

RISORSE IDRICHE

Carlo F. Boni

Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Roma

Attuali condizioni di utilizzazione

Nei capitoli precedenti si è trattato delle acque sotterranee e sorgive e di quelle di superficie; si vuole ora sintetizzare brevemente i dati raccolti per fornire un quadro che illustri le attuali condizioni di utilizzazione delle risorse idriche disponibili e le possibilità di reperire nuove fonti di approvvigionamento per il futuro.

La disponibilità di acque di superficie — comprese quelle sorgive e la parte proveniente dal bacino del Fucino — è sintetizzata nella fig. 140, dove vengono riportate in grafico le durate medie delle portate dei due corsi d'acqua principali, calcolate su 25 anni di osservazioni.

Il Liri a Sora, e quindi a monte della confluenza con il Fibreno, ha una portata molto variabile durante il corso dell'anno; trascurando le punte di massima piena, che hanno durate brevissime e vengono descritte e analizzate nel capitolo sulle acque di superficie, il fiume per 125 gg/anno ha portate comprese fra 70 e 20 m³/sec; per 150 gg/anno fra 20 e 10 m³/sec; nei rimanenti 90 giorni la portata è inferiore a 10 m³/sec che si riducono, in media, a meno di 7 nel mese più secco, con minime assolute di 3 m³/sec. Il Fibreno ha un regime molto più regolare: solo per 5 gg/anno la portata supera 17 m³/sec e per 30 gg/anno 15 m³/sec; per 170 giorni è compresa fra 15 e 10 m³/sec; nei rimanenti 165 giorni fa registrare valori compresi tra 10 e 7 m³/sec, che per oltre un mese dell'anno sono superiori a quelli del Liri a Sora.

La portata del Liri relativa a Villa Correa, dopo la confluenza con il Fibreno, è ovviamente la somma delle precedenti.

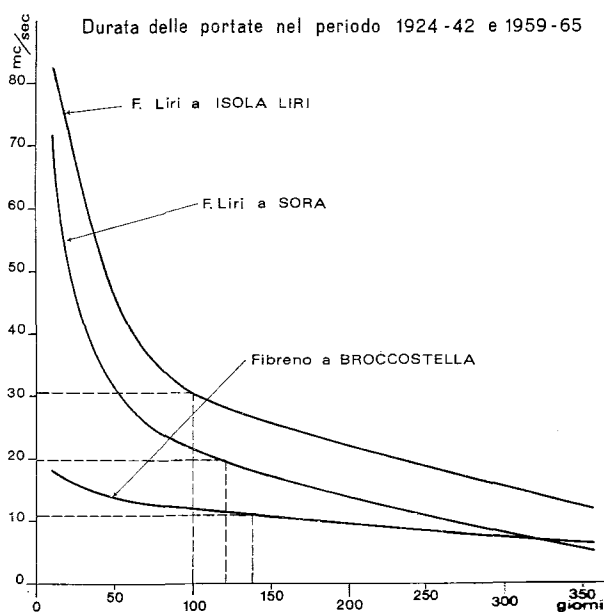


FIG. 140 — Sono indicate a tratteggio le portate medie annue e le rispettive durate; è inoltre possibile ricavare dal grafico per quanti giorni in media ogni anno si può disporre di una determinata portata. Risulta chiaramente che il regime del Fibreno è molto più regolare di quello del Liri.

— Discharges duration of Liri and Fibreno Rivers during 1924-1942 and 1959-1965 periods. Annual average discharges and their respective durations are dashed; moreover it is possible to establish for how many days averagely, each year, it is possible to have a determined discharge. It clearly appears that Fibreno regimen is much more regular than Liri one.

Si conosce bene anche la disponibilità idrica a monte di Sora, dove da molti anni le centrali idroelettriche distribuite lungo la valle controllano periodicamente la portata utilizzabile. Nella seguente tabella n° 74 figurano le portate mensili, mediate tra il 1960 e il 1968, misurate alle centrali di Canistro, Morino e Balsorano.

suo corso per la produzione di energia idroelettrica e soddisfa il fabbisogno idrico di numerosi stabilimenti industriali; non si dispone di dati ufficiali al riguardo, ma da informazioni raccolte risulta che le sole derivazioni extra forza idraulica raggiungono i 2 m³/sec e servono soprattutto l'industria cartaria. Si può infine osservare, circa la qualità delle risorse

TABELLA 74

	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
CANISTRO (Sorgenti del Liri)	1,30	1,09	1,51	1,70	1,53	1,00	0,73	0,51	0,52	0,66	1,19	1,51
MORINO (Liri a Canistro più Fucino)	15,69	15,02	14,90	13,26	11,99	7,94	5,30	4,76	6,78	8,84	12,93	16,17
BALSORANO (Liri a Morino più Torrente Lo Schioppo)	22,47	22,06	21,97	18,88	16,31	11,43	8,03	7,10	9,28	11,74	18,43	23,45

PORTATE MEDIE IN M³/SEC MISURATE AGLI IMPIANTI IDROELETTRICI NEL PERIODO 1960-68
AVERAGE DISCHARGES IN M³/SEC MEASURED AT HYDROELECTRIC PLANTS IN 1960-1968 PERIOD

Questi valori sono comprensivi della parte di acque sorgive captata per uso idroelettrico (Liri e Zompo lo Schioppo), del contributo proveniente dal bacino del Fucino - attraverso la centrale idroelettrica di Colle Pratofranco e l'emissario Claudio - e di una parte delle acque di scorrimento superficiale. I dati più significativi sono relativi al periodo estivo, quando gli afflussi meteorici sono scarsi e lo scorrimento superficiale è sostanzialmente alimentato dalle « Riserve regolatrici » immagazzinate nel bacino idrogeologico durante i mesi invernali e primaverili.

Fino a Balsorano il fiume Liri viene completamente utilizzato per la produzione di energia elettrica (cfr. anche « Acque di superficie »). A valle di Balsorano tutte le acque tornano al fiume che le porta, attraverso Sora e la pianura che si estende a Ovest della città, fino alla zona industriale di S. Domenico; in questo tratto le acque del fiume vengono utilizzate per l'irrigazione della vasta area agricola che occupa la Conca di Sora. Una diga mobile che si trova in località S. Francesco deriva in estate circa 2 m³/sec che vengono distribuiti da una rete di canali artificiali di irrigazione.

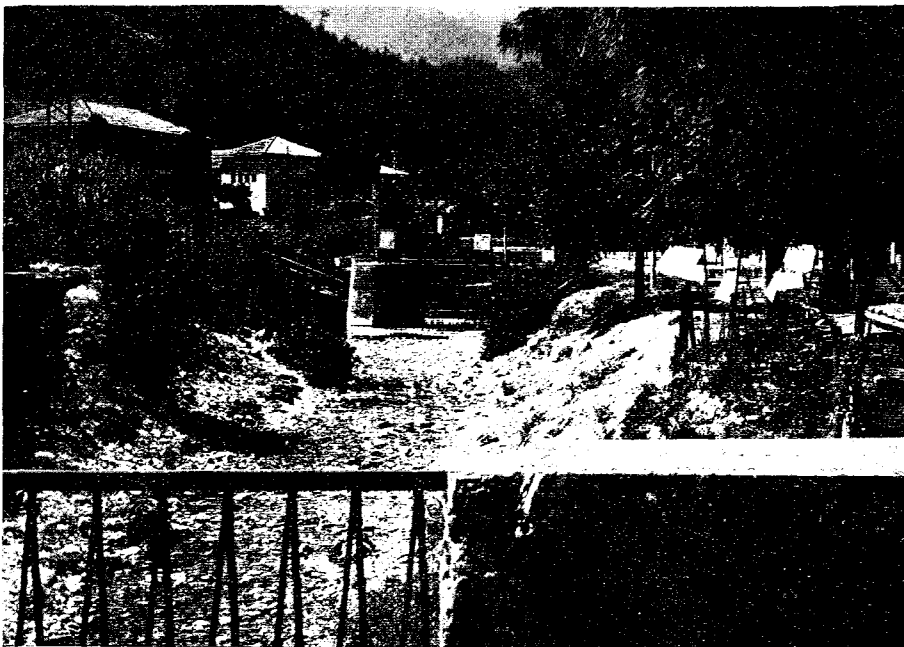
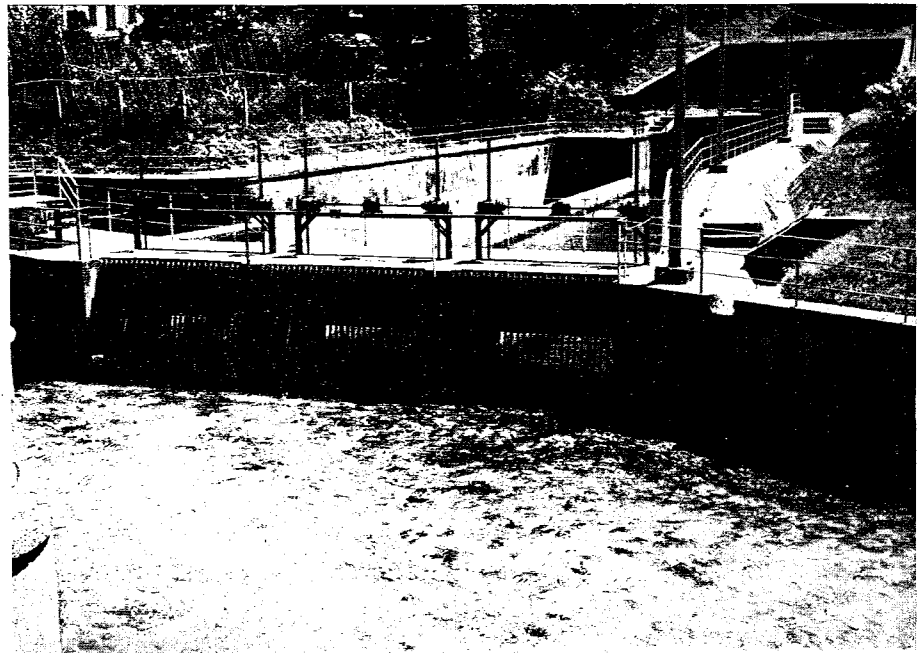
A valle di S. Domenico, dopo la confluenza con il Fibreno, le acque del fiume vengono utilizzate soprattutto dall'industria della carta, sia per produrre energia elettrica che per il fabbisogno industriale. Anche il Fibreno viene utilizzato lungo il

idriche e la convenienza del loro impiego industriale, che le acque del Liri a monte della confluenza con il Fibreno hanno una durezza inferiore a 22° francesi, mentre quelle del Fibreno superano i 32° (cfr. lo schema sulla Carta Idrogeologica e il capitolo sui caratteri chimico-fisici delle acque); il Liri però trasporta materiale in sospensione (cfr. ANGELUCCI, BERNARDINI e CERCATO) mentre il Fibreno è praticamente privo di trasporto torbido, ma viene localmente inquinato da acque di scarico industriale.

Conviene ora analizzare separatamente la situazione delle acque sorgive: il gruppo di sorgenti concentrato nel settore nord-occidentale del bacino, tra Cappadocia e Morino, eroga approssimativamente 100 milioni di m³/anno, pari a circa 3 m³/sec; le sorgenti del settore sud-orientale, presso il lago Fibreno, erogano oltre 300 milioni di m³/anno pari a circa 10 m³/sec; le altre sorgenti minori, ad eccezione di quelle di Val S. Pietro, hanno solo interesse locale.

Nel settore nord-occidentale le due principali sorgenti sono utilizzate quasi interamente dall'industria idroelettrica (sorgenti del Liri: circa 35 milioni m³/anno; Zompo lo Schioppo: circa 45 milioni m³/anno); non essendoci problemi di inquinamento le acque vengono captate quando già scorrono in superficie, immediatamente a valle delle sorgenti. Recentemente una parte delle acque

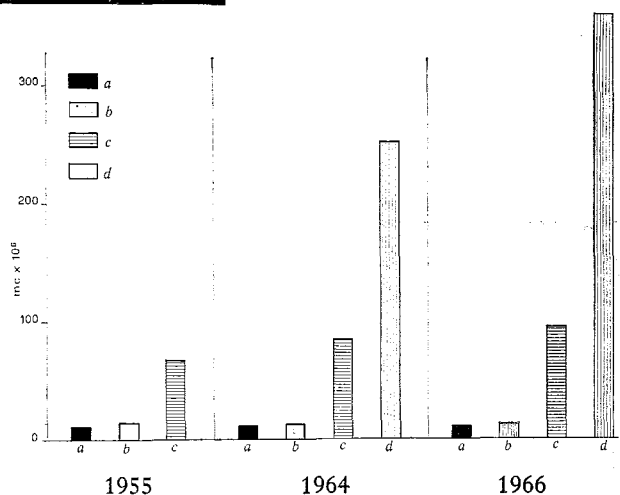
FIG. 141 — Torrente Lo Schioppo a Morino. In periodo estivo la portata del torrente, che raramente scende sotto $1 \text{ m}^3/\text{sec}$, viene quasi totalmente derivata in condotta verso la centrale idroelettrica di Balsorano; nelle due fotografie si vede il torrente a monte e a valle della derivazione. Le acque superficiali nell'Alto Liri vengono utilizzate dall'industria idroelettrica; a valle di Sora dall'agricoltura e dall'industria cartaria.



— Lo Schioppo Creek at Morino. In Summer the creek discharge, which rarely is lower than $1 \text{ m}^3/\text{sec}$, is almost completely pipe diverted toward Balsorano hydroelectric power plant. The photos show the creek upstream and downstream the diversion plant. Water of the Upper Liri River is used by hydroelectric industry; downstream of Sora by agriculture and by paper industry.

FIG. 142 — Utilizzazione delle acque sorgive del bacino del Liri negli anni 1955, 1964, 1966. In ordinate i valori della portata in milioni di m^3/anno . *a*: non captata alla sorgente; *b*: acquedotti; *c*: impianti idroelettrici; *d*: Sorgenti del Fibreno non captate (mancano i dati relativi al 1955). Sono attualmente in progetto e in esecuzione opere per utilizzare parte delle acque sorgive del Fibreno; la disponibilità idrica rimane tuttavia ancora notevole.

— Utilization of Liri basin spring water in 1955, 1964 and 1966. On ordinates: discharge values in millions m^3/year *a*: not caught at the spring; *b*: aqueducts; *c*: hydroelectric plant; *d*: not caught Fibreno Springs (no data available for 1955). Catchment works to utilize partially Fibreno spring water are presently under project and under execution; however water available is still remarkable.



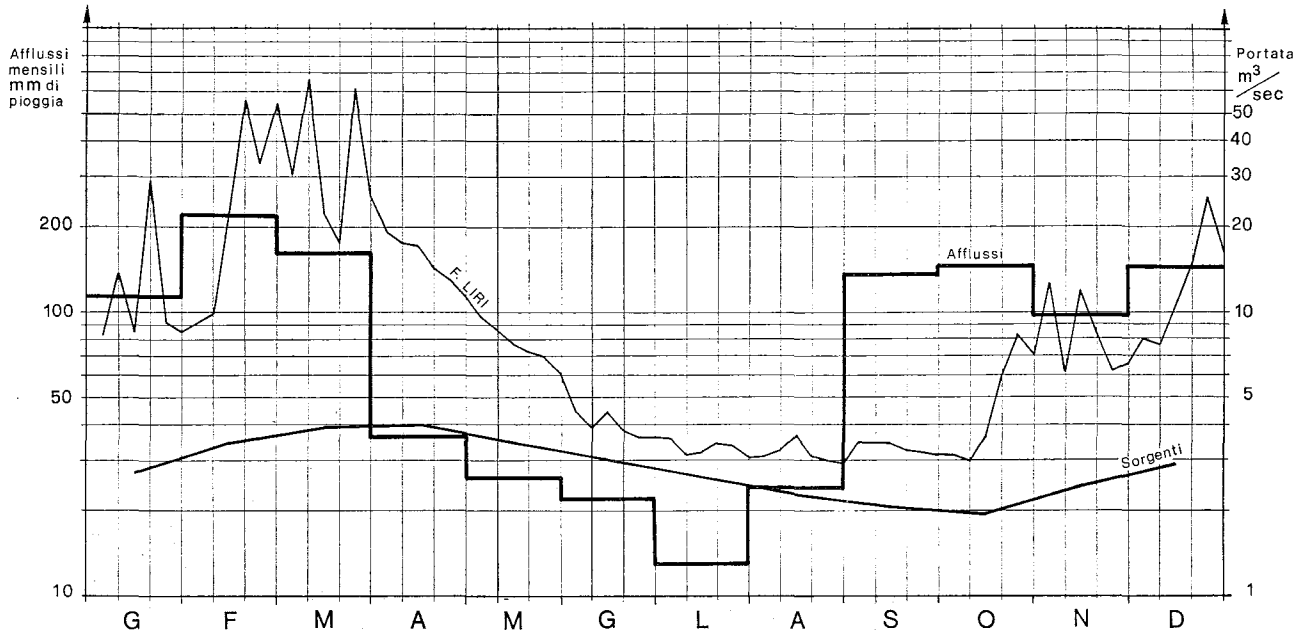


FIG. 143 — Confronto fra la portata del Fiume Liri e delle principali sorgenti che si trovano a monte di Sora, nel 1955. In scala logaritmica: sulla sinistra gli afflussi meteorici mensili, sulla destra le portate. In tale anno gli afflussi furono relativamente scarsi e raggiunsero minimi marcati in estate; le piogge autunnali vennero assorbite quasi interamente dal bacino che si trovava in fase di avanzato esaurimento ($3 \text{ m}^3/\text{sec}$) e le portate di conseguenza non fecero registrare notevoli incrementi fino ad ottobre. La portata del Liri raggiunse valori massimi in febbraio-marzo, quella delle sorgenti in aprile; a causa degli scarsi afflussi meteorici la portata di magra del fiume fu di poco superiore a quella delle sorgenti. — Comparison between Liri discharge and the main spring one upstream of Sora, in 1955. At logarithmic scale: on the left are shown the meteoric inflows (by month); on the right the river and spring discharges. In 1955, inflows were relatively weak and reached remarkable minima in Summer; autumn rains were almost completely absorbed by the basin which was in advanced stage of recession ($3 \text{ m}^3/\text{sec}$); consequently the discharges did not show remarkable increases until October. Liri discharge reached maximum values in February-March, springs one in April; due to the weak meteoric inflows, the river minimum discharge was slightly higher than the springs one.

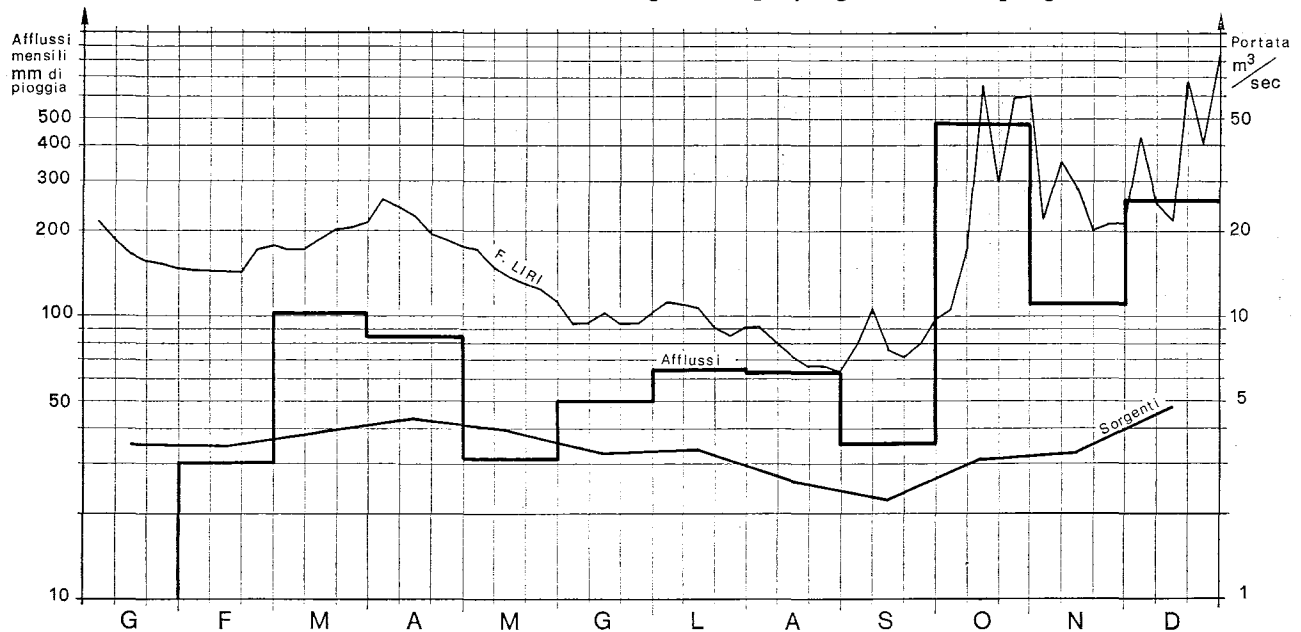


FIG. 144 — Confronto fra la portata del Fiume Liri e delle principali sorgenti che si trovano a monte di Sora, nel 1964. In scala logaritmica: sulla sinistra afflussi meteorici mensili, sulla destra le portate. Nel 1964 le piogge furono bene distribuite durante l'anno e la portata del fiume abbastanza regolare. Le abbondanti e frequenti piogge estive conservarono la portata del Liri a livelli molto superiori a quelli raggiunti dalle sorgenti, a differenza di quanto si è visto nel 1955. Ad afflussi ben distribuiti ha corrisposto anche un regime più regolare delle sorgenti. Alle piogge autunnali, che trovarono il bacino già parzialmente saturato dalle precipitazioni estive, seguirono rapidi incrementi di portata. — Comparison between Liri discharge and the main springs one upstream of Sora, in 1964. At logarithmic scale: on the left are shown the meteoric inflows (by month); on the right the river and spring discharges. In 1964, rain was well distributed over the year and the river discharge was rather regular. Summer inflows which were abundant and frequent, kept Liri discharge much higher than the springs one, unlike what happened in 1955. If the inflows are well distributed also the spring regimen is more regular. Autumn rains caused rapid discharge increase because the basin was already partially saturated by Summer rains.

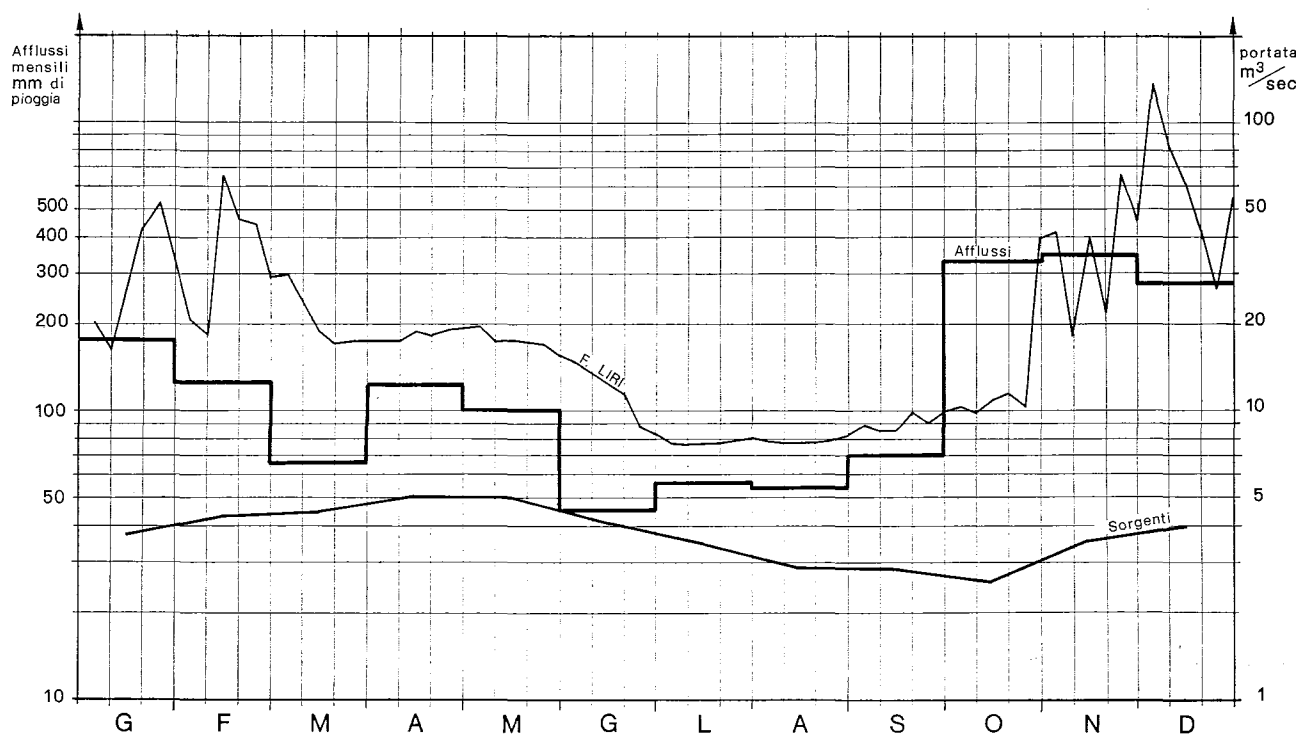


FIG. 145 — Confronto fra la portata del Fiume Liri e delle principali sorgenti che si trovano a monte di Sora, nel 1966. In scala logaritmica: a sinistra gli afflussi mensili, a destra le portate. Nel 1966 il regime del fiume e delle sorgenti ha seguito regolarmente quello delle precipitazioni: le piogge estive non sono scese, in media, sotto valori di 50 mm/mese; la portata di magra del Liri si è mantenuta sopra 7,5 m³/sec e quella delle sorgenti vicina a 3 m³/sec. Negli anni di particolare siccità estiva (1955) si raggiungono per le sorgenti valori di 2 m³/sec.

— Comparison between Liri discharge and the main springs one upstream of Sora, in 1966. At logarithmic scale: on the left are shown the meteoric inflows (by month); on the right the river and spring discharges. In 1966, the river and springs regimen regularly followed the inflows one: Summer rain was not lower than, averagely, 50 mm/month; Liri minimum discharge kept higher than 7.5 m³/sec and springs one about 3 m³/sec. During the years of marked dry summer (1955) springs values lower to 2 m³/sec.

di queste sorgenti è stata destinata ad uso potabile: ad Acqualozzi è stata costruita una nuova opera di presa per l'acquedotto di Pantanecce (fig. 109) mentre alle Sorgenti del Liri (fig. 97), da informazioni raccolte, risulta in costruzione una centrale di sollevamento per potenziare l'acquedotto di Verrecchie, che dai pressi di Cappadocia si spinge fino a Rieti; non si dispone tuttavia di dati precisi sull'entità della derivazione. Le altre principali sorgenti del versante nord-occidentale, che erogano complessivamente 15 milioni di m³/anno, sono captate da acquedotti che servono centri abitati all'interno e all'esterno del bacino. Finora inutilizzata è la grande sorgente della Sponga, la cui portata di magra non dovrebbe scendere sotto i 300 l/sec; mancano tuttavia sufficienti dati per una precisa valutazione (fig. 107). Sul versante sinistro a monte di Sora, le sorgenti di Val S. Pietro (fig. 119) servono l'acquedotto omonimo che alimenta Sora e numerosi altri centri minori; la loro portata è tuttavia oggi nettamente insufficiente per coprire le crescenti necessità.

Le sorgenti del Fibreno, che erogano in media 10 m³/sec di acqua potabile con medie minime di 7 m³/sec, sono state fino a poco tempo addietro praticamente inutilizzate. Negli ultimi anni, da parte degli Enti competenti è stata presa in considerazione anche questa enorme fonte di approvvigionamento idrico e sono attualmente in progetto e in esecuzione numerose iniziative che sicuramente potranno risolvere l'annoso problema della carenza di acqua potabile, perché partono da una disponibilità molto superiore al fabbisogno; sotto il profilo tecnico le difficoltà possono infatti riguardare la captazione e la distribuzione, ma non il reperimento delle fonti.

Le condizioni di utilizzazione delle acque sorgive sono sintetizzate in fig. 142, dove vengono riportati i dati relativi al 1955-64-66. Appare evidente che esistono ancora enormi possibilità, soprattutto per soddisfare la sempre crescente richiesta di acqua potabile. Nelle figure 143, 144 e 145 si mettono in relazione le portate del Liri e quelle delle sorgenti poste a monte di Sora con gli afflussi meteorici.

L'utilizzazione delle falde sotterranee è ancora a livello artigianale; solo nella piana di Sora sono stati recentemente costruiti i primi pozzi industriali che utilizzano la falda dei travertini lacustri. Per la grande difficoltà incontrata nel raccogliere informazioni degne di fede mancano ancora dati quantitativi sufficienti per valutare le condizioni di sfruttamento; si può tuttavia ritenere, in prima approssimazione, che la falda non sia ancora utilizzata al pieno delle sue possibilità.

Possibilità future

La disponibilità di acque superficiali si può ovviamente incrementare con la costruzione di bacini di ritenuta. È da qualche tempo allo studio, presso Capistrello, una diga con capacità di circa

10 milioni di m^3 (fig. 146); un secondo sbarramento può essere studiato presso Canistro fra colle Capranica e Colle Canistrello, lungo il torrente che scende dalla Sorgente della Sponga dove le condizioni geologiche sembrano, in prima approssimazione, favorevoli, sebbene manchino dati sufficienti per una formulazione definitiva del problema: anche lungo il fondovalle, qualora si prospetti la necessità, si può esaminare la possibilità e la convenienza di costruire bacini artificiali. Va tuttavia detto esplicitamente che il delicato problema della costruzione di bacini di ritenuta non può essere trattato in questo lavoro a carattere generale, nemmeno per la parte che interessa strettamente l'idrogeologia; si forniscono infatti molti dati significativi e preliminari che possono suggerire una scelta, ma non certo prospettare la soluzione del problema,



FIG. 146 — Gole di Pescocanale viste dalla S.S. n° 82, km 15; sullo sfondo Capistrello. Solo in questo breve tratto, lungo circa 1 km, il Liri attraversa terreni calcarei permeabili del Cretacico superiore che appaiono profondamente incisi; è allo studio in questa zona un bacino di ritenuta ad uso idroelettrico con una capacità di circa 10 milioni di m^3 . Nell'aprile del 1969, quando è stata fatta la fotografia, nell'alveo scorrevano poche centinaia di l/sec.

— Pescocanale Gorges, seen from S.S. 82, km. 15; on the background is Capistrello. Only for about 1 km, near Pescocanale, the Liri River flows on Upper Cretaceous limestone which is deeply eroded. A dam (capacity: 10 millions m^3) is under project in this area. In April 1969, when the photo has been shot, the river discharge was only few hundreds l/sec.

che deve essere legata ad una analisi diretta e specifica ben più approfondita, alla scala opportuna.

La situazione delle acque sorgive è stata precedentemente illustrata; nella descrizione delle principali sorgenti del versante nord-occidentale si è più volte insistito sulla opportunità di captare le «sorgenti geologiche» piuttosto che le sorgenti reali che sgorgano al piede della copertura recente. Si otterrebbero in questo modo alcuni sostanziali benefici: si eviterebbero le possibilità di inquinamento; si avrebbe a disposizione l'acqua ad una quota più elevata, in modo da renderne più facile la distribuzione; si aumenterebbe in molti casi la portata, evitando le perdite laterali. Va ancora aggiunto che un recente studio*, fatto proprio sulle sorgenti del settore nord-occidentale del bacino, prospetta la possibilità di sperimentare un semplice sistema di presa che potrebbe regolare il regime delle sorgenti in modo da diminuire la portata di piena e aumentare quella di magra, facendo ricorso alle cospicue «Riserve permanenti» del bacino che sono oggi completamente inutilizzate.

Le Sorgenti del Fibreno sono la fonte di approvvigionamento idrico più grande e sicura esistente nel bacino, che offre ancora notevoli possibilità di utilizzazione. Non si conoscono con precisione le portate che saranno derivate dalle opere in progetto e in costruzione o appena ultimate, ma si è certamente ancora molto lontani dai valori della portata di magra, che in media si può considerare di $7 \text{ m}^3/\text{sec}$. Un grosso problema nella utilizzazione delle acque del Fibreno può derivare dalle difficoltà di captazione, che si potrebbero meglio valutare studiando la posizione precisa delle principali sorgenti poste sul fondo del lago: qualche notizia al riguardo si è data nel capitolo che tratta delle acque sorgive, ma in caso fossero necessarie ulteriori derivazioni sarebbe opportuno studiare in maggiore dettaglio anche questo aspetto.

La possibilità di utilizzare falde sotterranee a mezzo di pozzi profondi è sostanzialmente limitata alla Conca di Sora. In tutta l'area di affioramento del complesso argilloso-arenaceo si può escludere a priori la possibilità di reperire a profondità convenienti falde profonde capaci di erogare portate apprezzabili. Sotto la piana di Sora la falda dei travertini lacustri è attualmente emunta da pochi pozzi che erogano $25 \text{ l}/\text{sec}$; è possibile e conveniente

studiare un razionale piano di utilizzazione che accerti innanzitutto lo sfruttamento ottimale della falda; è necessario inoltre predisporre le necessarie misure di protezione da possibili inquinamenti, dovuti a pozzi di scarico industriale, e controllare la costruzione di nuovi impianti che, se disposti irrazionalmente, porterebbero in breve tempo all'esaurimento delle risorse, che si possono conservare solo se razionalmente utilizzate.

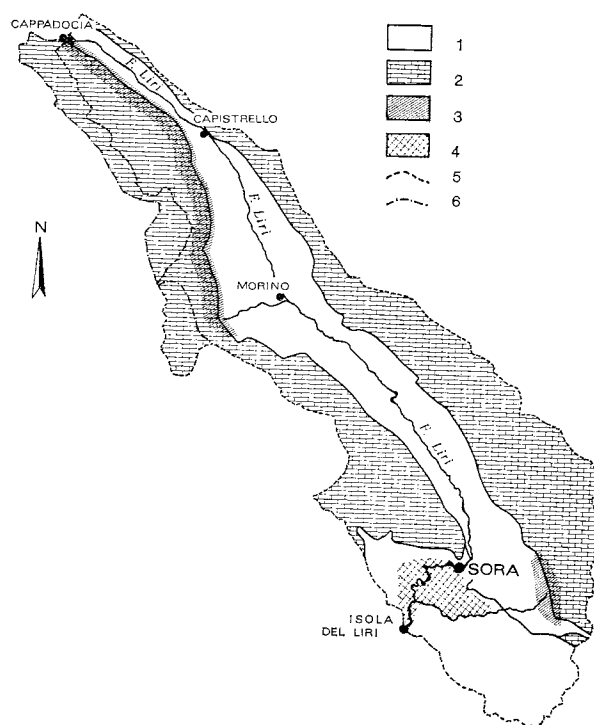


FIG. 147 — Schema della disponibilità idrica. 1) Area di affioramento del complesso argilloso arenaceo e dei terreni fluvio-lacustri; in queste zone non risulta conveniente procedere a ulteriori ricerche per il reperimento di nuove apprezzabili fonti di approvvigionamento. Vi sono solo possibilità di risolvere problemi strettamente locali; 2) strutture carbonatiche; 3) area dove è possibile una ulteriore utilizzazione delle acque sorgive o ottenere un migliore rendimento con più razionali opere di presa; 4) area dove è stata individuata una falda alla profondità di circa 50 m non ancora completamente utilizzata. Nella stessa zona, alla profondità di 230 m, è prevista una falda molto ricca la cui esistenza e consistenza si può verificare con un pozzo di studio; 5) limite del bacino imbrifero; 6) limite del bacino idrogeologico (dove riconosciuto).

— Map of the areas of water resource availability. 1) Areas where shaly-arenaceous complex and alluvial and lacustrine cover outcrop. In these areas, further investigations to find new sources are deemed unsuitable. Possibility to solve strictly local problems; 2) Carbonatic structures; 3) Area where it is possible to further utilize spring water or to better exploit it by means of more suitable catchment plants; 4) Area where a not yet fully exploited aquifer (about 50 m deep) has been detected. In the same area, 230 m deep, a very rich aquifer is inferred; 5) watershed boundary; 6) ground water boundary (where recognized).

(*) BONI C.F. (1968) - Utilizzazione delle riserve idriche permanenti per regolare il regime delle sorgenti di trabocco. *Geologica Romana*, 7: 405-416, 8 figg. Roma.

Sebbene manchino ancora dati diretti, dagli studi idrogeologici e geofisici compiuti risulta molto probabile che, a una profondità di circa 230 m, si trovi una falda molto consistente nel basamento che si estende sotto la coltre alluvionale della Piana di Sora. La verifica di questa ipotesi, basata su numerosi dati raccolti all'interno e all'esterno del bacino, si può effettuare perforando un pozzo di studio opportunamente ubicato; su questo, che potrà successivamente essere utilizzato come pozzo di produzione, si potranno eseguire le necessarie prove di portata per valutare le possibilità offerte

dalla falda e le caratteristiche chimiche dell'acquifero. Al primo pozzo di studio potranno fare seguito numerosi altri pozzi di sfruttamento dei quali si potrà conoscere in precedenza, con buona approssimazione, il rendimento.

In fig. 147 sono indicate schematicamente le aree del bacino dove è possibile una ulteriore utilizzazione delle acque sorgive e le zone dove risulta conveniente approfondire gli studi per reperire nuove fonti di approvvigionamento nel sottosuolo.

Manoscritto presentato nell'Ottobre 1969