intera opera con materiale impermeabile.

I paramenti e il coronamento saranno protetti contro ogni causa di deterioramento.

Con adatti dispositivi (filtri, drenaggi, ecc.) sarà impedita ogni asportazione per infiltrazioni diffuse o concentrate di materiale di granulometria minuta, dal terreno di fondazione e dal rilevato.

Di norma converrà a tal fine disporre un efficace drenaggio all'unghia del paramento di valle. Gli elementi di tenuta (schermi o nuclei) dovranno inoltre essere elevati al di sopra del massimo invaso in misura sufficiente ad evitare il sormonto per capillarità.

Art. 44 - Deroghe dalle prescrizioni precedenti.

Per sbarramenti compresi tra 10 e 15 metri destinati a creare serbatoi di capacità non eccedente i 100.00 metri cubi, che non sottendano estesi bacini imbriferi e non siano ubicati in località sovrastanti a centri abitati, potranno ammettersi deroghe dalle prescrizioni di cui ai precedenti articoli, quale l'abolizione del rivestimento del paramento di monte ed eventualmente del coronamento.

... omissis ...

#### PROVVEDIMENTI INTESI A FAVORIRE LA REALIZZAZIONE DEI LAGHETTI COLLINARI E DEI RELATIVI IMPIANTI D'IRRIGAZIONE

*Legge 18 dicembre 1959, n. 1117*

##### ARTICOLO UNICO

Il sussidio di cui agli articoli 43 e seguenti del R.D. 13 febbraio 1933, n. 215, e successive modificazioni e integrazioni, è elevato sino al 50% della spesa per la costruzione di piccoli laghi e degli impianti necessari alla utilizzazione dell'acqua invasata destinati alla irrigazione ed alla fertilizzazione dei terreni.

*Legge 25 luglio 1952, n. 991*

Art. 3 - comma terzo

per gli impianti di fertirrigazione e di irrigazione a pioggia il contributo può essere elevato fino al 60% della spesa.

*Legge 2 giugno 1961, n. 454*

Art. 11.

Per la costruzione di laghetti artificiali e relativi impianti di irrigazione e fertirrigazione è autorizzata la spesa di lire 15 miliardi, in ragione di lire 3 miliardi per ciascuno esercizio dal 1960-61, al 1964-65, per la concessione di sussidi in conto capitale nella misura prevista dalla legge 18 dicembre 1959, n. 1117.

Il limite del sussidio previsto al precedente comma, nel quinquennio dal 1960-61 al 1964-65, quando all'irrigazione è interessata una pluralità di aziende contadine o quando nella pluralità delle aziende interessate vi siano

anche aziende non contadine sempre che la superficie irrigabile di ciascuna di queste ultime non sia superiore ad un quinto dell'intera superficie irrigabile, può essere elevato fino al 65% e, nei territori indicati al primo comma dell'art. 44 del regio decreto 13 febbraio 1933, n. 215, in quelli che saranno indicati con decreto del Ministero per l'agricoltura e per le foreste come previsto dal precedente art. 8 nonché in quelli classificati montani ai termini della legge 25 luglio 1952, n. 991, e successive modificazioni e integrazioni, fino al 75% della spesa ritenuta ammissibile. Ove la superficie irrigabile delle aziende non contadine superi il limite indicato, il contributo spettante alle aziende contadine verrà concesso fino ai limiti indicati nel medesimo comma.

Art. 12 - Comma primo e secondo.

Il termine del 30 giugno 1964, previsto dagli art. 6, 10 e 11 della legge 25 luglio 1952, n. 949 recante agevolazioni creditizie per l'acquisto di macchine agricole e per la costruzione di impianti irrigui e di edifici rurali, è prorogata al 30 giugno 1969.

La durata di ammortamento delle operazioni di credito destinate ad opere di irrigazione ed alla costruzione di edifici rurali, stabilita in anni 6 e 12 dall'art. 11, primo comma lettera b) e c) della legge suddetta, è elevata, rispettivamente, a 8 e 20 anni per i contratti di mutuo stipulati nel quinquennio dal 1960-61 al 1964-65.

##### ALTRI TESTI NOTEVOLI

R.D. 2 novembre 1914, n. 1486 - Regolamento per la pesca fluviale e lacuale

R.D. 14 agosto 1920, n. 1285 - Regolamento per le derivazioni e utilizzazione di acque pubbliche

R.D. 2 ottobre 1922, n. 1747 - Testo unico delle leggi sui consorzi ed opere di irrigazione

R.D. 30 dicembre 1923, n. 3267 - Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani.

R.D. 8 ottobre 1931, n. 1604 - Testo unico delle leggi sulla pesca

R.D. 13 febbraio 1933, n. 215 - Nuove norme per la bonifica integrale

R.D. 11 dicembre 1933, n. 1775 - Testo unico di leggi sulle acque e impianti elettrici

R.D. 16 marzo 1942, n. 262 - Codice Civile

art. 812 - Distinzione dei beni

art. 868 - Regolamento protettivo dei corsi d'acqua

- art. 908 - Scarico di acque piovane  
 art. 909 - Diritto delle acque esistenti sul fondo  
 art. 914 - Consorzi per regolare il deflusso delle acque  
 art. 918 - Consorzi volontari per l'uso di acque  
 art. 921 - Consorzi coattivi

Legge 18 dicembre 1951, n. 550 - Riconoscimento di piccole derivazioni di acque pubbliche per uso d'irrigazione

Legge 8 gennaio 1952, n. 42 - Proroga della durata delle utenze di acque pubbliche per piccole derivazioni

Legge 25 luglio 1952, n. 991 - Provvedimenti in favore dei territori montani D.P.R. 1° novembre 1959, n. 1363 - Regolamento per la compilazione dei progetti, la costruzione e l'esercizio delle dighe di ritenuta

Legge 18 dicembre 1959, n. 1117 - Contributo nella spesa per la costruzione di piccoli laghi e relativi impianti di utilizzazione

Legge 2 giugno 1961, n. 454 - Piano quinquennale per lo sviluppo della agricoltura

D.M. 5 agosto 1961 (vedi art. 6) - Direttive di intervento previste dalla legge 2-6-1961, n. 454

D.M. 28 novembre 1961 (vedi art. 5) - Direttive annuali per attuare il piano quinquennale per lo sviluppo dell'agricoltura

**INCENTIVI PREVISTI DALLO STATO** - Nella tabella n. 9 vengono elencati i contributi statali, usufruibili per la costruzione dei laghetti collinari, ripartiti secondo le varie zone della Provincia in base alla classifica dei territori e al servizio reso dalle opere. E' opportuno sottolineare come i contributi statali si elevino quando all'irrigazione sono interessate più aziende. Questo fatto ribadisce la convenienza tecnica ed economica di realizzare laghetti di carattere interpodereale.

E' inoltre auspicabile che la costruzione, l'esercizio e la manutenzione di queste opere, e in particolare di quelle di notevole capacità, ubicate da questo studio nella fascia pedecollinare della Provincia, venga affidata ad enti consortili particolarmente qualificati sotto il profilo tecnico-amministrativo, quali sono i Consorzi di bonifica.

Tab. 9 - CONTRIBUTI STATALI USUFRUIBILI NELLA PROVINCIA DI FORLÌ SECONDO LE LEGGI VIGENTI

Caratteristiche delle opere	territori montani (ai sensi dell'articolo 1 della legge 25.7.1952 n. 991) (1)	territori depressi (ai sensi dell'art. 8 della legge 2.6.1961 n. 454) (2)	rimanenti territori
Laghetti artificiali e relativi impianti irrigui	60%	50%	50%
Laghetti artificiali e relativi impianti irrigui « quando all'irrigazione è interessata una pluralità di aziende contadine o quando nella pluralità vi siano anche aziende non contadine sempreché la superficie irrigabile di ciascuna di queste ultime non sia superiore ad un quinto dell'intera superficie irrigabile »	75%	75%	65%

(1) *Nei territori montani* ricadono i seguenti Comuni: Bagno di Romagna, Galeata, Portico di Romagna, Premilcuore, Rocca S. Casciano, Sarsina, Sorbano, Santa Sofia, Tredozio, Verghereto, Cesena (in parte), Civitella (in parte), Dovadola (in parte), Meldola (in parte), Mercato Saraceno (in parte), Modigliana (in parte), Predappio (in parte), Sogliano (in parte) e Torriana (in parte).

(2) *Nei territori depressi* ricadono i seguenti Comuni: Borghi, Castrocaro, Gemmano, Mondaino, Roncofreddo, Saludecio, Civitella (in parte), Dovadola (in parte), Meldola (in parte), Mercato Saraceno (in parte), Modigliana (in parte), Predappio (in parte), Sogliano (in parte), Torriana (in parte), Coriano (in parte), Montecolombo (in parte), Montefiore, Montegrifolfo, Montescudo, Montiano (in parte), Poggio Berni (in parte), S. Clemente (in parte) e Verucchio (in parte).

VI

I LAGHETTI COLLINARI REALIZZATI NELLA PROVINCIA

La costruzione dei laghetti collinari nella Provincia di Forlì, iniziata nel 1957, ha avuto nei primi anni un carattere sporadico. Successivamente il ritmo delle costruzioni si è fatto progressivamente più intenso, fino a raggiungere le attuali 86 opere realizzate.

L'interesse degli agricoltori nei confronti di queste opere si fa sempre più vivo, tanto è vero che attualmente sono in corso di realizzazione ben 54 laghetti.

La distribuzione geografica dei 139 invasi realizzati o in corso di attuazione riguarda 35 Comuni della Provincia. Questi invasi, con una capacità totale di oltre 3.400.000 metri cubi, consentono di irrigare una superficie complessiva di oltre 1.800 ettari, portando un considerevole contributo all'approvvigionamento idrico di molte aziende.

Nei vari fondi gli invasi oscillano da un valore massimo di 119.000 metri cubi e un valore minimo di 4.000 metri cubi, con una media di 24.000 metri cubi per laghetto; le superfici irrigue vanno da un massimo di 53 ettari ad un minimo di 2 ettari, con un valore medio di oltre 12 ettari.

Vediamo ora l'elenco delle opere eseguite o in corso di esecuzione nei vari Comuni della Provincia con l'indicazione, per ciascuna di esse, della cubatura d'invaso e della superficie irrigata:

*Bagno di Romagna*

Invaso N.	1	Capacità Mc.	10.980	Superficie irrigata	Ha.	12
-----------	---	--------------	--------	---------------------	-----	----

*Bertinoro*

Invaso N.	1	Capacità Mc.	11.114	Superficie irrigata	Ha.	5
»	»	2	»	»	»	5

*Borghi*

Invaso N.	Capacità Mc.	Superficie irrigata	Ha.
1	27.000		15
» » 2	33.743		9
» » 3	47.771		26

*Castrocaro*

Invaso N.	Capacità Mc.	Superficie irrigata	Ha.
1	18.455		10,25
» » 2	20.474		11
» » 3	22.288		12
» » 4	34.747		19
» » 5	14.077		7
» » 6	24.621		13
» » 7	16.478		9

*Cesena*

Invaso N.	Capacità Mc.	Superficie irrigata	Ha.
1	16.418		7,50
» » 2	21.063		10
» » 3	6.139		2
» » 4	69.216		30
» » 5	22.890		13
» » 6	7.015		3,90
» » 7	12.400		6
» » 8	7.932		7
» » 9	19.599		8

*Civitella di Romagna*

Invaso N.	Capacità Mc.	Superficie irrigata	Ha.
1	67.236		45
» » 2	16.890		8
» » 3	12.633		7
» » 4	49.800		27
» » 5	12.428		7
» » 6	16.133		9
» » 7	35.571		20
» » 8	8.727		5
» » 9	16.600		20
» » 10	23.000		13

*Coriano*

Invaso N.	Capacità Mc.	Superficie irrigata	Ha.
1	34.133		18
» » 2	20.000		8
» » 3	10.098		6
» » 4	26.000		12
» » 5	30.000		12
» » 6	7.471		4
» » 7	21.000		11
» » 8	25.406		14
» » 9	16.680		8
» » 10	34.476		18

*Dovadola*

Invaso N.	Capacità Mc.	Superficie irrigata	Ha.
1	23.518		13
» » 2	6.000		5
» » 3	10.983		6
» » 4	29.621		17

*Forlì*

Invaso N.	Capacità Mc.	Superficie irrigata	Ha.
1	32.226		18
» » 2	17.332		9,50
» » 3	18.000		12
» » 4	26.863		15
» » 5	9.300		18
» » 6	18.615		10
» » 7	14.874		7
» » 8	49.428		27
» » 9	24.575		14
» » 10	11.300		6

*Galeata*

Invaso N.	Capacità Mc.	Superficie irrigata	Ha.
1	79.919		44
» » 2	11.578		7

*Meldola*

Invaso N.	Capacità Mc.	Superficie irrigata	Ha.
1	15.000		8,50
» » 2	24.637		14
» » 3	21.882		12
» » 4	14.728		8

» » 5	» » 43.180	» » » 24
» » 6	» » 21.973	» » » 13
» » 7	» » 15.156	» » » 8
» » 8	» » 16.510	» » » 9
» » 9	» » 16.900	» » » 9
» » 10	» » 14.300	» » » 8
» » 11	» » 14.100	» » » 9
» » 12	» » 10.983	» » » 6
» » 13	» » 16.514	» » » 8
» » 14	» » 8.738	» » » 4
» » 15	» » 39.500	» » » 21
» » 16	» » 42.000	» » » 20

*Mercato Saraceno*

Invaso N. 1	Capacità Mc. 119.195	Superficie irrigata Ha. 53
» » 2	» » 33.818	» » » 18

*Modigliana*

Invaso N. 1	Capacità Mc. 65.685	Superficie irrigata Ha. 36
» » 2	» » 43.000	» » » 23
» » 3	» » 16.800	» » » 9

*Montiano*

Invaso N. 1	Capacità Mc. 6.624	Superficie irrigata Ha. 5
-------------	--------------------	---------------------------

*Mondaino*

Invaso N. 1	Capacità Mc. 25.000	Superficie irrigata Ha. 13
-------------	---------------------	----------------------------

*Monte Colombo*

Invaso N. 1	Capacità Mc. 26.000	Superficie irrigata Ha. 7
-------------	---------------------	---------------------------

*Monte Gridolfo*

Invaso N. 1	Capacità Mc. 22.000	Superficie irrigata Ha. 12
» » 2	» » 5.087	» » » 3
» » 3	» » 4.457	» » » 2,50
» » 4	» » 7.467	» » » 3
» » 5	» » 33.704	» » » 16
» » 6	» » 29.654	» » » 14

*Portico di Romagna*

Invaso N. 1	Capacità Mc. 10.640	Superficie irrigata Ha. 6
-------------	---------------------	---------------------------

*Premilcuore*

Invaso N. 1	Capacità Mc. 46.405	Superficie irrigata Ha. 25
-------------	---------------------	----------------------------

*Predappio*

Invaso N. 1	Capacità Mc. 15.000	Superficie irrigata Ha. 8,30
» » 2	» » 19.835	» » » 6
» » 3	» » 11.598	» » » 6
» » 4	» » 18.157	» » » 10
» » 5	» » 13.750	» » » 7

*Rimini*

Invaso N. 1	Capacità Mc. 27.744	Superficie irrigata Ha. 15,40
» » 2	» » 16.148	» » » 8
» » 3	» » 24.000	» » » 13
» » 4	» » 75.000	» » » 40
» » 5	» » 35.995	» » » 13
» » 6	» » 60.568	» » » 30

*Riccione*

Invaso N. 1	Capacità Mc. 6.654	Superficie irrigata Ha. 4
-------------	--------------------	---------------------------

*Rocca S. Casciano*

Invaso N. 1	Capacità Mc. 14.396	Superficie irrigata Ha. 8
» » 2	» » 32.082	» » » 18
» » 3	» » 38.597	» » » 21
» » 4	» » 27.977	» » » 26

*Roncofreddo*

Invaso N. 1	Capacità Mc. 25.550	Superficie irrigata Ha. 14
» » 2	» » 11.219	» » » 5,50
» » 3	» » 17.843	» » » 9
» » 4	» » 31.324	» » » 17
» » 5	» » 8.829	» » » 5
» » 6	» » 101.033	» » » 55
» » 7	» » 14.359	» » » 8
» » 8	» » 6.145	» » » 35



<i>Sarsina</i>			
Invaso N.	1	Capacità Mc. 28.900	Superficie irrigata Ha. 16
<i>Savignano sul Rubicone</i>			
Invaso N.	1	Capacità Mc. 26.851	Superficie irrigata Ha. 9
»	2	» » 21.224	» » » 10
<i>Saludecio</i>			
Invaso N.	1	Capacità Mc. 6.779	Superficie irrigata Ha. 4
»	2	» » 19.927	» » » 6,50
<i>S. Clemente</i>			
Invaso N.	1	Capacità Mc. 12.546	Superficie irrigata Ha. 6
»	2	» » 9.325	» » » 5
»	3	» » 43.000	» » » 16
»	4	» » 7.728	» » » 3
»	5	» » 16.000	» » » 9
<i>S. Giovanni in Marignano</i>			
Invaso N.	1	Capacità Mc. 39.305	Superficie irrigata Ha. 21,83
»	2	» » 41.302	» » » 22
»	3	» » 30.262	» » » 17
<i>Sorbano</i>			
Invaso N.	1	Capacità Mc. 8.955	Superficie irrigata Ha. 7
»	2	» » 4.000	» » » 2,50
<i>Santarcangelo di Romagna</i>			
Invaso N.	1	Capacità Mc. 15.000	Superficie irrigata Ha. 8,50
»	2	» » 24.373	» » » 6
»	3	» » 9.637	» » » 5,30
<i>Sogliano al Rubicone</i>			
Invaso N.	1	Capacità Mc. 42.659	Superficie irrigata Ha. 24
»	2	» » 48.844	» » » 20
»	3	» » 25.051	» » » 14
<i>Torriana</i>			
Invaso N.	1	Capacità Mc. 37.936	Superficie irrigata Ha. 21

<i>Tredozio</i>			
Invaso N.	1	Capacità Mc. 44.000	Superficie irrigata Ha. 24
»	2	» » 21.670	» » » 12
<i>Verucchio</i>			
Invaso N.	1	Capacità Mc. 21.970	Superficie irrigata Ha. 12

Per valutare meglio nel suo complesso l'attività svolta vediamo nella tabella n. 10 un riepilogo della situazione attuale Comune per Comune, riportando la cubatura totale dell'acqua raccolta e l'intera superficie irrigata.

Nel presentare questo consuntivo dell'attività svolta nell'ambito della Provincia, sembra opportuno, al lume dell'esperienza fatta, indicare alcuni fattori negativi e fornire qualche utile suggerimento per rendere questi piccoli invasi sempre più funzionali ed utili.

I laghetti costruiti risultano, in generale, in buono stato di conservazione e di funzionamento. Solo in alcuni casi si sono riscontrati elementi negativi di maggiore o di minor rilievo, che possono essere in breve così raggruppati:

- scarsa impermeabilità dell'invaso;
- smottamenti all'unghia della diga e movimenti franosi delle pendici bagnate;
- modesto sfruttamento dell'acqua disponibile;
- notevole dislivello negativo fra la zona irrigua e l'invaso;
- insufficiente manutenzione delle opere.

La scarsa impermeabilità dell'invaso è l'inconveniente più grave e meno facilmente riparabile che può presentare un laghetto collinare. Nella progettazione vanno evitate accuratamente le zone dove i terreni sono piuttosto permeabili per non incorrere anche nel fallimento completo dell'opera. In situazioni limite, dove le necessità aziendali impongono una realizzazione, sarà bene premu-

TABELLA N. 10

	Invasi N.	Capacità Mc.	Sup. irr. Ha.
Bagno di Romagna	1	10.980	12
Bertinoro	2	20.495	10
Borghi	3	108.514	50
Castrocaro	7	151.140	81,25
Cesena	9	182.672	87,40
Civitella di Rom.	10	257.018	161
Coriano	10	225.264	111
Dovadola	4	70.122	41
Forlì	10	222.513	136,50
Galeata	2	91.497	51
Meldola	16	336.101	181,50
Mercato Saraceno	2	153.013	71
Modigliana	3	125.485	68
Montiano	1	6.624	5
Mondaino	1	25.000	13
Monte Colombo	1	26.000	7
Montegridolfo	6	102.369	50,50
Portico di Romagna	1	10.640	6
Premilcuore	1	46.405	25
Predappio	5	78.340	37,30
Rimini	6	239.455	119,40
Riccione	1	6.654	4
Rocca S. Casciano	4	132.373	73
Roncofreddo	8	216.302	148,50
Sarsina	1	28.900	16
Savignano sul Rub.	2	48.075	19
Saludecio	2	26.706	10,50
S. Clemente	5	88.599	39
S. Giovanni in Marig.	3	110.869	60,83
Sorbano	2	12.955	9,50
Santarcangelo	3	49.110	19,80
Sogliano al Rubicone	3	116.554	58
Torriana	1	37.936	21
Tredozio	2	65.670	36
Verucchio	1	21.970	12

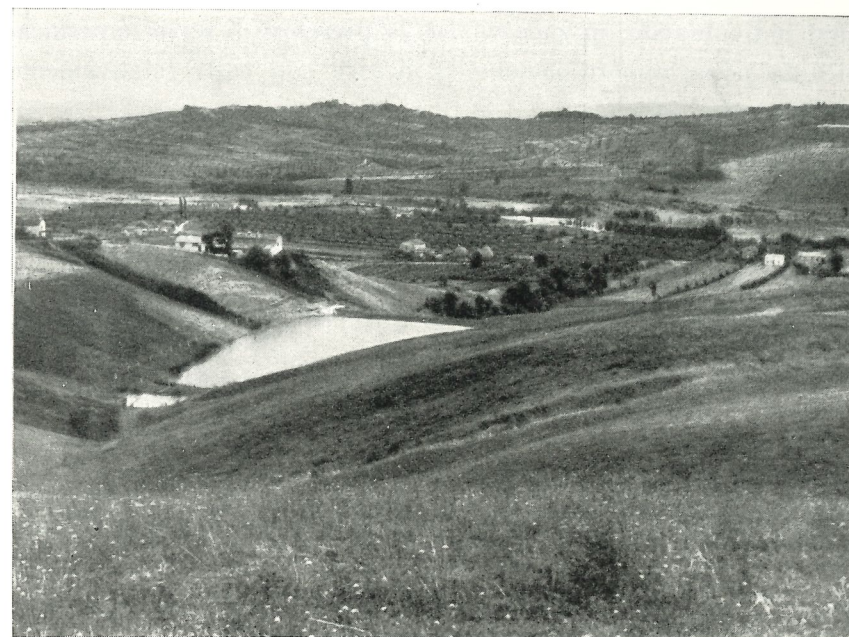


Fig. 35 - Laghetto collinare in Comune di Borghi

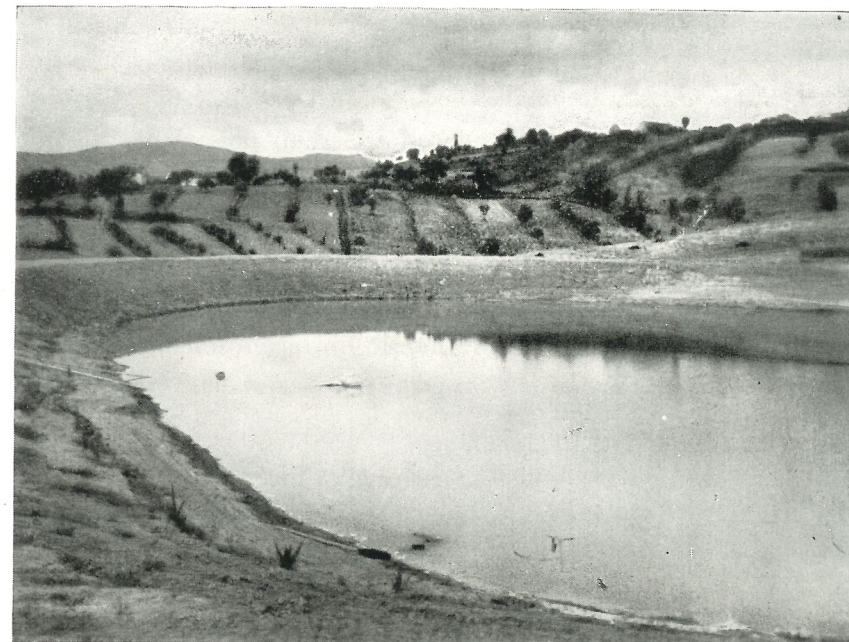


Fig. 36 - Laghetto collinare in comune di Coriano

nirsi individuando, in zone vicine, la presenza di terre impermeabili da poter opportunamente utilizzare con costi relativamente modesti.

Gli smottamenti all'unghia della diga sono meno frequenti dei movimenti franosi nelle pendici bagnate dalle acque dei laghetti. Nel primo caso un drenaggio al piede di valle dello sbarramento oppure una opportuna tecnica costruttiva possono evitare ogni danno.

Riguardo ai movimenti franosi, come pure agli altri inconvenienti legati al complesso dei fattori geomorfologici, si tengono presenti le condizioni, esposte nel primo capitolo, in merito allo studio preliminare.

Il modesto sfruttamento, che talvolta si osserva, dell'acqua disponibile è una conseguenza del mancato adeguamento dell'attività aziendale alle maggiori disponibilità idriche. E' auspicabile che, all'atto della progettazione di un laghetto, sia ben chiarita la utilizzazione delle acque e la loro funzione economica nel rinnovamento della vita aziendale. Una carenza in questo senso del progetto non solo vanifica lo sforzo finanziario richiesto dal lavoro, ma immobilizza capitali che altrimenti, o altrove, potrebbero trovare migliore impiego. E' raccomandabile, per evidenti ragioni di economia, il dimensionamento dell'invaso alle reali possibilità di sfruttamento. E' inutile infatti realizzare un laghetto dove sarebbe bastevole una « pozza ».

Un notevole dislivello può rendere scarsamente economica la utilizzazione delle acque raccolte quando la zona da irrigare si trovi molto al di sopra dell'invaso. E' questo un inconveniente grave che un minimo di attenzione nel progetto può facilmente evitare.

Purtroppo con grande frequenza si possono notare trascuratezze nella manutenzione delle opere e nella sistemazione dei bacini.

Alla luce dell'esperienza fatta le raccomandazioni di carattere generale possono essere le seguenti:

— prestare grande attenzione alla situazione geologica nello studio preliminare;

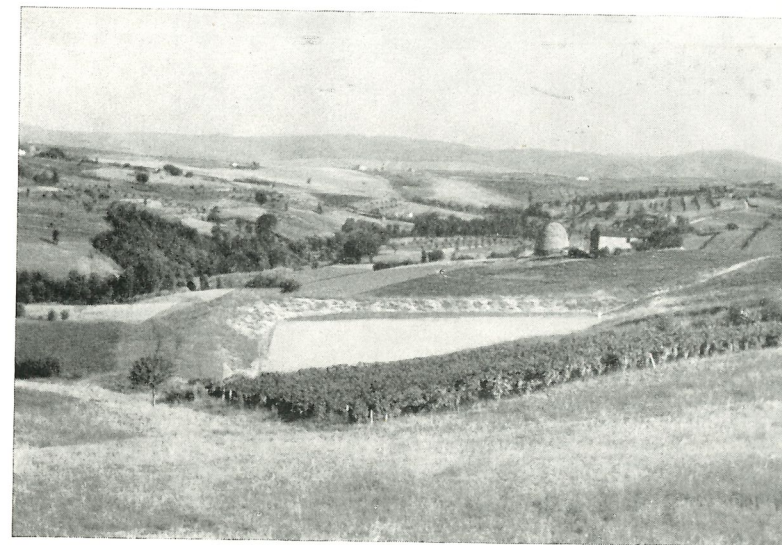


Fig. 37 - Laghetto collinare in Comune di Saludecio

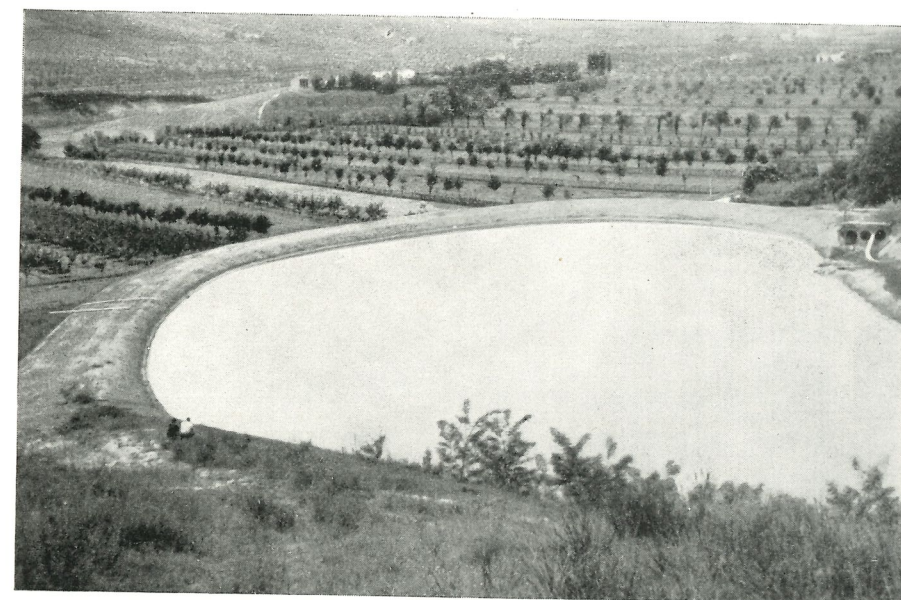


Fig. 38 - Laghetto collinare in Comune di Dovadola

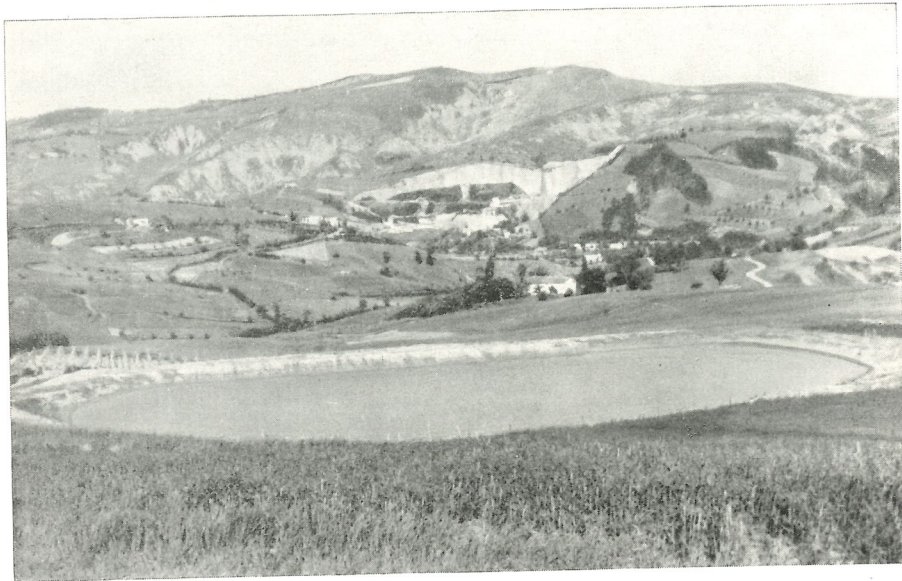


Fig. 39 - Laghetto collinare in Comune di Predappio

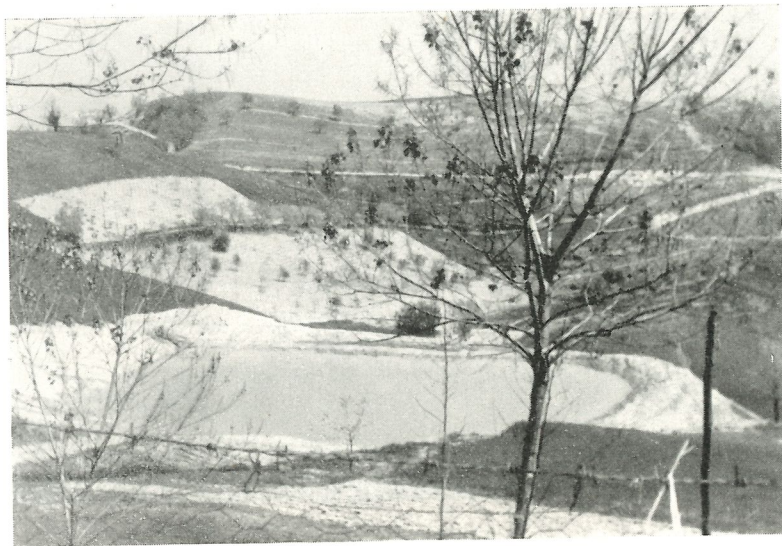


Fig. 40 - Laghetto collinare in Comune di Roncofreddo

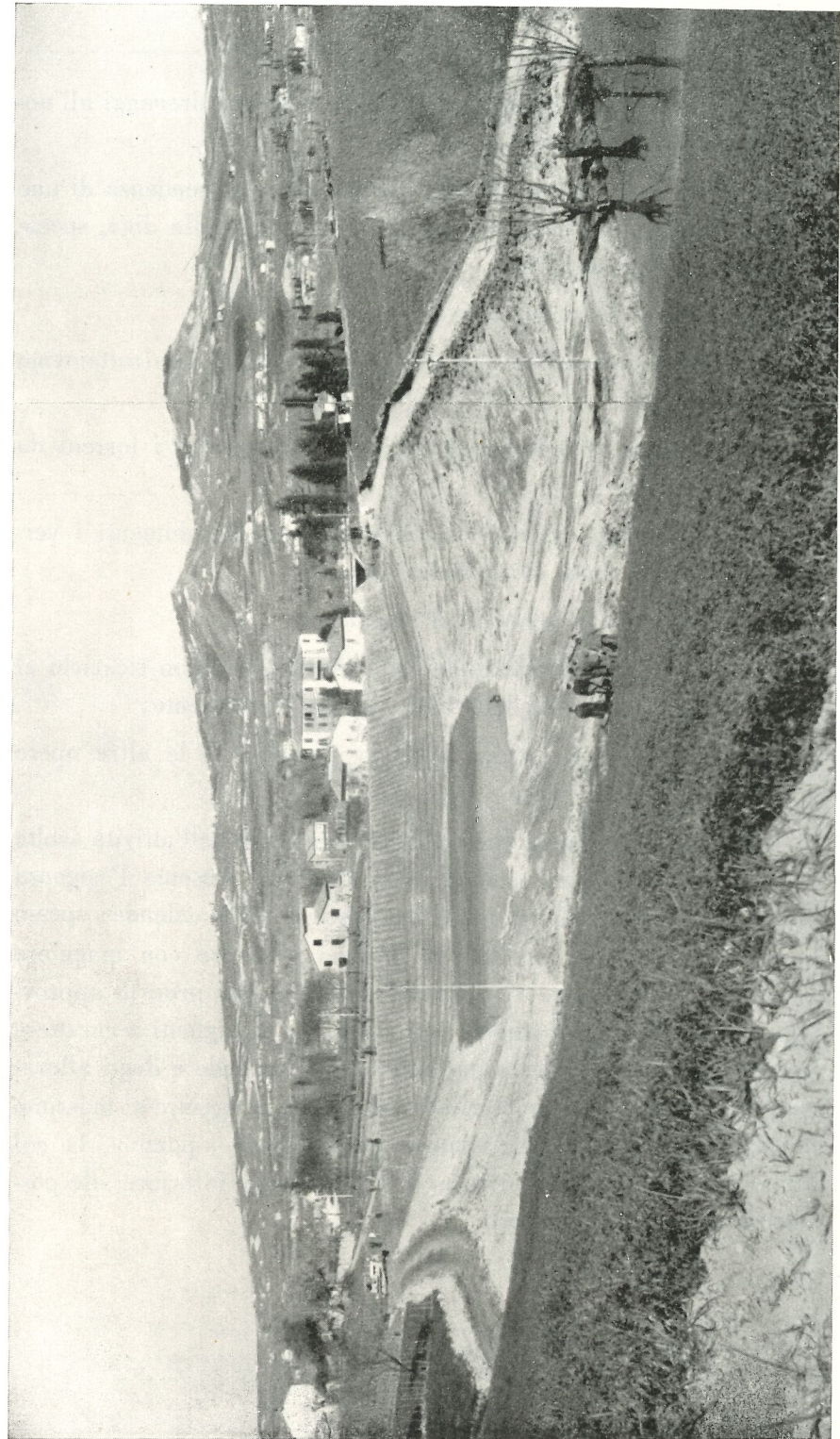


Fig. 41 - Laghetto collinare in Comune di Meldola

— assicurare la stabilità della diga mediante drenaggi all'ungghia dello sbarramento;

— adottare per i paramenti del rilevato una pendenza di uno di altezza su tre di base sia a monte, sia a valle della diga, specie nel caso di terre argillose;

— elevare il franco d'invaso a m. 1,50;

— dimensionare l'invaso alle reali possibilità di sfruttamento dell'azienda;

— limitare al massimo i dislivelli negativi fra i terreni da irrigare e l'invaso;

— proteggere mediante inerbimenti e rimboschimenti i versanti immediatamente sovrastanti l'invaso;

— sistemare in generale il bacino;

— curare la conservazione dello sbarramento con ricarichi al rilevato, con la chiusura delle crepe e con l'inerbimento;

— mantenere in ottimo stato lo sfioratore e le altre opere accessorie.

Nel porre termine a questo breve consuntivo dell'attività svolta nella nostra Provincia sembra opportuno far presente l'esigenza economica e pratica di favorire l'associazione delle aziende: spesso iniziative di carattere collettivo possono risolvere con maggiore facilità e con maggiore economia il problema del proprio approvvigionamento idrico, mediante la costruzione di laghetti a carattere interpodereale. Per la necessità delle piccole aziende e degli allevamenti di bestiame pare consigliabile invece incoraggiare al massimo la realizzazione delle utilissime e poco costose « pozze », la cui diffusione nella nostra Provincia è di gran lunga inferiore alle possibilità e ai vantaggi offerti.

## CONCLUSIONI

In questo lavoro è stato raccolto il frutto delle indagini e degli studi sulle possibilità di sviluppo dei laghetti collinari ed è stato esposto quanto poteva riuscire utile alla corretta realizzazione di queste opere. A questo scopo:

— sono stati indicati, in generale, i caratteri geologici e morfologici, che possono favorire od ostacolare la realizzazione dei laghetti collinari;

— sono stati presi in esame i caratteri litologici di massima della Provincia ed è stata descritta la carta dell'idoneità dei terreni alla realizzazione dei laghetti collinari. Da questa carta, frutto di attente indagini sul terreno, risulta evidente che in circa due terzi della nostra collina e montagna affiorano rocce idonee alla costruzione di queste opere. Ne consegue che in tali zone è possibile provvedere quasi ovunque all'irrigazione e alla abbeverata del bestiame con modesti invasi di facile ubicazione e costruzione;

— sono stati raccolti ed elaborati tutti i dati reperibili sulla piovosità della Provincia di Forlì, tenendo presente la necessità di fornire ogni elemento utile allo studio e alla realizzazione dei laghetti collinari. In particolare sono state riportate: le precipitazioni medie del quarantennio 1921-60; le precipitazioni medie di alcune stazioni con lungo periodo di osservazione; le precipitazioni minime, massime e medie del quarantennio 1921-60; le precipitazioni di massima intensità e di breve durata;

— sono stati esposti i criteri seguiti nell'individuare gli invasi di notevole capacità realizzabili nella fascia pedecollinare della Provincia e sono state descritte ventidue possibili costruzioni, con una capacità complessiva di oltre 9.500.000 metri cubi, destinati

ad irrigare circa 7.000 ettari di pianura. La collina immediatamente a monte del litorale Rimini-Cattolica si è rivelata particolarmente adatta alla costruzione di questi invasi, la cui realizzazione potrebbe risolvere quasi completamente il problema dell'irrigazione della sottostante pianura;

— è stata presa in esame la legislazione in merito alla costruzione, all'esercizio e agli altri problemi connessi alla realizzazione dei laghetti collinari, presentando inoltre un quadro sintetico dei contributi statali usufruibili nella Provincia di Forlì;

— è stato fatto un consuntivo dell'attività svolta nella nostra Provincia in cui sono stati realizzati o sono in corso di realizzazione ben 139 invasi, con una capacità complessiva di 3.400.000 metri cubi, che consentono di irrigare una superficie di 1.800 ettari. La esperienza fatta ha posto inoltre in luce qualche elemento negativo, il cui esame ha permesso di trarre utili indicazioni per le realizzazioni future.

Conclude questo lavoro un'ampia rassegna della bibliografia riguardante il laghetto collinare e la sua realizzazione.

#### ELENCO BIBLIOGRAFICO

- AJÒ G. — Alcuni aspetti della verifica di stabilità delle difese in terra nella costruzione dei laghetti collinari. *Genio Rurale*, Bologna, 1957.
- ALAGNA N. — Problemi tecnici dei laghi collinari. *Sicilia Agricola Forestale*, 1957.
- ALEOTTI A. — Un singolare tipo di impianto pluvirriguo da laghetto artificiale. *Genio Rurale*, Bologna, 1956.
- ANTONIAZZI A. — Rilevamento geologico della zona tra Bagno di Romagna e Castel delci con riferimento alle applicazioni pratiche della geologia. *Bollettino mensile*, Camera Commercio Industria e Agricoltura, Forlì, 1962.
- BALDASSERONI V. — I laghi collinari e il loro possibile sfruttamento idrico. *Lettura all'Accademia dei Georgofili*, 1958.
- BARDELLI U. — Impermeabilizzazione delle dighe e dei laghi artificiali. *Genio Rurale*, Bologna, 1960.
- — La descrizione idrologica della terra in relazione ai laghi artificiali. *Genio Rurale*, Bologna, 1962.
- — Laghetti artificiali impermeabilizzati con materiali bituminosi. *Genio Rurale*, Bologna, 1962.
- — I serbatoi per irrigazione. *Cronache Economiche*, Camera Commercio Industria e Agricoltura, Torino, 1962.
- BELLINCIONI G. — Il progetto e la costruzione dei laghetti artificiali agricoli e la provvista di acqua potabile. Lavagnolo, Torino, 1948.
- — Il lago collinare agricolo. *Le Vie d'Italia*, T.C.I., Milano, 1934.
- — La costruzione del primo lago artificiale ad uso irriguo nell'Italia centrale. *L'Acqua*, 1932.
- BERNARDELLI O. — Il lago artificiale elemento determinante al rinnovamento dell'agricoltura e all'attuazione del piano verde nelle aziende collinari. *Agricoltura Molisana*, Campobasso, 1960.
- BERNARDI R. — Note di geologia applicata nella costruzione del lago collinare. *Georgicon*, Reggio Emilia, 1961.



- BORTOLANI F. — Problemi tecnici nella costruzione dei laghetti collinari in Emilia. *Georgicon*, Reggio Emilia, 1960.
- BULI U. — Generalità geografico-fisiche sui bacini idrografici della Romagna. Principato, Milano, 1952.
- BUSCA M. — I laghetti collinari ad uso irriguo, aspetti giuridici del relativo problema. *Genio Rurale*, Bologna, 1958.
- CAIMO I. — La regimazione dei corsi d'acqua a mezzo di invasi artificiali. *Genio Rurale*, Bologna, 1956.
- CAQUOT et KERISEL — *Traité de Mécanique des Sols*. Gauthiers-Villars, Paris, 1949.
- CASAGRANDE A. — Classification and Identification of Soils. Proc. ASCE, 1947.
- CAVALLI M. — La terra, materiale da costruzione per le dighe. *Genio Rurale*, Bologna, 1959.
- — La costruzione del lago collinare. *Genio Rurale*, Bologna, 1959.
- — La Toscana, culla dei laghi. *Genio Rurale*, Bologna, 1956.
- — Sistemi per la impermeabilizzazione dei piccoli laghi per irrigazione in zone geologiche limitate. *L'Irrigazione*, Verona, 1961.
- CESARINI G. — Quattro anni di laghi con la « Cassa ». *Genio Rurale*, Bologna, 1959.
- CESTELLI GUIDI C. — Meccanica del terreno, fondazioni, opere in terra. Hoepli, Milano, 1957.
- CIAFFI B. — Serbatoi per irrigazione nelle Marche. *Genio Rurale*, Bologna, 1956.
- CONTINI BONACOSSU U. — I primi laghetti, esperienze e suggerimenti. *Genio Rurale*, Bologna, 1956.
- — Laghi collinari coordinati. *Genio Rurale*, Bologna, 1963.
- CREAGER W., HIND J., JUSTIN J. — *Engineering for Dams*. Wiley, New York, 1944.
- DAL PRÀ G. — Un laghetto poderale in alta collina. *Genio Rurale*, Bologna, 1958.
- DE AGAZIO A., TOTI M. — Piccoli invasi destinati all'irrigazione. Generalità tecniche di progettazione e di costruzione. « Association Française pour l'Etude des Irrigations et du Drainage », Comunicazione presentata ai lavori dell'assemblea generale, 1961.
- DEGAN A. — Considerazioni sull'invaso e sulla utilizzazione delle acque dei laghetti. *Genio Rurale*, Bologna, 1956.
- DESIO A. — *Geologia applicata all'ingegneria*. Hoepli, Milano, 1959.
- EVANGELISTI G. — Il calcolo delle piccole dighe in terra. *Genio Rurale*, Bologna, 1959.

- FABIANI R. — *Trattato di geologia*. Istituto Grafico Tiberino, Roma, 1952.
- FAVENZA CERASA M. — Rendimento dei laghetti collinari, prime conclusioni con qualche cifra. *Il Giornale d'Italia Agricolo*, 1960.
- FEDELE F. — Il dimensionamento degli impianti pluvirrigui da laghetto artificiale. *Genio Rurale*, Bologna, 1956.
- FEDERAZIONE ITALIANA DEI CONSORZI AGRARI — I piccoli serbatoi a corona. Piacenza, 1907.
- FIorentini G. — La situazione dei laghetti collinari mentre una nuova procedura ne ostacola l'ulteriore progresso. *Il Giornale di Agricoltura*, Roma, 1962.
- FOLLONI A. — La diffusione degli invasi collinari a scopo irriguo. *L'Informatore Agrario*, Verona, 1962.
- — Facciamo il punto sui laghi in Emilia. *Genio Rurale*, Bologna, 1956.
- — I piccoli serbatoi a corona ed a sbarramento. *L'Avvenire Agricolo*, Parma, 1954.
- FRIEDMAN — *Fertirrigazione e laghi artificiali*. REDA, Roma, 1941.
- GASPARINI M. — Alcuni problemi agronomici dell'irrigazione collinare. *Genio Rurale*, Bologna, 1959.
- GAZZOLO T. — Contributo allo studio dell'idrologia di piccoli invasi a scopo irriguo. Staderini, Roma, 1962.
- GIORGI E. — La trasformazione irrigua collinare nei diversi tipi d'impresa. *Genio Rurale*, Bologna, 1959.
- — Indagine sull'economia dei laghetti collinari in Toscana. Staderini, Roma, 1959.
- GORTANI M. — *Compendio di geologia per Naturalisti e Ingegneri*. Vol. II *Geodinamica esterna (Geologia esogena)*, Udine, 1948.
- KEIL K. — *Dammbau*. Springer, Berlin, 1954.
- LIPPARINI T. — Studio stratigrafico e tettonico della zona di Sogliano al Rubicone. *Bollettino Servizio Geologico d'Italia*, Roma, 1951.
- LIPPI BONCAMBI C. — Considerazioni geolitologiche sugli invasi artificiali in Umbria. *Agricoltura*, Roma, 1962.
- MALLET et PACQUANT — *Les Barrages en Terre*. Eyrolles, Paris, 1951.
- MALVANI G. — Le macchine che fanno i laghetti. *Genio Rurale*, Bologna, 1956.
- MANCINI F. — Osservazioni geologiche e geotecniche sui piccoli laghi con diga in terra. Lettura tenuta all'Accademia dei Georgofili, Firenze 1958.
- MASSACESI A. — Otto anni di lavoro per l'irrigazione della collina italiana. *Genio Rurale*, Bologna, 1959.
- — Il lago collinare nella realtà fisica ed economica della collina italiana. 1° Convegno nazionale sui laghi collinari, Modena, 1955.

- — Acqua per collina. Vallecchi, Roma, 1955.
- — Il problema del lago collinare nei suoi aspetti fondamentali. *Genio Rurale*, Bologna, 1956.
- MAZZOCCHI ALEMANNI N., GIOIA V., LANCIANI E. — Piano regolatore per la utilizzazione irrigua delle acque ombre. OTI, Roma, 1963.
- MEDICI G. — Laghetti collinari per la vita delle nostre colline. *Genio Rurale*, Bologna, 1956.
- MERLA G. — Geologia dell'appennino settentrionale. *Bollettino Società Geologica Italiana*, Pisa, 1952.
- — Essay on the geology of the Northern Apennines. *I giacimenti gessiferi dell'Europa occidentale*, Accademia Nazionale dei Lincei, Roma, 1959.
- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI — Servizio Idrografico Sezione di Bologna:
- — Bollettini Idrografici annate dal 1918 al 1925.
- — Annali Idrologici annate dal 1925 al 1960.
- — Precipitazioni medie mensili ed annue e numero dei giorni piovosi per il trentennio 1921-1950. Istituto Poligrafico dello Stato, Roma, 1956.
- — Precipitazioni massime con durata da uno a cinque giorni consecutivi. Istituto Poligrafico dello Stato, Roma, 1959.
- PAGLIARO F. — Dighe in terra. *Annali dei LL.PP.*, 1929.
- PAMPALONI E. — Laghetti in Sardegna. *Genio Rurale*, Bologna, 1956.
- PESA A. — Il lago collinare nella economia agricola prealpina. *Genio Rurale*, Bologna, 1956.
- PETRONIO L. — I laghi artificiali in Calabria. *Genio Rurale*, Bologna, 1956.
- POSTA et LONDE — Les Barrages en Terre compactée. Gauthiers-Villars, Paris, 1953.
- PRINCIPI P. — Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000 - Fogli di Città di Castello e Mercato Saraceno. *R. Ufficio Geologico*, Roma, 1939.
- — Foglio 108 (Mercato Saraceno) della carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000 *R. Ufficio Geologico*, Roma, 1939.
- PROCCACINI F. — Con i laghetti scavati i conti tornano se si può irrigare a pressione naturale. *Il Giornale d'Italia Agricolo*, 1960.
- PROCTOR R. R. — Four Articles on the Design and Construction of Rolled Earth Dams. *Eng. News-Record*, vol. 111, 1933.
- ROVERI E., ZANZUCCHI G. — Alcune considerazioni geotecniche sulle dighe in terra. *Parma Economica*, Camera Commercio Industria e Agricoltura, Parma, 1962.
- RUGGERO O. — Il lago collinare per uso agricolo e la regolazione dei deflussi

- in bacini di collina. «1° Convegno nazionale sui laghetti collinari», Modena, 1955.
- RUGGIERI G. — Geologia e stratigrafia della sommità del terziario a Castrocaro (Forlì). *Giornale di Geologia*, Bologna, 1957.
- — Gli esotici neogenici della colata gravitativa della Val Marecchia. *Appennino Romagnolo*, Lavori Istituto di Geologia di Palermo, 1958.
- — La serie marina pliocenica e quaternaria della Romagna. Camera Commercio Industria e Agricoltura, Forlì, 1962.
- SACCO F. — Foglio 100 e 101 (Forlì e Rimini) della carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000. *R. Ufficio Geologico*, Firenze, 1935.
- — Foglio 107 (Monte Falterona) della carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000. *R. Ufficio Geologico*, Roma, 1940.
- — Foglio 99 (Faenza) della carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000. *R. Ufficio Geologico*, Firenze, 1935.
- — Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000. Fogli di Imola, Faenza, Forlì e Rimini, costituenti l'Appennino della Romagna. *R. Ufficio Geologico*, Roma, 1937.
- — Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000. Fogli di Pesaro e Senigallia. *R. Ufficio Geologico*, Roma, 1937.
- SACCO F., BONARELLI G. — Foglio 109 (Pesaro) della carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000. *R. Ufficio Geologico*, Roma, 1935.
- SCALINI P. — Laghetti collinari: opere di bonifica di competenza privata o di competenza statale?. *Genio Rurale*, Bologna, 1960.
- SCAVONE G. — Laghetti collinari in Sicilia. *Genio Rurale*, Bologna, 1956.
- — Siccità e laghetti collinari in Sicilia. *Agrumi*, Palermo, 1962.
- SIGNORINI R. — Il lembo di ricoprimento del Monte Fumaiolo nell'Appennino Romagnolo. *Atti Accademia Nazionale dei Lincei*, Roma, 1946.
- — Il lembo di ricoprimento del Monte Comero e del Carnaio nell'Appennino Romagnolo. *Atti Accademia Nazionale dei Lincei*, Roma, 1946.
- SQUADRONI G. — Soddisfazione per i laghetti in Umbria. *Genio Rurale*, Bologna, 1956.
- — I laghetti in Umbria. *Genio Rurale*, Bologna, 1956.
- SUPPINI A. — Il lago collinare: un esempio di progettazione. *Genio Rurale*, Bologna, 1956.
- TAYLOR — Fundamentals of Soil Mechanics. John Wiley and Sons, New York, 1948.
- TERZAGHI K. — Mecanique Theorique des Sols. Dunod, Paris, 1951.
- TERZAGHI K., PECK R. B. — Mecanique des Sols Appliquée. Dunod, Paris, 1961.

- TOFANI M. — Studi sull'economia dei laghetti collinari.  
— — L'irrigazione con le acque dei laghi collinari. *Genio Rurale*, Bologna, 1955.  
— — Tendenze attuali nell'economia dei laghetti collinari. *Genio Rurale*, Bologna, 1956.
- TULLINI A. — Come ho pensato al laghetto artificiale. *Genio Rurale*, Bologna, 1956.
- UFFICIO NAZIONALE LAGHI — Consuntivo delle opere eseguite. *Genio Rurale*, Bologna, 1959.  
— — Progetto tipo di lago collinare. *Genio Rurale*, Bologna, 1959.  
— — Provvidenze e norme giuridiche per i laghi collinari. *Genio Rurale*, Bologna, 1959.
- VENZO G. — La geologia dei dintorni di Bertinoro (Forlì). *Giornale di Geologia*, Bologna, 1952.
- ZANCHERI P. — La Provincia di Forlì nei suoi aspetti naturali. Camera Commercio Industria e Agricoltura, Forlì, 1961.
- ZANCHERI S. — Bibliografia scientifica della Romagna. Lega, Faenza, 1959.
- ZILIERI DAL VERME C. — Sul problema economico dei laghetti artificiali a scopo irriguo. *Genio Rurale*, Bologna, 1956.
- WILLIAM P., CREAGER et AL. — Engineering for Dams. John Wiley e Sons, New York, 1945.

## I N D I C E

Presentazione . . . . . Pag. 3

A. Antoniazzi

Cap. I - Il laghetto collinare e la geomorfologia

- generalità . . . . .	» 7
- indagine geologica . . . . .	» 9
- bacino imbrifero . . . . .	» 11
- zona d'invaso . . . . .	» 17
- zona di assise della diga . . . . .	» 18
- terre per le dighe . . . . .	» 20

A. Antoniazzi

Cap. II - I caratteri litologici della provincia e la carta dell'idoneità  
dei terreni alla realizzazione dei laghetti collinari

- generalità . . . . .	» 27
- la carta litologica di massima . . . . .	» 30
- alluvioni . . . . .	» 32
- alternanze di arenarie e di marne . . . . .	» 34
- argille . . . . .	» 36
- molasse . . . . .	» 36
- argille scagliose . . . . .	» 39
- calcari . . . . .	» 39
- la carta dell'idoneità dei terreni . . . . .	» 40
- terreni non idonei . . . . .	» 40
- terreni mediocrementemente idonei . . . . .	» 45
- terreni generalmente idonei . . . . .	» 46

## A. Antoniazzi - V. Proli

## Cap. III - Le piogge e il laghetto collinare

- dati utilizzati . . . . .	Pag. 51
- le piogge . . . . .	» 51
- distribuzione delle piogge . . . . .	» 56
- i deflussi . . . . .	» 58
- esempi di calcolo . . . . .	» 59
- calcolo della disponibilità idrica . . . . .	» 60
- calcolo della portata massima allo sfioratore . . . . .	» 60

## A. Antoniazzi - V. Proli

Cap. IV - Laghetti collinari di notevole capacità realizzabili nella fascia pedecollinare della provincia . . . . .	» 77
---	------

## F. Jonta

Cap. V - Il laghetto collinare e la legislazione . . . . .	» 91
--	------

## A. Spanu

Cap. VI - I laghetti collinari realizzati nella provincia . . . . .	» 101
Conclusioni . . . . .	» 117
Elenco bibliografico . . . . .	» 121

*Finito di stampare nel mese di Agosto 1964  
col tipi della Tipografia Moderna F.lli Zauli  
Castrocaro Terme (Forlì)*