

Nicola Matarrese

## Gli impianti irrigui collettivi: problemi di esercizio



**gruppo giornalistico dell'edagricole**

estratto da "Irrigazione", n. 3 settembre 1971 anno XVIII

Centro Internazionale per gli Studi sulla Irrigazione a Pioggia  
Via Sirtori, 3/a Casella Postale 111 37100 Verona

Edizione digitale, Bari 2010

# Gli impianti irrigui collettivi: problemi di esercizio

Prof. Nicola Matarrese (1)

## RIASSUNTO

L'A. premette che l'esercizio di un impianto irriguo collettivo richiede la predisposizione di programmi operativi che hanno per obiettivo il soddisfacimento delle esigenze idriche delle colture attraverso la volontà degli utenti e nei limiti dei vincoli stabiliti in sede di costruzione dell'impianto stesso. Descrive quindi gli attuali sistemi di esercizio basati sulle consegne programmate (distribuzione turnata) e sulle derivazioni libere (distribuzione « a domanda »). Indica i principali adattamenti del sistema turnato, nell'ambito delle variazioni del turno di consegna e del corpo d'acqua, soffermandosi poi ad analizzare alcuni aspetti del sistema « a domanda »; un esame particolare è rivolto al grado di libertà per l'utente, ossia alla « elasticità » dell'impianto, funzione della maggiorazione della portata complessiva nella rete « a domanda » rispetto alla « rigidità » di un impianto per distribuzione turnata.

Dopo aver accennato alla organizzazione di esercizio, espone gli attuali problemi dell'esercizio stesso, con particolare riferimento agli impianti dell'Italia meridionale.

In particolare si sofferma su:

- l'organizzazione della distribuzione,
- l'efficienza del sistema di distribuzione,
- i problemi della manutenzione della rete.

Accenna, infine, alla tariffazione dell'acqua.

Per quanto riguarda l'organizzazione della distribuzione pone l'accento sulla riduzione della misura del corpo d'acqua preferito dagli utenti (ad esempio, in un compressorio anziché distribuire 30 corpi d'acqua da 60 l/sec si è reso necessario distribuire: 40 da 10, 64 da 20 e 3 da 40 l/sec; nessuno da 60 l/sec). Inoltre, esamina il problema della contrazione dell'orario giornaliero di irrigazione, indicando alcuni esempi riferiti a casi concreti.

L'A. comunica, al riguardo, di aver trovato che la curva più adatta a rappresentare la distribuzione statistica relativa all'andamento delle consegne, può essere quella scaturita dalla funzione I di Pearson, cioè:

$$y = y_0 \left(1 + \frac{x}{4,02}\right)^{0,4145} \left(1 - \frac{x}{10,45}\right)^{1,1465}$$

A conclusione l'A., a proposito della efficienza del sistema di distribuzione, cita i risultati di una indagine biennale su quattro sub-compressori, due serviti da rete in pressione e due da rete a pelo libero: essi mostrano che il valore dell'efficienza del sistema di distribuzione è variato dal 91,6 % (caso di rete in pressione da serbatoio con distribuzione effettuata da personale dell'Ente gestore) al 21,5 % (caso di rete a pelo libero con operazioni di consegna sostituite da prelievi diretti da parte degli utenti).

## SUMMARY

### COLLECTIVE IRRIGATION SYSTEMS: OPERATION PROBLEMS

To operate a collective irrigation system efficiently, operational programmes must be worked out first. The purpose of such programmes is to meet the water requirements of the crops having regard both to the farmers' expectations, and to the restraints deriving from the structural characteristics of the system. The Author describes present-day methods of running an irrigation network with scheduled deliveries (rotation water distribution) and with free use of water (« demand » method of distribution). He also suggests improvements of the rotation method either by adapting the delivery interval, or by varying the size of stream. Certain aspects of the « demand » method are also considered. Special consideration is given to the amount of freedom allowed to the users namely to the « flexibility » of the irrigation network. This entails an increase of the total discharge to be supplied into the « demand » network as against the rigid characteristics of a rotation system.

After mentioning how the operation of a system should be organized, the Author reports on problems arising in this connection at present, particularly in Southern Italy.

Special emphasis is given to:

- the organization of water distribution,
- the efficiency of distribution methods,
- maintenance problems.

Finally, the Author discusses the problem of charges of water.

In regard to the organization of water distribution, the Author stresses the fact that a reduced size of stream is preferred by users (in one instance, a district which was initially supplied with

(1) Direttore del Centro Mediterraneo di studi agronomici e professore incaricato di idraulica agraria all'Università di Bari.

30 streams of 60 l/sec each, had to be given instead 40 streams of 10 l/sec, 64 of 20 l/sec and 3 of 40 l/sec. No farmer would accept a size of stream of 60 l/sec). Also the reduction of the number of daily hours of irrigation is discussed, and some examples are given to illustrate practical situations.

In this connection, the Author found that the most suitable curve describing the statistical distribution of water deliveries is, in all probability, the one resulting from Pearson's 1st function, that is:

$$y = y_0 \left(1 + \frac{x}{4,02}\right)^{0,4145} \left(1 - \frac{x}{10,45}\right)^{1,1465}$$

In conclusion, and with reference to the efficiency of the distribution method, the Author reports the results of a two-year survey carried out in four sub-districts. Two are equipped with a pressure-pipe system and two with open canals. These results show that the efficiency value of the distribution method ranges between 91.6% (pressure pipe system receiving water from a tank where the water is distributed by worker teams from the Irrigation Agency) and 21.5% (open ditch system with water taken directly by the users).

## 1. Premessa

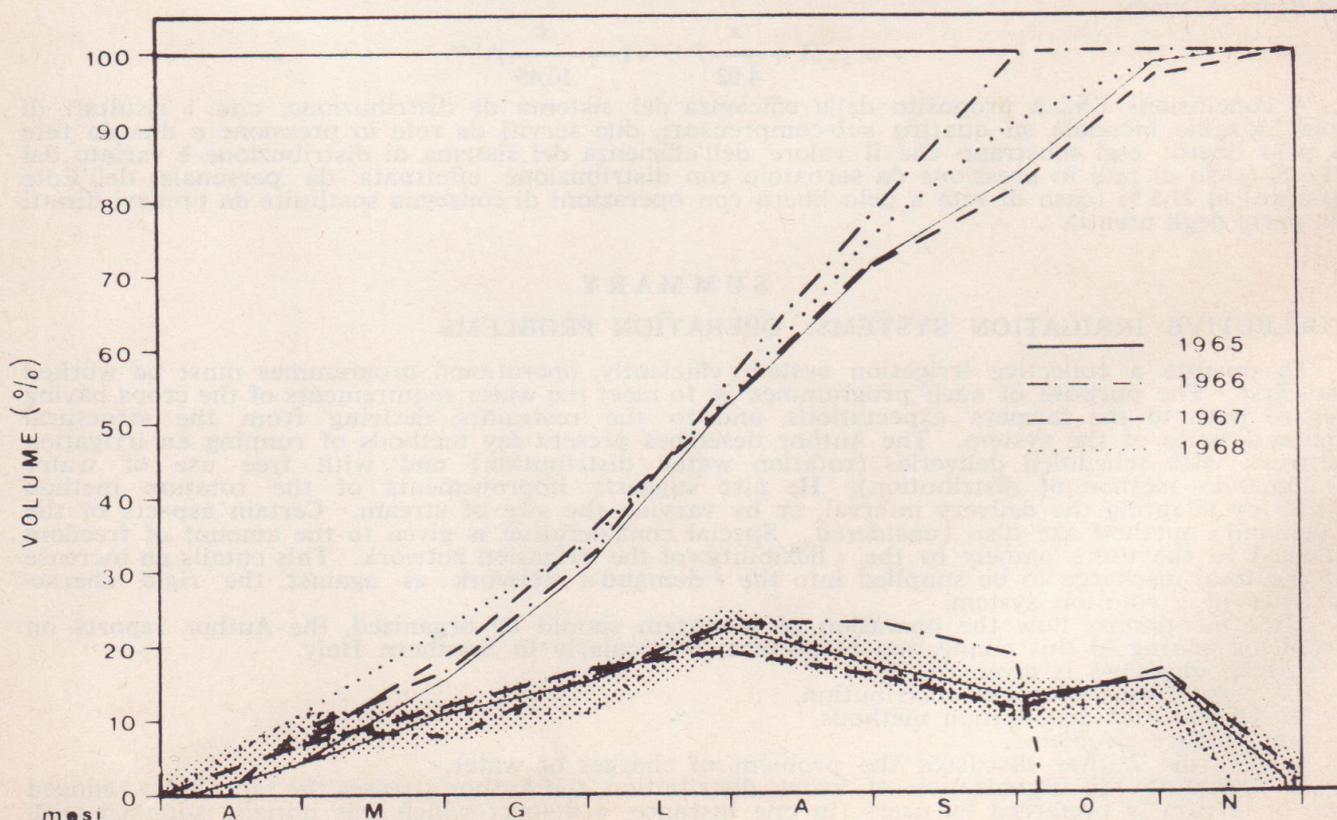
La *organizzazione* della distribuzione dell'acqua trasportata da un impianto irriguo ad uso collettivo deve poter consentire il soddisfacimento, nel tempo e nello spazio, delle esigenze idriche delle colture nel comprensorio irrigabile con il medesimo impianto.

Per *esercizio* di un generico impianto idrico collettivo, si intende quel complesso di attività, pianificata, programmata, e, nel caso in cui l'impianto faccia parte di un « sistema delle acque », coordinata, volto a conseguire gli obiettivi, di quell'impianto, definiti in sede di delimitazione

delle previsioni del piano delle acque o del progetto esecutivo.

Per *gestione*, infine, viene indicato l'insieme dell'attività organizzativa e di quella di controllo (tecnico ed amministrativo).

L'esercizio di un impianto irriguo collettivo, dunque, dovrebbe riguardare essenzialmente la predisposizione di programmi operativi per il funzionamento dell'impianto, dalla fonte di approvvigionamento alla bocchetta di consegna o all'idrante di presa, nelle condizioni ottimali per poter soddisfare le esigenze idriche delle colture del comprensorio, estrinsecate attraverso la volontà degli utenti, nei



1) Curve cumulate e di ripartizione mensile (in %) dei volumi erogati in un comprensorio pugliese nelle stagioni irrigue 1965-1966-1967-1968.

limiti dei vincoli stabiliti in sede di costruzione dell'impianto stesso.

Ne consegue che le modalità di soddisfacimento di tali esigenze trovano una determinante delimitazione nei vincoli di approvvigionamento del comprensorio (per esempio: portate fisse derivabili da corsi d'acqua o portate variabili erogabili da invasi) e dalle caratteristiche idrauliche della rete di trasporto<sup>(1)</sup>.

In altre parole, i vincoli o le limitazioni, stabiliti in sede di realizzazione dell'impianto, scaturiscono, o potrebbero scaturire, dalla ottimizzazione dei seguenti fattori principali:

- disponibilità di acqua nel tempo,
- ampiezza della superficie suscettibile di conveniente trasformazione irrigua,
- costo globale dell'impianto e della unità di volume utilizzato,
- grado di « accuratezza » con il quale si intende servire gli utenti.

La ricerca di condizioni ottimali nella realizzazione di impianti di interesse agricolo è quanto mai complessa perché tra l'altro, numerosi sono i parametri quantitativamente indefinibili e di importanza notevole possono essere i processi collaterali imprevedibili.

Anche per questo, troppo spesso, nella progettazione di impianti irrigui collettivi si è preferito partire da dati rilevati da altri progetti realizzati per comprensori di più o meno analoghe caratteristiche.

Solo recentemente, nel campo delle utilizzazioni delle risorse idriche per scopi

multipli, si è affacciato, in Italia, lo studio del « sistema delle acque »<sup>(2)</sup> attraverso l'adozione di prescelte ipotesi di sviluppo e l'impianto della « scienza dei sistemi ». Allo stato attuale, però, questa moderna metodologia trova il suo campo di applicazione più a studi generalizzati, ove più agevole appare la realizzazione di modelli, per esempio, matematici del tipo deterministico ed altro, che a programmi di dettaglio come generalmente sono, appunto, quelli di esercizio di un impianto irriguo.

In definitiva, gli impianti attualmente in esercizio in Italia e realizzati nell'ultimo ventennio si basano, com'è noto, sul presupposto essenziale che le dotazioni assegnate, in sede di progettazione, non siano superate nel tempo e quasi sempre anche nello spazio.

Le modalità di distribuzione di tali dotazioni e quindi i *sistemi di esercizio*, invece, dipendono dalle seguenti scelte adottate anch'esse in sede di progettazione<sup>(3)</sup>:

(1) Nella figura 1 sono riportate, a titolo di esempio, alcune curve cumulate e di ripartizione mensile dei volumi erogati.

(2) ASS. ITAL. ING. AGR., *Sistemazione a fini multipli di bacini idrografici*. Atti del Seminario della 1<sup>a</sup> Sezione dell'AIIA, Catania, 1969, pagg. 148.

(3) N. MATARRESE, *Sistemi di esercizio degli impianti irrigui ad uso collettivi*. « Raccolta delle lezioni sulla *Tecnica della Irrigazione* ». 2<sup>a</sup> ed. Cassa per il Mezzogiorno, Roma, 1966, estr. pagg. 28.

1. - *trasporto dell'acqua* alle aziende:

- a) con rete a pelo libero;
- b) con rete in pressione.

2. - *corpo d'acqua o modulo di derivazione* assegnato a ciascuna bocchetta ed a ciascun idrante:

- a) *continuo* per tutta la stagione irrigua  $\left\{ \begin{array}{l} \text{— di portata costante;} \\ \text{— di portata variabile} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} \text{— dall'Ente gestore;} \\ \text{— dall'utente;} \end{array} \right.$
- b) *intermittente*  $\left\{ \begin{array}{l} \text{— con portata costante, per tutto il comprensorio;} \\ \text{— con portata variabile, in relazione all'ampiezza ed alle} \\ \text{caratteristiche pedologiche delle aziende;} \end{array} \right.$
- c) *ciclico*  $\left\{ \begin{array}{l} \text{— con portata costante, per tutto il comprensorio;} \\ \text{— con portata variabile, in relazione alla ampiezza ed alle carat-} \\ \text{teristiche pedologiche delle aziende;} \end{array} \right.$

3. - *orario di derivazione*:

- a) *prefissato* dall'Ente gestore  $\left\{ \begin{array}{l} \text{— all'inizio della stagione irrigua e per tutta la durata} \\ \text{di essa;} \\ \text{— di volta in volta, nella stagione irrigua, con preavviso} \\ \text{dell'utente;} \end{array} \right.$
- b) *a libera scelta* dell'utente:

4. - *modalità operativa* per la distribuzione del corpo d'acqua o modulo:

- a) operazioni di consegna effettuate a mezzo di personale dell'Ente gestore;
- b) operazioni di prelievo della rete effettuate direttamente da ogni singolo utente.

## 2. Attuali sistemi di esercizio

Dalla connessione logica tra dette scelte si può pervenire ai seguenti fondamentali sistemi di esercizio:

A) *consegne programmate*, dall'Ente gestore, sulla base di definite variabili elementari (turno e corpo d'acqua di consegna o modulo) fissate in serie di progettazione dell'impianto con il presupposto fondamentale di « offrire » il corpo d'acqua secondo una successione, più o meno ciclica, tra gli utenti di una data unità territoriale;

B) *derivazioni libere*, da parte degli utenti, di portate controllate, la cui misura è fissata anch'essa in sede di progettazione dell'impianto ma sulla base di calcoli probabilistici sul presunto numero di derivazioni che possono aver luogo contemporaneamente da un dato tronco di rete.

Il primo sistema, che si caratterizza sostanzialmente con la *distribuzione turndata*, si può attuare con rete di dispensa, indifferentemente, a pelo libero od in pressione; il secondo, che si può realizzare con la cosiddetta distribuzione « a domanda », trova la sua più logica applicazione con rete in pressione e con moduli aventi una misura tale da consentire, usualmente, solo l'irrigazione per asperzione.

Il campo di applicazione di tali sistemi non è, però, strettamente rigido. Quello programmato può, entro certi limiti e con adeguati adattamenti, migliorare, per così dire, l'« offerta » nei riguardi della « domanda ». Pertanto, in via preliminare è da tenere presente che il predetto campo può essere rappresentato: da un lato, dalle *consegne cicliche fisse*, sia nell'ampiezza del ciclo (turno) che nella portata (corpo d'acqua) e dall'altro dalle *derivazioni libere* nel tempo ma pur sempre controllate nella portata (modulo).

### 2.a - CONSEGNE PROGRAMMATE

Si effettuano, com'è noto, con un tipo di impianto, generalmente con rete a pelo libero, attraverso il quale, da un'opera di derivazione e di adduzione, si immette l'acqua nel comprensorio e, quindi, a mezzo di una rete di *canali dispensatori* (di ordine secondario o terziario) è possibile consegnare l'acqua agli utenti.

La portata che si immette nel comprensorio è pari alla somma dei corpi di acqua necessari perché, nell'ambito di un prescelto intervallo di tempo (comunemente pari al turno medio di consegna), tutta la superficie irrigua, e quindi tutti gli utenti, di ciascuna unità territoriale

(distretto o comizio) possa ricevere la dotazione assegnata.

Il corpo d'acqua (o i corpi d'acqua) viene derivato dal canale ripartitore secondario (od in mancanza, direttamente dal ripartitore principale) a mezzo di apposita opera di presa, la quale è connessa, subito a valle, con un misuratore o modulatore (a risalto od a stramazzo) necessario al controllo della portata. Talvolta la derivazione del corpo d'acqua è fatta a mezzo di « moduli a maschera » e la sua costanza nel tempo è assicurata da manufatti che permettono di mantenere a monte il livello dell'acqua ad una altezza costante.

La consegna del corpo d'acqua all'utente avviene solitamente a mezzo di bocchette o prese di consegna. In alcuni casi la consegna di detto corpo d'acqua, intero o frazionato, avviene attraverso « sifoncini » (di metallo o di plastica) disposti sui canali dispensatori. Si fa anche ricorso a piccole pompe quando la superficie libera dell'acqua è a quota tale da non dominare i terreni che si vogliono irrigare.

È evidente che quando l'utente, per un motivo qualsiasi, non accetta la consegna del corpo d'acqua, questo, ove possibile, passa all'utente che in ordine di orario viene immediatamente dopo il rinunciatario, ovvero il corpo d'acqua è destinato, attraverso opportuni manufatti, alla rete di scolo. La consegna avviene secondo una *rotazione ciclica fissa e con un corpo d'acqua anche esso solitamente fissato in misura eguale per tutto il comprensorio*. Si tratta di impianti relativamente semplici che richiedono tuttavia la condizione ottimale di servire comprensori con caratteristiche pedologiche e climatiche omogenee e con limitato numero di specie di colture da irrigare o di colture che, comunque, abbiano uguali, o quasi, fabbisogni idrici unitari da soddisfare. Vale a dire che l'esercizio di un impianto di tale tipo trova il miglior campo di applicazione in territori ove l'irrigazione riguarda, per es., il solo prato di erba medica, il solo cotone, ecc.

Con tale sistema di esercizio, come già accennato, la regolazione del regime idraulico della rete avviene « da monte ». Esso offre, tuttavia, la possibilità di introdurre taluni, più o meno laboriosi, adattamenti rispetto allo schema rigido avanti indicato.

Com'è noto, il proporzionamento della rete di un impianto irriguo si basa sulla conoscenza della portata  $Q$  che deve circolare in essa durante il fabbisogno di punta. Perciò, a parte i fattori: pendenza, scabrezza e dimensioni del condotto (a

pelo libero, od in pressione), la variabile principale è, appunto, detta portata  $Q$ .

Questa, com'è evidente, è data dal prodotto tra la dotazione specifica di punta  $d$  per la superficie  $S$  che con essa si intende servire, diviso per il grado di utilizzazione della rete  $r$ ;

$$Q = \frac{d \cdot S}{r}$$

Se con  $c$  si indica il corpo d'acqua di consegna e con  $r$  il rapporto

$$\frac{t'}{24}$$

si ha che:

$$\frac{C \cdot r}{d \cdot S} = e = 1$$

(grado di libertà per l'utente), ossia, l'elasticità della rete è nulla. Infatti:

$$\frac{S \cdot d}{r} = X \cdot C$$

Ricordando che gli elementi fondamentali che caratterizzano il sistema turnato sono:

— il turno,  $T$  in giorni, ossia l'intervallo di tempo tra una consegna e l'altra;

— la durata giornaliera delle consegne  $t'$ ;

— il corpo d'acqua di consegna  $C$  in l/sec;

— la dotazione specifica di punta  $d$  in l/sec · ha;

— l'orario di consegna  $O$  in ora e centesimi di ora;

— il numero dei corpi d'acqua di un distretto (o comizio) consegnati contemporaneamente  $x$ ;

e che la superficie irrigabile  $S$  del distretto (o comizio), che agli effetti dell'esercizio rappresenta l'unità territoriale di base del comprensorio, è data da

$$S = \frac{C}{d}$$

gli adattamenti realizzabili possono essere i seguenti:

#### 2.a.a - Consegne a turno fisso e corpo di acqua variabile

Quando la superficie irrigua di un distretto risulta essere inferiore a quella massima  $S$ , corrispondente all'impiego continuo del corpo d'acqua di dispensa, si presentano due possibili soluzioni:

— concentrare le consegne di tale corpo d'acqua in un determinato periodo del-

la giornata <sup>(4)</sup> o del turno, in modo che nel tempo residuo si possa disporre del corpo d'acqua stesso per soddisfare eventuali maggiori esigenze di altre unità territoriali base,

— diminuire il corpo d'acqua a valori corrispondenti al suo impiego continuo per tutta la durata giornaliera di dispensa ossia,

$$C_1 = S_1 \cdot d$$

in cui  $S_1$  = superficie irrigua (in ha)  $< S$ ;  $d$  = dotazione specifica in l/sec · ha e  $C_1$  = corpo d'acqua in l/sec.

Quest'ultimo adattamento, consente cioè, l'adozione di corpi d'acqua variabili e generalmente più vicini ai corpi d'acqua parcellari. Tuttavia esso comporta maggiori oneri di esercizio rispetto al primo.

#### 2.a.b - Corpo d'acqua fisso e turno variabile

Questo adattamento riguarda, evidentemente, i comprensori in cui sono stati previsti, per ragioni pedologiche e colturali, turni relativamente lunghi (per esempio maggiori di 15-20 giorni) e corpi d'acqua piuttosto elevati. In questo caso, anziché adottare per tutta la stagione irrigua il turno fisso prestabilito, si può accorciarlo per soddisfare le esigenze del periodo critico colturale. Tale restringimento del ciclo può essere compensato da una diminuzione dei volumi di adacquamento e quindi dell'orario di consegna agli utenti.

#### 2.a.c - Turno e corpo d'acqua variabili

Anziché uno solo si stabiliscono diversi turni in relazione alle esigenze medie di gruppi di colture; per es.: 3 giorni per le colture ortive più esigenti; 6 giorni per le colture ortive di normali esigenze e per colture industriali; 9 giorni per gli erbai estivi, carciofi, meloni, agrumi, ecc.; 12 giorni per i vigneti per uva da tavola, ecc.; 15 giorni per l'erba medica, ecc. e giorni 18 per gli oliveti adulti.

Se  $V_{am}$ , rappresenta il volume totale di acqua (in  $m^3$ ) previsto per soddisfare, per esempio in un mese, le esigenze di un « distretto » di superficie  $S = C/d$  con unico turno  $T$ , si ha che  $V_{am} = S \times N \times Va$ ; ove  $N$  = numero degli adacquamenti e  $Va$  = volume specifico di adacquamento in  $m^3/ha$ .

(4) In relazione alle dotazioni unitarie (in l/sec. ha) nei diversi periodi della stagione irrigua, nella tab. 1 si è riportato un esempio delle variazioni della durata giornaliera di dispensa di un corpo d'acqua costante e di corpo d'acqua variabile per ore di dispensa costanti.

TABELLA N. 1. - Esempio delle variazioni della durata giornaliera di dispensa di un corpo d'acqua costante e di corpo d'acqua variabile per ore di consegna costanti (in funzione della dotazione unitaria nei diversi periodi della stagione irrigua).

Periodi	Dotazione in l/sec. Ha per funzionamento di 20h/24h ( $r = 0,833$ ) $d$	Indice di utilizzazione $i = \frac{d}{d_{max}}$	Durata giornaliera di consegna del corpo d'acqua max $i \times 20h$ <sup>(1)</sup> 50 l/sec	Variazioni del corpo di acqua in funzione di $i$ per funzionamento continuo di 20h/24h <sup>(1)</sup> ( $\times 20$ ore)	Durata giornaliera di consegna del corpo d'acqua medio $i \times 24h$ <sup>(2)</sup> 40 l/sec	Variazioni del corpo di acqua medio in funzione di $i$ per funzionamento continuo di 20h/24h <sup>(2)</sup> ( $\times 20$ ore)
1 aprile . . . . .	0,31	0,37	8	19	9	18
16 aprile . . . . .	0,50	0,60	12	30	15	29
1 maggio . . . . .	0,64	0,77	16	39	19	37
16 maggio . . . . .	0,61	0,73	15	37	18	36
1 giugno . . . . .	0,63	0,75	15	38	18	36
1 luglio . . . . .	0,77	0,92	19	46	23	45
6 luglio . . . . .	0,84	1,00	20	50	24	48
16 luglio . . . . .	0,79	0,95	19	48	23	46
16 agosto . . . . .	0,78	0,93	19	47	23	45
1 settembre . . . . .	0,56	0,66	14	33	16	32
1 ottobre . . . . .	0,43	0,51	11	26	13	25
16 ottobre . . . . .	0,17	0,20	4	10	5	10

(1) Caso in cui l'impianto è dimensionato per un corpo d'acqua max di l/sec 50.

(2) Caso in cui l'impianto è dimensionato per un corpo d'acqua medio di l/sec 40.

TABELLA N. 2. - Se per il mese M al distretto D è stata assegnata una portata di dispensa corrispondente ad un volume d'acqua  $V_{am}$  di  $m^3$  90.000 per irrigare una superficie S di Ha 50 con turno T di giorni 15 e volume di adacquamento  $va$  di  $900 m^3/Ha$ , è possibile ottenere le seguenti variazioni  $T_i$  per gruppi di superfici  $s_i$ .

Gruppi di superfici		$T_i$ giorni	$N'$ n.	$va'$ $m^3$	$V_{am}'$ (effettuata) $s_i \cdot N' \cdot va'$ $m^3$	Diff. rispetto alle dotazioni (+ o -) $m^3$	$V_{am}$ di dotazione $m^3$
Colture	$s_i$ Ha						
1) ortive . . . . .	14,50	6	5	400	29.000	+ 2.900	26.100
2) agrumeto . . . . .	5,00	9	4	400	8.000	- 1.000	9.000
3) oliveto-agrumeto . . . . .	5,80	9	4	400	9.280	- 1.160	10.440
4) medicaio . . . . .	4,00	15	2	700	5.600	- 1.600	7.200
5) erbaio . . . . .	2,20	9	4	600	5.280	+ 1.300	3.960
6) meloneto . . . . .	2,00	9	4	400	3.200	- 400	3.600
7) carciofeto . . . . .	2,50	9	4	450	4.500	-	4.500
8) vigneto . . . . .	6,00	9	4	500	12.000	+ 1.200	10.800
9) vigneto . . . . .	4,00	12	2	500	4.000	- 3.200	7.200
10) oliveto . . . . .	4,00	18	2	600	4.800	- 2.400	7.200
	50,00				85.660	- 4.340	90.000

Ne deriva quindi che  $\sum_{i=1}^{10} s_i \cdot N' \cdot va' = V_{am}' - V_{am}$ .

Nell'ambito delle quantità  $Vam$  e  $S$ , è possibile applicare turni e volumi diversi su superfici rispettivamente

$$s_1, s_2, s_3, \dots, s_n.$$

È necessario però che con l'aumentare del numero delle consegne

$$N'_1 + N'_2 + N'_3 + \dots + N'_n = N$$

si abbia:

$$va'_1 \times N'_1 + va'_2 \times N'_2 + va'_3 \times N'_3 \dots + va'_n \times N'_n = Va \times N$$

ossia:

$$\sum_1^n s \times N' \times va' \leq Vam \text{ (vedasi tab. II)}$$

Le variazioni del corpo d'acqua per tali superfici  $s'_1, s'_2, s'_3 \dots s'_n$ , possibilmente servite da uno stesso canale dispensatore, si ha per:

$$C = s' \cdot d' ; \text{ per } d' < d$$

In sostanza, si può ottenere che, per esempio, anziché consegnare  $Vx \text{ m}^3$  d'acqua in turno di  $Ty$  giorni se ne possano consegnare 2 volte  $\frac{1}{2}Vx$  in turno di  $Ty/2$ ; ovvero anziché consegnare, per una durata  $Oz$ , un corpo d'acqua di  $C \text{ l/sec}$ , se ne può consegnare uno di  $\frac{1}{2}C$  per una durata di  $2Oz$ .

Altro adattamento può essere quello di frazionare la superficie  $s$  di un'azienda in frazioni di  $\frac{1}{2} s$  o  $\frac{1}{3} s$ , in modo da consegnare il corpo d'acqua  $C$  (fisso) in turno  $T$  (fisso) in frazioni di durata  $\frac{1}{2} O$  ovvero  $\frac{1}{3} O$ . In altre parole, l'utente riceve l'acqua, sia pure in quantità ridotta, 2 o 3 volte durante il turno  $T$ .

Tutti gli adattamenti sopra indicati possono trovare più agevole ed estesa applicazione se lungo la rete dei canali principali è possibile costruire, di tanto in tanto, dei piccoli serbatoi di *accumulo e di regolazione* con la funzione di immagazzinare l'acqua, altrimenti destinata allo scarico, durante le ore con consegne ridotte per poterla poi disporre durante le ore di punta.

Altra considerazione da fare, nel caso del sistema di consegna turnato in comprensori divisi in unità elementari, riguarda l'eguaglianza:

$$S_0 = \frac{C}{d}$$

che presuppone, nel caso di corpo d'acqua costante, « distretti » di uguale superficie. Ciò in pratica è di difficile realizzazione, in quanto ragioni di ordine fisico, fondata-

rio, ecc., non lo consentono. Frequentemente si verifica quindi che

$$S > \frac{C}{d} > S_0$$

In questo caso, pertanto, è necessario immettere nella rete di dispensa un secondo corpo d'acqua  $C''$ , chiamato *corpo d'acqua tagliato*, per soddisfare le esigenze di  $S'' = S - S_0$ ; la durata di dispensa di  $C''$  sarà:

$$O'' = \frac{d \cdot S'' \cdot O}{C''} \text{ in cui } O \text{ è l'orario di dispensa fissato per il distretto base.}$$

2.a.d - *Consegne con comando idraulico « da valle »*

Un ulteriore miglioramento del sistema di consegna turnato è ottenibile disponendo sui canali ripartitori principali o secondari delle apposite *paratoie autoregolatrici* o *idromeccaniche* con la funzione di mantenere costante il livello dell'acqua a monte od a valle di esse.

La costanza dell'altezza d'acqua nel canale, ossia del « carico », assicura così un esercizio più regolare basato, appunto, sulla possibilità automatica di derivare il corpo d'acqua nella misura fissata. Inoltre, con le paratoie a livello costante « a valle » è possibile ottenere la regolazione del regime idraulico « da valle », ossia regolato in base alle esigenze dei singoli distretti e non in base ad una predeterminata portata costante immessa all'origine del canale ripartitore principale.

La consegna agli utenti ha luogo attraverso *modulatori* o *paratoie a maschera*, posti all'imbocco del canale derivatore, ossia immediatamente a valle o a monte delle paratoie autoregolatrici in corrispondenza del tronco di canale principale con acqua a livello costante.

Con questo sistema è certamente più facile soddisfare l'esigenza di turni variabili, nell'ambito, naturalmente, della portata massima dei canali e di una certa autodisciplina degli utenti.

2.b - DERIVAZIONI LIBERE

2.b.a - *Distribuzione continua*

Il modo meno complesso e più antico di distribuzione è quello consistente nella immissione, in una *rete di canali*, di una *portata continua* pari alla somma delle dotazioni preventivamente fissate per ciascuna azienda servita. Gli utenti, attraverso semplici manufatti (bocchette) disposti lungo i canali, possono derivare a loro piacimento, nel tempo, la dotazione di propria competenza.

Questo tipo di impianto, evidentemente poco costoso ma comportante eccessivo spreco di acqua (ravvenamento delle falde, a parte) è adottato in comprensori con aziende di non piccola ampiezza. Ossia che abbiano una superficie irrigua tale la cui dotazione totale sia, al netto delle perdite di trasporto aziendali, almeno uguale ad un corpo d'acqua parcellare.

## 2.b.b - Distribuzione « a domanda »

2.b.b.a - Il sistema di distribuzione irrigua collettiva, detto « a domanda », consente, come già detto, *derivazioni libere di portate contenute entro dotazioni prefissate*

Esso, com'è noto, si basa essenzialmente sul principio di mettere a disposizione di ciascun utente, attraverso una *rete in pressione*, una portata continua o « modulo », la cui misura minima è data dalla esigenza di una normale postazione-tipo (ala piovana) per l'irrigazione per asperzione e quella massima della superficie che si intende servire con una presa. Si tratta cioè di consentire ad ogni utente di derivare l'acqua senza vincoli di turni ma con portata contenuta entro i limiti fissati in sede di dimensionamento dell'impianto (generalmente  $<$  di 15-20 l/sec). Di conseguenza, anche con questo sistema l'utente è soggetto a vincoli di portata, a meno che la superficie che egli intende irrigare sia inferiore a quella assegnata a ciascun modulo. Solo in questo caso, infatti, si ha una effettiva irrigazione libera, rispetto al tempo ed alla portata, anche se il volume di irrigazione stagionale, comunque, deve essere contenuto entro limiti prefissati.

Un impianto che consenta un siffatto sistema di esercizio si differenzia sostanzialmente dagli altri per avere una rete di condotte in pressione i cui valori limiti delle prestazioni idrauliche, e quindi del relativo proporzionamento, sono determinati con *criterio probabilistico*, già da tempo adottato per gli impianti di distribuzione degli acquedotti civili.

Le formule usualmente adottate (MARCHETTI e CLEMENT) presuppongono che, nell'ambito della rete considerata, la *casualità delle derivazioni* sia omogenea nel tempo, ossia che la volontà degli utenti, sia pure determinata da particolari esigenze imprevedibili, non modifichi tale casualità.

Sulla base delle prime osservazioni fatte su impianti in esercizio è da ritenere confermato, tuttavia, che i fenomeni naturali ai quali le colture sono esposte, e le esigenze della stessa agricoltura, la quale

richiede interventi sempre più tempestivi, costituiscono seri ostacoli reali alla *teoria della casualità*. Inoltre, lo schema di funzionamento di una rete calcolata con le formule « a domanda » sembra apparire deficitario « a priori » sui seguenti due punti principali:

— mancata valutazione del comportamento reale degli agricoltori nei riguardi delle ore di utilizzazione delle prese (ore preferenziali),

— difficoltà di valutare la incidenza della situazione « reale » della rete la quale può non soddisfare un certo numero di « chiamate » considerate, invece, soddisfatte dal criterio probabilistico, ovvero il contrario.

Comunque, in termini comparativi, sembra chiaro che l'impianto costruito per la distribuzione « a domanda » deve consentire, rispetto a quello per la distribuzione « turnata », un dato *grado di elasticità* e, necessario per offrire all'utente la *libertà* non solo di irrigare quando lo ritiene più opportuno, ma anche di derivare, entro determinati limiti, un corpo d'acqua o modulo di misura anche maggiore rispetto a quello che lo stesso impianto in pressione consentirebbe per l'esercizio turnato, e ciò contemporaneamente ad altri utenti dello stesso tronco di rete.

Infatti, il dimensionamento della rete, tiene conto di due parametri principali:

$$r = \frac{t'}{t} \leq 1,$$

ossia il grado di utilizzazione della rete nel tempo  $t$ , e  $U(P)$ , ossia il coefficiente di qualità o « sufficienza » di funzionamento normale della rete.

Se con  $q$  si indica la portata necessaria nel caso di irrigazione continua 24h/24h ( $d \cdot S$ ), con  $c$  la misura del modulo medio (l/sec), con  $n$  il numero delle prese a servizio della superficie  $S$ , si ha che la frequenza o probabilità media di funzionamento di ciascuna presa è data da:

$$p = \frac{q}{n \cdot r \cdot c}$$

mentre il numero delle prese  $m$  che funzionerebbero contemporaneamente se la irrigazione fosse regolata da un turno di consegna è dato da:

$$m = \frac{q}{r \cdot c}$$

Se  $n$  è grande si può conoscere, attraverso la legge di probabilità, assimilabile alla legge di azzardo di GAUSS-LAPLACE, il

numero  $x$  ( $< n$ ) delle prese da considerare aperte contemporaneamente:

$$x = np + A \sqrt{2np \cdot f} \quad (\text{Marchetti, 1948})$$

o, con la simile:

$$x = np + U(P) \sqrt{np \cdot f} \quad (\text{Clement, 1956})$$

$f = 1 - p$ , ossia la probabilità di non funzionamento;  $A$  = coefficiente numerico corrispondente all'ipotizzato valore di  $p$  ed al voluto valore di  $p_m$  della teoria del calcolo di probabilità <sup>(5)</sup> ovvero, sostituendo a  $p$  la sua espressione:

$$x = m [1 + U(P)] \sqrt{\frac{1}{m} - \frac{1}{n}}$$

(1<sup>a</sup> formula di CLEMENT)

Per $P = 99,9 \%$ ,	$U(P) = 3,09$
» » = $99, \%$ ,	$U(P) = 2,324$
» » = $95, \%$ ,	$U(P) = 1,645$
» » = $90, \%$ ,	$U(P) = 1,282$

L'aumento di portata, in relazione al rapporto  $q/r$  calcolato sul tempo  $t^1$ , è legato alla espressione:

$$U(P) \sqrt{\frac{1}{m} - \frac{1}{n}}$$

Il funzionamento di una presa è caratterizzato essenzialmente:

1) dal valore medio del modulo  $c$  legato al numero degli irrigatori che con esso si intendono far funzionare;

2) dai tempi di funzionamento che, per  $c$  fissato, dipendono dalle esigenze delle colture.

I suddetti fattori sono integrati dalla probabilità di funzionamento  $p$  che caratterizza la libertà individuale dell'utente.

Successivamente, anziché fare riferimento alla probabilità  $p$  di funzionamento di una presa, si è preferito prendere in considerazione i processi aleatori.

$U(P)$  non è più una costante dipendente dalla probabilità di scelta (0,1-1-5-10 %, e così via), ma una funzione dell'ingombro di chiamata  $Pa$ , (ossia della probabilità condizionale che una « chiamata » che arriva ad un certo istante, trovi il sistema ingombro) di  $p$ ,  $f$  e  $n$  <sup>(6)</sup>.

<sup>(5)</sup> ASS. NAZ. BONIFICHE, IRRIGAZIONE E MIGLIORAMENTO FONDIARIO, *La irrigazione a pioggia in Italia*. Suppl. al bollett. « La Bonifica Integrale », Fasc. XI, 1964, pagg. 371.

<sup>(6)</sup> R. CLEMENT, *Calcul des débits dans les réseaux d'irrigation fonctionnant « à la demande »*. « La Houille Blanche », n. 5, 1966, pagg. 553-575.

Da qui la 2<sup>a</sup> formula proposta dal CLEMENT:

$$x = np + U' \sqrt{np \cdot f} = np + \frac{U' \cdot H(U')}{Pa}$$

O,

$$x = m \left[ 1 + U' \sqrt{\frac{1}{m} - \frac{1}{n}} \right] = m + \frac{U' \cdot H(U')}{Pa}$$

con

$$H'(U') = Pa \cdot m \sqrt{\frac{1}{m} - \frac{1}{n}}$$

TABELLA N. 3.

Alcuni valori di		
H(U')	U'	U.H(U')
0,798	0	0
0,735	0,10	0,0735
0,675	0,20	0,135
0,562	0,40	0,225
0,459	0,60	0,275
0,367	0,80	0,294
0,287	1,00	0,287
0,219	1,20	0,263
0,163	1,40	0,228
0,117	1,60	0,188
0,082	1,80	0,147
0,054	2,00	0,108
0,0176	2,50	0,044
0,0044	3,00	0,0132

TABELLA N. 4.

N. delle prese $n$	Valore di $x$		
	con la 1 <sup>a</sup> Formula: probabilità di perdita del		con la 2 <sup>a</sup> Formula: ingombro di chiamata dell'1%
	5%	1%	
25	9,8	11,3	11,5
100	32,1	35,0	34,3
400	114,3	120,2	115,2
900	246,4	255,3	245,0

Si può dedurre, con lo stesso CLEMENT, che la 1<sup>a</sup> formula è valida per le piccole reti ( $\leq 100$  ha), per le grandi conduce a dei risultati leggermente maggiori. Se si vuol ottenere un ingombro di chiamata

dell'ordine dell'1 % con la 1<sup>a</sup> formula dovrà tenersi conto di una probabilità di perdita dell'ordine dell'1 % per le piccole reti e del 5 % per le grandi.

L'inesattezza relativa della 1<sup>a</sup> formula si può chiarire dallo stesso ragionamento che ha condotto alla sua elaborazione, il quale non tiene conto del fatto che la capacità di trasporto della rete è limitata e di conseguenza certe chiamate sono rigettate; le probabilità sono così modificate perché tutte le chiamate non si possono esprimere liberamente.

2.b.b.b - Esempio comparativo tra la 1<sup>a</sup> e la 2<sup>a</sup> formula di CLEMENT

Si consideri una rete munita di  $n = 21$  prese (con moduli variabili tra 2,5 e 15 l/sec) a servizio di  $S = 36$  ha; il valore del modulo medio  $c$  delle prese è:

$$\bar{c} = \frac{10 \cdot 2,5 + 8 \cdot 5 + 1 \cdot 10 + 2 \cdot 15}{21} = \frac{105}{21} = 5 \text{ l/sec}$$

la dotazione specifica  $d = 0,558$  l/sec · ha;  $r = 16/24 = 0,667$ .

Allora:

$$m = \frac{36 \times 0,558}{5 \times 0,667} = \frac{20,0}{3,33} = 6$$

1<sup>a</sup> formula

$$x = m \left[ 1 + U(P) \right] \sqrt{\frac{1}{m} - \frac{1}{n}}$$

per  $P = 99\%$ ;

$$U(P) = 2,324$$

$$= 6 \left[ 1 + 2,324 \right] \sqrt{\frac{1}{6} - \frac{1}{21}} = 6 (1 + 2,324 \cdot 0,345)$$

$$x = 10,81, Q' = x \cdot \bar{c} = 10,81 \cdot 5 = 54,05 \text{ l/sec}$$

2<sup>a</sup> formula

$$\text{per } Pa = 1\% \quad H(U') = Pa \cdot m \sqrt{\frac{1}{m} - \frac{1}{n}} = \frac{1}{100} \cdot 6 \cdot 0,345$$

$$= \frac{2,07}{100} = 0,0207$$

dall'unito grafico (fig. 2), per  $H(U') = 0,0207$ ,  $U' = 2,44$ .

Quindi:

$$x = m \left[ 1 + U' \sqrt{\frac{1}{m} - \frac{1}{n}} \right] = 6 \left[ 1 + 2,44 \sqrt{\frac{1}{6} - \frac{1}{21}} \right] = 6 [1 + 2,44 \cdot 0,345]$$

$$x = 11,05; Q' = 11,05 \cdot 5 = 55,25 \text{ l/sec}$$

Con i simboli noti, il grado di libertà

e, per l'utente, è dato da:

$$e = \frac{c \cdot r}{d \cdot S}, \text{ ossia: } \frac{c \cdot r}{q}$$

Nel caso della rete per distribuzione turnata, per  $S = 36$  ha,  $d = 0,558$  l/sec · ha,  $r = 0,667$ , il corpo d'acqua  $c = Q = d \cdot S/r = 30$  l/sec.

Quindi:

$$e = \frac{30 \cdot 0,667}{0,558 \cdot 36} = 1$$

Con  $C = Q'$ , ottenuto attraverso la 2<sup>a</sup> formula di CLEMENT, uguale a l/sec 55,25,

$$e = \frac{55,25 \cdot 0,667}{0,558 \cdot 36} = \frac{36,85}{20} = 1,842$$

Pertanto si ha:

$$Q \cdot e = Q'$$

ossia:

$$30 \cdot 1,842 = 55,26 \text{ l/sec}$$

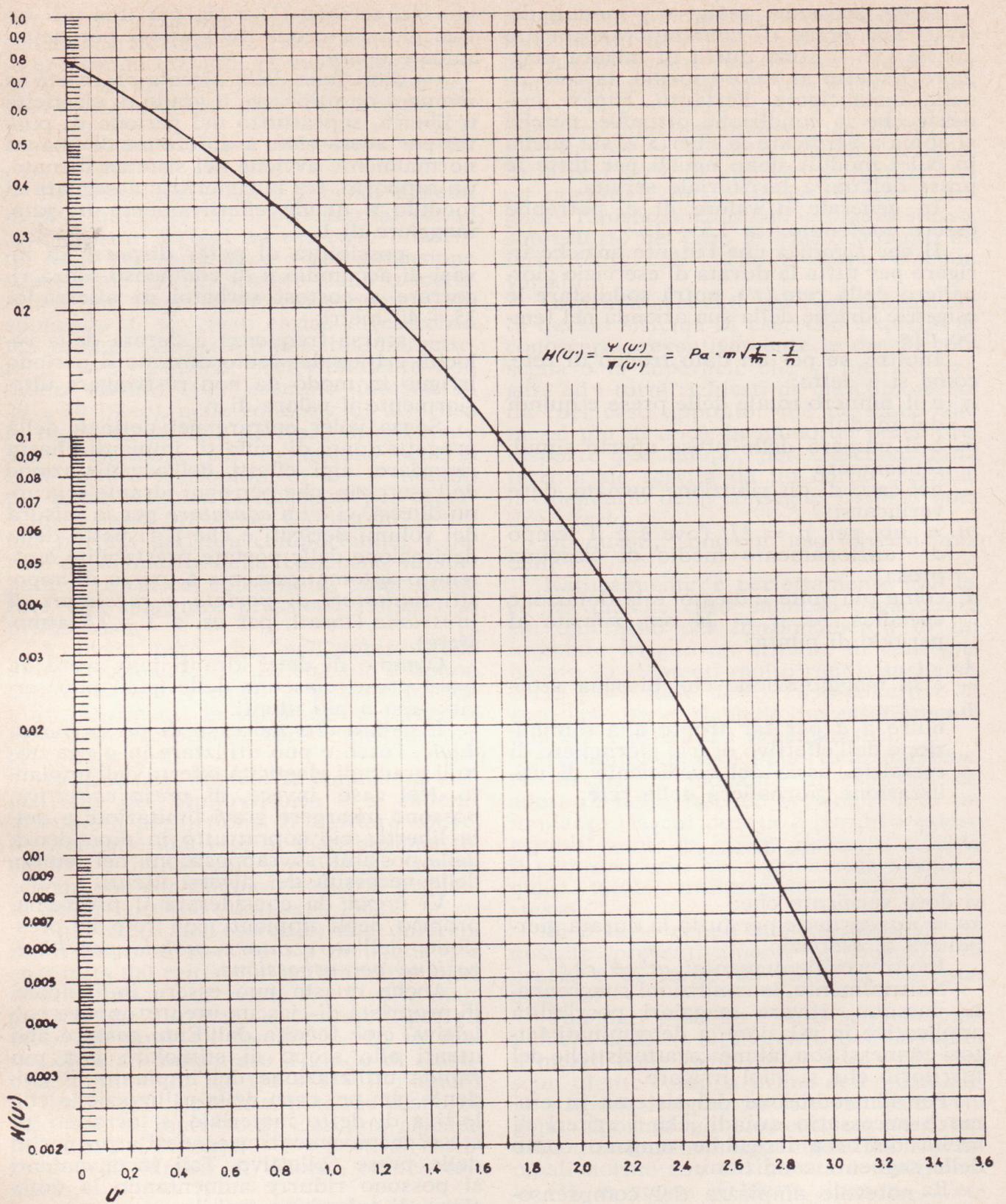
In altre parole, la « elasticità » di un impianto per distribuzione « a domanda », rispetto alla « rigidità » di un impianto per distribuzione « turnata », è data da  $Q'/Q$ ; nell'esempio di cui sopra, appunto,  $55,25/30 = 1,842$ . Il grado di elasticità sarà tanto maggiore, quanto più elevati

saranno i valori del modulo  $c$  (o portata  $Q'$  come sopra indicato) e del coefficiente di utilizzazione giornaliera della rete  $r$  e

quanto più piccolo sarà quello della dotazione  $q$  di ciascuna presa, cioè della dotazione specifica  $d$  per la superficie  $S$  assegnata a quella presa.

Com'è noto,  $Q' = x \cdot c$ , cioè la portata — dalla quale dipende in gran parte il

grado di libertà per l'utente — è strettamente connessa con il valore del modulo medio derivabile dalle prese.



2) Relazione tra il rapporto  $H(U')$  (densità di probabilità della legge normale  $[\Psi'(U')]$  e la funzione di ripartizione della stessa legge  $[\pi(U')]$ ) ed il parametro  $U'$ . (da Clement, 1966)

Nelle situazioni reali, se i moduli derivati alle prese — contemporaneamente aperte ( $x$ ) — sono quelli di misura maggiore rispetto al valore medio, la rete risulta insufficiente. Pertanto, appare evidente che la condizione ottimale, perché si abbia a verificare la libertà  $e$ , sia quella in cui i moduli siano uguali per tutte le prese dell'unità territoriale servita.

In generale il valore di  $e$ , potrebbe essere contenuto tra  $1,5 \div 3$ .

Il che significa che l'utente anziché irrigare per tutta la durata di esercizio giornaliero della rete ( $t'$ ), potrà soddisfare le esigenze idriche della sua azienda nel tempo  $t'/e$ .

Inoltre, se per un dato tronco di rete, come si è detto:

$n$  è il numero totale delle prese e quindi dei moduli,

$m$  è il numero delle prese aperte simultaneamente  
nel caso di distribuzione turnata, deve verificarsi:

$m = np$ , per  $p = \delta/t$  (ove  $\delta$  è il tempo di funzionamento medio di ciascuna presa)

$d$ , come più volte indicato, è la dotazione specifica, per  $t = 24$  ore, riferita al periodo di punta;

$1/r$  — è la maggiorazione che bisogna attribuire a  $d$  per far fronte alla diminuzione dell'effettivo orario giornaliero di esercizio, ossia del coefficiente di utilizzazione giornaliera della rete,

$$\left(r = \frac{t'}{t} = \frac{t'}{24}, \text{ tale da avere } d \frac{1}{r} = \frac{d}{r} = d';\right)$$

si deve verificare che:

$xc = nq$ , costante per tutta la durata giornaliera di esercizio.

Inoltre, evidentemente:  $qt' = c\delta$ .

Naturalmente, le condizioni suaccennate possono trovare maggiori possibilità applicative in relazione a determinati fattori connessi con talune caratteristiche del territorio che si vuol irrigare.

Per l'introduzione del sistema in esame è necessario quindi, che i criteri di scelta dell'area irrigabile tengano conto delle seguenti condizioni:

— notevole ampiezza del comprensorio, sia per utilizzare, nella misura più estesa possibile, il campo di variazioni delle esigenze idriche dato, appunto, dalla diversità delle colture e dalle caratteristi-

che del terreno (<sup>7</sup>) e sia per una più valida giustificazione della spesa per determinate opere;

— diffusione della piccola proprietà in maniera da utilizzare il grado di elasticità o libertà, soprattutto nel periodo di punta; per avere cioè, a differenza di quanto normalmente avviene nel sistema turnato, un rapporto, tra la superficie assegnata al modulo e quella effettivamente irrigata, maggiore di 1.

— possibilità di poter disporre di invasi di accumulo e di compenso senza ricorrere a costosi serbatoi di altezza di  $35 \div 40$  metri;

— scarsa frequenza e durata della velocità critica del vento durante il periodo irriguo in modo da non restringere ulteriormente il valore di  $r$ .

Senza voler entrare nei dettagli della progettazione di siffatti impianti, basta ricordare, agli effetti dell'organizzazione dell'esercizio, che per ogni idrante o gruppo di essi, vi è un *contatore* per la misura dei volumi derivati e che il rispetto della derivazione delle portate prestabilite è ottenuto automaticamente a mezzo di appositi *limitatori di portata o regolatori di pressione* (tarati, per es. a  $2 \div 2,5$  atmosfere).

Ognuno di detti idranti può avere da 1 a 4 prese, ciascuna delle quali può servire uno o più utenti.

È chiaro che nel caso di *presa individuale*, l'utente può utilizzare in pieno tutto il grado di elasticità offerto dall'impianto. Nel caso, invece, di *presa collettiva*, possono insorgere gravi limitazioni a detta libertà; ciò soprattutto in dipendenza delle possibili sovrapposizioni, nel tempo, delle necessità dei diversi utenti.

Vi è poi da considerare il problema, proprio degli impianti con rete in pressione, dell'*attrezzatura mobile per l'irrigazione per aspersione*.

Anche questa può essere individuale, di proprietà di ciascun utente, oppure collettiva, cioè fornita dall'Ente gestore agli utenti allo scopo di stimolare una più rapida utilizzazione dell'impianto. È evidente che nel caso della utilizzazione collettiva di detto materiale, si avranno gli stessi inconvenienti accennati a proposito delle prese collettive. Tali inconvenienti si possono ridurre aumentando la dotazione di tubazione mobile.

La tendenza attuale è quella di assegnare a nolo un'attrezzatura mobile (di  $150 \div 300$  metri) ad ogni singolo utente.

Per quanto concerne l'efficienza dello impianto, pur non disponendo di dati concreti, data la recente introduzione nel settore dell'irrigazione del sistema, si ha mo-

(<sup>7</sup>) Ossia per avere un rapporto, tra la dotazione specifica di «punta» ( $d'$ ) e quella media, ( $d$ ), uguale o maggiore di 2.

tivo di ritenere che dovrebbe essere, in generale, notevolmente più elevata rispetto al sistema turnato: in media, superiore al 70 %. La carenza di dati vale anche per quanto riguarda gli oneri di esercizio.

### 2.b.c - Derivazioni per irrigazione « bivalente »

Per concludere sui principali sistemi di distribuzione, non si può non far cenno agli impianti irrigui ad *esercizio bivalente*; ossia per aspersione e per espansione superficiale. Questi sembra siano suscettibili di più larga applicazione quando, disponendo di un certo carico di esercizio per cadente naturale, è possibile immettere il corpo d'acqua, preferibilmente non molto elevato (per esempio intorno ai  $20 \div 30$  l/sec), nelle condotte di dispensa in modo da poterlo derivare interamente per l'irrigazione per espansione superficiale ovvero frazionato, in  $2 \div 4$  moduli, per poter eseguire l'irrigazione per aspersione a bassa pressione. Ciò perché la minor portata derivata comportando, a parità di diametro della condotta, minori perdite di carico, consente di poter utilizzare una maggiore pressione rispetto al primo caso.

È ovvio però che, nell'ambito della unità territoriale, le derivazioni debbono essere contenute entro le portate prestabilite altrimenti le variazioni del regime idraulico provocherebbero difficoltà per gli altri utenti.

In sostanza, quando le condizioni altimetriche del comprensorio e le cadenti disponibili permettono di adottare convenientemente una rete di distribuzione tubolare, è opportuno considerare anche schemi che consentano l'esercizio bivalente dell'irrigazione (MALOSI, 1962).

Agli effetti dell'esercizio, una differenza, rispetto al sistema « a domanda », è costituita dal criterio di adottare, per ogni idrante, moduli di valore  $3 \div 4$  volte maggiori di quelli solitamente prescelti per gli stessi impianti « a domanda ». In tal modo, oltre ad aumentare il grado di elasticità, diminuisce ad  $1/3 \div 1/4$  il numero di limitatori di portata, potendo disporre solo uno all'ingresso di ciascuna azienda in luogo dei consueti  $3 \div 4$  posti all'estremità degli idranti di ciascun tronco terziario.

### 3. Organizzazione di esercizio

Dei sistemi di distribuzione avanti indicati, quello che richiede una più complessa *organizzazione di esercizio* è senza dubbio il turnato.

Infatti, sia che si abbia un *funziona-*

*mento continuo* dell'impianto (ossia senza interruzioni delle distribuzioni nel corso del turno) oppure *intermittente* (cioè con funzionamento solo per una parte del turno o della giornata), occorre che l'Ente gestore dell'impianto predisponga, sia all'inizio che nel corso della stagione irrigua, tutta una serie di interventi organizzativi ed operativi capaci di assicurare il migliore funzionamento dell'impianto stesso, soprattutto nel caso di funzionamento intermittente con turno o corpo d'acqua variabili

La prima necessità per l'organizzazione di questo sistema di esercizio è quella di conoscere preventivamente le ore di consegna o la superficie che si intende irrigare ed i turni richiesti da ciascuna azienda (nel caso appunto, che ne siano ammessi più di uno), in modo da poter predisporre per tempo, per ciascuna unità territoriale servita da un corpo d'acqua, il calendario delle consegne, ossia il *quadro orario*.

Di questi, sono in uso diversi modelli <sup>(8)</sup>.

Naturalmente, è perfettamente inutile, ed in qualche caso dannoso organizzare sin dall'inizio del funzionamento di un impianto irriguo un sistema di consegna basato su elementi molto rigidi, anche se, come già è stato detto, l'uso collettivo di qualsiasi bene richiede necessariamente una certa disciplina organizzativa.

Pertanto, sembra opportuno mantenere distinte le modalità di esercizio da adottare nella fase di avviamento di un impianto (la cui durata è peraltro estesa a molti anni) da quelle richieste quando il comprensorio ha raggiunto la totale, o quasi totale, utilizzazione dell'impianto stesso.

Si è fatto cenno alla necessità di conoscere preventivamente le esigenze di orario e di turno da parte di ciascuna azienda.

Tali dati possono essere acquisiti dall'ufficio addetto all'esercizio dell'impianto a mezzo delle *richieste di acqua* che ciascun utente compila prima dell'inizio della stagione irrigua. In tale richiesta vengono riportati gli elementi caratteristici della distribuzione. Aggiungendovi le principali norme con cui questa è disciplinata <sup>(9)</sup>, la stessa richiesta diventa, all'occorrenza, anche un contratto vero e proprio con l'indicazione del canone di eser-

<sup>(8)</sup> N. MATARRESE, *Sistemi di esercizio*, op. citata.

<sup>(9)</sup> Nelle appendici nn. 1 e 2 sono riportate le più importanti norme regolamentari che possono interessare, rispettivamente, la distribuzione turnata e quella alla domanda.

cizio che l'utente deve corrispondere entro predeterminate scadenze.

Accettate tali richieste, si procede, come già detto, distretto per distretto, alla compilazione del quadro orario <sup>(10)</sup>. Questo viene quindi portato a conoscenza di tutti gli utenti e, nel contempo, consegnato agli acquaioli i quali dovranno poi regolare le manovre di apertura e chiusura dei manufatti di consegna. Nei casi in cui gli impianti con comando « da monte » hanno anche centrali di sollevamento, è opportuno compilare inoltre un *diagramma delle portate* da immettere giornalmente nella rete. In tal modo si può ottenere una riduzione della quantità di acqua che va a finire allo scarico, ottenendo così una più elevata efficienza totale dell'irrigazione.

#### 4. Attuali problemi di esercizio

L'esperienza di quest'ultimo quindicennio, prevalentemente attinente ad impianti irrigui collettivi, a distribuzione turnata, della Puglia e della Lucania ha dato modo di evidenziare alcuni problemi che sono risultati poi più complessi del previsto e che richiedono soluzioni il cui interesse, molto probabilmente, può essere esteso a territori ben più ampi.

I più importanti di tali problemi di esercizio riguardano:

a) la organizzazione della distribuzione ed i rapporti tra Ente gestore e utenti;

b) l'efficienza del sistema di trasporto e di consegna dell'acqua.

Nell'ambito della gestione, appare necessario, inoltre, che siano puntualizzati:

c) i problemi posti dalla manutenzione, soprattutto della rete;

d) i criteri di tariffazione dell'acqua.

##### 4.a - ORGANIZZAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE

I molteplici aspetti della organizzazione della distribuzione ed i rapporti tra Ente gestore ed utenti, per esempio, sono apparsi meritevoli di più approfondito esame, per il quale è auspicabile un efficace coordinamento tra i vari Enti gestori.

Detta organizzazione, com'è noto, può essere basata su soluzioni differenti a seconda che l'impianto è nella prima fase di esercizio, ovvero in quella di normale

<sup>(10)</sup> Occorre tener presente al riguardo, l'opportunità di maggiorare l'orario di consegna per il primo adacquamento di ciascuna coltura. Tale maggiorazione, del 40-60 %, serve ad integrare le maggiori perdite per percolazione profonda dovute alle particolari condizioni di sofficietà del terreno asciutto.

funzionamento, ossia dopo un certo numero di anni di « rodaggio ».

Inoltre, nell'uno e nell'altro caso, occorre definire i più opportuni criteri per l'impostazione di un programma di distribuzione, quando questo è ritenuto necessario.

Per gli impianti irrigui collettivi di Puglia e Lucania, i tecnici responsabili ritengono che l'organizzazione della distribuzione non può prescindere dalla preventiva conoscenza, da parte dell'Ente gestore, dei fattori fondamentali dell'irrigazione stessa e cioè:

— superficie irrigua,

— colture da irrigare,

— turni di adacquamento,

— volumi di adacquamento e quindi durata di consegna del corpo d'acqua.

La conoscenza, o la definizione, di tali dati avviene attualmente attraverso una « richiesta d'acqua » la quale, firmata dal proprietario o dal conduttore dei terreni, costituisce anche il contratto di fornitura di acqua.

La programmazione della distribuzione avviene con appositi « quadri-orario » a livello delle bocchette di consegna, oppure, in alcuni impianti, nella prima fase di funzionamento e con acqua proveniente da invasi, limitata a livello dei manufatti di derivazione distrettuale o comiziale.

La programmazione capillare permette, oltre ad una più elevata efficienza del sistema di consegna, un più intenso rapporto tra utenti e personale dell'Ente gestore, soprattutto nei riguardi dell'assistenza volta alla migliore utilizzazione e governo dell'acqua.

Questo servizio, molto apprezzato dagli utenti, i quali, d'altro canto, trovano quasi sempre grande difficoltà nei tentativi di autogestione degli impianti, ha il suo costo nel maggiore dimensionamento dell'organizzazione di base, sia tecnica di ufficio, sia di campagna.

Alcuni Enti gestori, per ragioni di bilancio, sono costretti a ridurre al minimo tale organizzazione base con conseguente notevole abbassamento dell'efficienza del sistema di consegna.

Occorrerebbe definire i limiti di tali « costi-benefici », soprattutto per quelle aree in cui vi è un difetto di disponibilità d'acqua ed un eccesso di terreni irrigabili.

Tale definizione, peraltro, non può non essere inquadrata nella chiara funzione pubblica degli impianti irrigui collettivi.

Sempre nel campo della programmazione della distribuzione si prospettano altri tre aspetti di notevole interesse:

— le modalità operative di consegna o di derivazione,

— l'orario giornaliero di erogazione,

— la regolazione delle portate in rete.

Per quanto riguarda il primo dei suddetti aspetti è da confermare la generale necessità che dette operazioni siano eseguite direttamente dagli utenti, anche negli impianti turnati con rete a pelo libero. Ma è da evidenziare subito che l'attuazione di una simile modalità richiede un'adeguata preparazione ed un notevole senso di autodisciplina da parte degli utenti.

I tentativi effettuati in tal senso in Puglia e Lucania non hanno dato, purtroppo, esiti sostanzialmente favorevoli. Forse ha influito la ancora non radicata « coscienza irrigua » degli utenti e la saggia volontà di questi di non entrare in dispute tra di loro, lasciando al personale dell'Ente gestore il compito dell'apertura e chiusura dei manufatti di consegna o, comunque, quello di far rispettare gli orari di consegna o di derivazione.

È, senza dubbio, una volontà rinunciataria degli utenti che si traduce, purtroppo, anche in un notevole aumento dei costi di distribuzione.

Di fronte a questa realtà non resta che esaminare la opportunità di avviare graduali modificazioni nel sistema di consegna; modificazioni spesso rese necessarie anche per sopravvenute irreversibili situazioni di fatto nei comprensori stessi, assolutamente non previste in sede di progettazione esecutiva, come per esempio, la forte riduzione di disponibilità di mano d'opera.

Nel caso specifico degli impianti a pelo libero, poi, non si può sottacere la grande preferenza degli utenti a corpi d'acqua talvolta molto più piccoli rispetto a quelli di progetto. Per esempio, nel mese di luglio, in una delle ore di punta (precisamente dalle ore 9 alle 10) in un sub-comprensorio della Puglia, in luogo di 30 corpi d'acqua da 60 l/sec, previsti dal progetto, si è reso necessario consegnare 107 corpi d'acqua, così ripartiti:

40 da 10 l/sec (37,4 %),

64 da 20 l/sec (59,8 %),

3 da 40 l/sec ( 2,8 %);

nessuno da 60 l/sec, né in quell'ora, né in tutta la stagione irrigua.

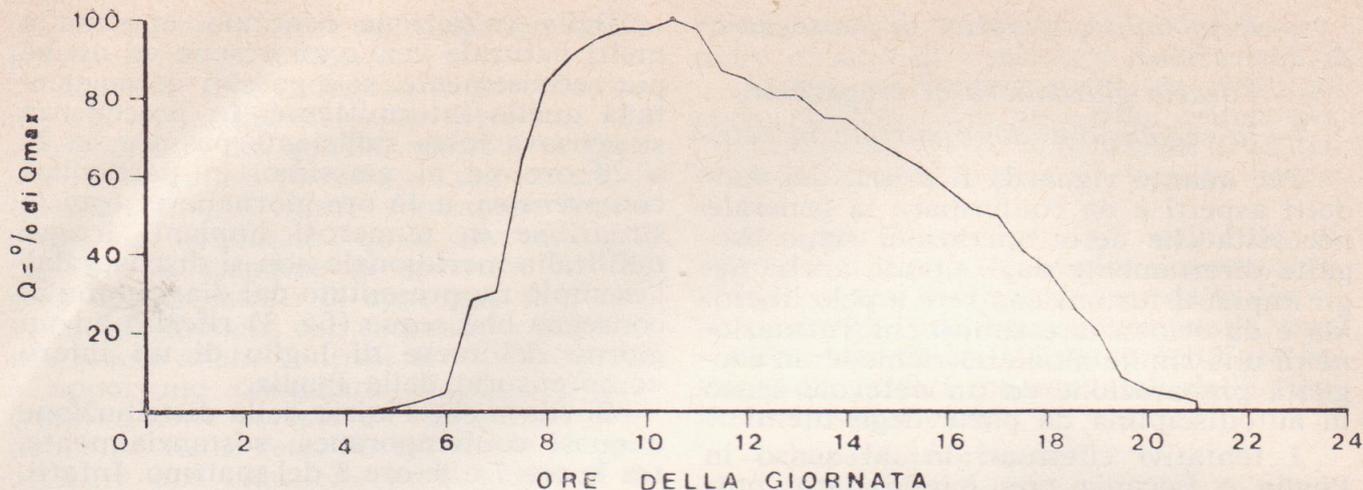
Il problema della riduzione della mano d'opera disponibile ha contribuito, in misura determinante, alla *contrazione dell'orario giornaliero di irrigazione*.

Dalla erogazione continua, apparsa a molti naturale vent'anni orsono ed anche più recentemente, si è passati decisamente a quella intermittente. In precedenza si pensava fosse sufficiente passare da 24 a 20 ore od al massimo, in particolari comprensori, a 16 ore giornaliere; oggi la situazione in numerosi impianti irrigui dell'Italia meridionale non si discosta dall'esempio rappresentato dal diagramma di consegna che segue (fig. 3) riferito ad un giorno del mese di luglio di un intero comprensorio della Puglia.

Si rileva che l'inizio della distribuzione è quasi contemporanea, sostanzialmente, tra le ore 7 e le ore 8 del mattino. Infatti, posto uguale a 100 la portata massima consegnata, l'andamento della portata consegnata controllata ad intervalli di mezza ora, è stata la seguente:

Dalle ore	Alle ore	%
4,30	5,00	0,85
5,00	5,30	1,70
5,30	6,00	4,24
6,00	6,30	23,78
6,30	7,00	24,63
7,00	7,30	69,85
7,30	8,00	76,64
8,00	8,30	95,75
8,30	9,00	99,36
9,00	9,30	100,00
9,30	10,00	99,15
10,00	10,30	99,58
10,30	11,00	98,30
11,00	11,30	85,99
11,30	12,00	84,50
12,00	12,30	79,83
12,30	13,00	78,56
13,00	13,30	74,73
13,30	14,00	74,73
14,00	14,30	67,94
14,30	15,00	61,57
15,00	15,30	53,93
15,30	16,00	48,41
16,00	16,30	45,01
16,30	17,00	41,61
17,00	17,30	33,97
17,30	18,00	30,57
18,00	18,30	21,23
18,30	19,00	16,14
19,00	19,30	7,22
19,30	20,00	3,82
20,00	20,30	3,40
20,30	21,00	1,70

La curva più adatta a rappresentare tale distribuzione statistica è apparsa essere quella data dalla funzione I di PEAR-



3) Diagramma delle portate effettive distribuite in una giornata del periodo di punta (luglio 1968) in un comprensorio pugliese.

SON, unimodale, asimmetrica e limitata in entrambe le direzioni <sup>(11)</sup>:

$$y = y_0 \left(1 + \frac{x}{a_1}\right)^{m_1} \left(1 - \frac{x}{a_2}\right)^{m_2}$$

ossia, sostituendo i valori dei parametri:

$$y = 86,54 \left(1 + \frac{x}{4,02}\right)^{0,4145} \left(1 - \frac{x}{10,45}\right)^{1,1465}$$

<sup>(11)</sup> Infatti, i valori numerici dei momenti della distribuzione statistica osservata sono:  $\mu_2 = 11,0023$ ,  $\mu_3 = 11,8233$  e  $\mu_4 = 268,52$ ; i conseguenti valori numerici di  $\beta_1$  e  $\beta_2$  sono, rispettivamente, 0,105 e 2,219 mentre il criterio  $k = -0,0445$ .

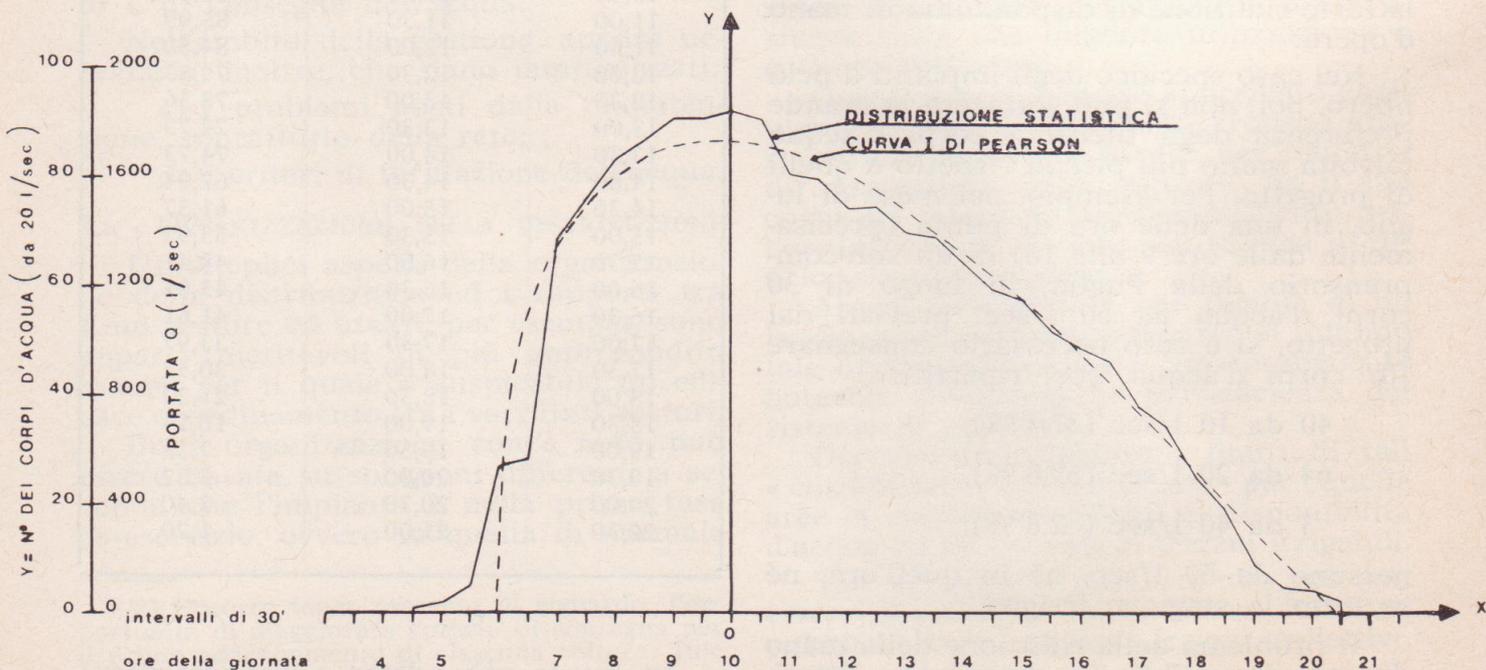
S. VIANELLI *Manuale di Metodologia statistica*. Vol. I, Edizioni Calderini, Bologna, 1966, pagg. 818.

Nella figura 4 è riportata, unitamente alla distribuzione statistica, la curva I di PEARSON.

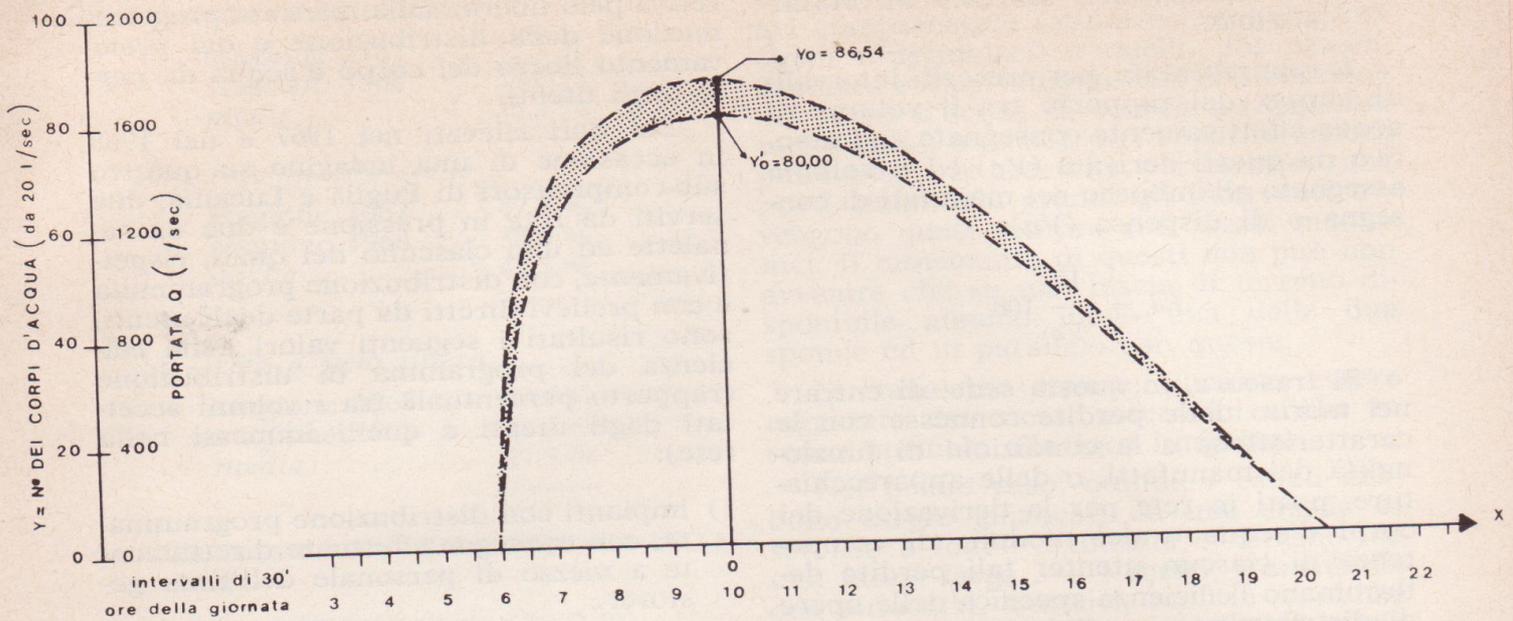
In altri comprensori, fuori dall'Italia, con impianti « a domanda » risulterebbero analoghe contrazioni dell'orario dei prelevamenti; questi, nel caso di comprensori vicini ad aree industriali, si concentrerebbero, anziché tra le ore 8 e le ore 11, nelle ore del tardo pomeriggio e nella sera, dopo l'uscita degli operai, industriali-agricoli, dalle fabbriche.

L'evoluzione a cui si è fatto cenno ha portato, e porta tutt'ora, gravi problemi di *regolazione delle portate in rete*.

Riduzione di orario di irrigazione e conseguente « affollamento » delle richie-



4) Andamento della distribuzione dei corpi d'acqua in una giornata di punta (luglio 1968) in un comprensorio pugliese.



5) Andamento della distribuzione giornaliera di punta con  $Y_0 = 86,54$  corpi d'acqua da 20 l/sec e  $Y'_0 = 80,00$ .

ste non possono più permettere quella equilibrata distribuzione delle dotazioni, su cui si basa la tradizionale concezione degli impianti collettivi ed alla quale si è fatto riferimento nella premessa.

Il problema investe due distinti fattori:

- a) capacità di trasporto della rete,
- b) stato di disponibilità dell'acqua adducibile al comprensorio.

In merito al primo fattore è da rilevare subito che, nel caso di canali a pelo libero, l'unica possibilità offerta di aumentare la portata risiede, com'è ovvio, nel residuo « franco » utilizzabile. Poiché, soprattutto nella rete di dispensa, spesso, per ragioni di economia, si è stati piuttosto restrittivi al riguardo (basti pensare ai 3+4 cm, di progetto, per alcuni impianti di esercizio), ne consegue che non sempre le condizioni obiettive permettono di immettere nella rete una portata supplementare.

Quest'ultima, peraltro, può essere disponibile nei casi in cui la rete è alimentata da invasi o serbatoi. È superfluo ricordare, infatti, che le condizioni degli impianti approvvigionati con portate massime prefissate, non sono, nei periodi di utilizzazione totale, migliorabili per indisponibilità di acqua.

Per una più adeguata organizzazione della distribuzione, dunque, appare ormai necessario convergere su soluzioni che comprendano serbatoi di accumulo, opportunamente disposti lungo la rete principale o secondaria.

La necessità di sottrarre una predeterminata portata da quella massima delle ore di punta, ossia l'alleggerimento dell'affollamento di derivazioni, in tali ore, dalla rete di trasporto, dovrà tenere conto della curva di distribuzione dei corpi di acqua; ne consegue che il volume del serbatoio di accumulo, a servizio di unità territoriali escluse dall'alimentazione diretta di detta rete di trasporto durante le ore di distribuzione giornaliera, risulta essere maggiore rispetto a consegne costanti nel tempo.

Per una riduzione di  $Q_{max}$  da  $y_0$  a  $y'_0$ , nella fig. 5 è riportato un esempio di andamento di distribuzione, rispettivamente, per  $y_0 = 86,54$  e per  $y'_0 = 80$  corpi d'acqua da 20 l/sec; la differenza di 130 l/sec comporta un volume di accumulo giornaliero di circa  $m^3$  4.450.

Nei riguardi degli impianti esistenti, ai quali si riferisce, com'è ovvio, l'esperienza finora acquisita, occorre definire opportuni piani per avviare i graduali ammodernamenti che tengano conto, evidentemente, delle evoluzioni accennate in precedenza.

Per diversi impianti si pone il problema dei sollevamenti, in conseguenza della difficoltà topografica di immettere nella rete esistente l'acqua accumulata nei serbatoi. Ma ciò può rappresentare una ulteriore giustificazione per passare da reti di dispensa a pelo libero a reti in pressione con distribuzione « a domanda ».

#### 4.b - EFFICIENZA DEL SISTEMA DI DISTRIBUZIONE

È rappresentata, per prescelti intervalli di tempo, dal rapporto tra il volume di acqua effettivamente consegnata agli utenti o da questi derivata ( $V_c$ ) ed il volume assegnato all'imbocco dei manufatti di consegna o di dispensa ( $V_a$ ):

$$Ed = \frac{V_c}{V_a} 100$$

Si trascura, in questa sede, di entrare nel merito delle perdite connesse con le caratteristiche e le condizioni di funzionalità dei manufatti, o delle apparecchiature, posti in rete per la derivazione dei corpi d'acqua o dei moduli; di competenza di ciascun utente: tali perdite determinano l'efficienza specifica delle opere di distribuzione.

Sembra più importante richiamare la attenzione, invece, sull'efficienza del programma di distribuzione attuato ( $Edp$ ).

Questa è sostanzialmente connessa con la mancata utilizzazione, da parte degli utenti, dell'acqua immessa nella rete, a pelo libero, per il soddisfacimento dei fabbisogni idrici previsti all'inizio o nel corso della stagione irrigua, o per periodi più brevi, sulla base delle dotazioni di progetto.

È il difetto tipico degli impianti concepiti per la distribuzione turnata; corpi d'acqua a turni fissi difficilmente coincidono con le esigenze idriche delle singole colture, variabili nel tempo e nello spazio.

I turni di consegna, per quanto possano essere scrupolosamente calcolati in base alla  $ETp$ , tipo di coltura, dati pedologici, ecc., hanno, quasi sempre, valori medi rispetto agli effettivi fabbisogni. Per cui, per una o più parti del periodo irriguo di una data coltura (particolarmente di quelle intercalari) i turni di consegna possono risultare brevi o lunghi e la loro adozione può, quindi, dar luogo ad eccessi o a difetti di adacquamenti.

Gli utenti, preoccupati dei probabili « difetti », scelgono turni brevi per tutta la stagione irrigua o comunque, per la durata della irrigazione nella propria azienda, anche se sono consapevoli che l'adozione di tali turni brevi sarà, da loro, limitata al solo periodo « critico » della coltura. Ciò ha provocato e provoca cospicui « salti » di turni, con conseguente abbassamento dell'efficienza  $Edp$ .

Una seconda causa di notevole perdita di acqua è rappresentata, sempre nella

rete a pelo libero, dalla mancata programmazione della distribuzione e dal prelievo libero del corpo d'acqua da parte degli utenti.

Dai dati rilevati nel 1967 e nel 1968 in occasione di una indagine su quattro sub-comprensori di Puglia e Lucania, due serviti da rete in pressione e due da canalette ed uno ciascuno dei quali, rispettivamente, con distribuzione programmata e con prelievi diretti da parte degli utenti, sono risultati i seguenti valori della efficienza del programma di distribuzione (rapporto percentuale tra i volumi accettati dagli utenti e quelli immessi nella rete):

1) impianti con distribuzione programmata, con consegne effettuate direttamente a mezzo di personale dell'Ente gestore:

1.a - rete in pressione (da serbatoio di carico)

stagione 1967 . .	90,8 %
stagione 1968 . .	92,7 %
media . . . . .	91,6 %

1.b - rete a pelo libero

stagione 1967 . .	46,1 %
stagione 1968 . .	47,0 %
media . . . . .	46,5 %

2) impianti con operazioni di consegna sostituite da prelievi diretti da parte degli utenti stessi:

2.a - rete in pressione (con presa da canale ripartitore a pelo libero)

stagione 1967 . .	41,1 %
stagione 1968 . .	32,5 %
media . . . . .	35,3 %

2.b - rete a pelo libero

stagione 1967 . .	23,2 %
stagione 1968 . .	20,4 %
media . . . . .	21,5 %

Il rapporto tra i volumi accettati dagli utenti e quelli « prenotati » dagli stessi all'inizio della stagione irrigua, è stato invece il seguente:

1.a - rete in pressione

stagione 1967 . .	82,0 %
stagione 1968 . .	65,0 %
media . . . . .	72,0 %

#### 1.b - rete a pelo libero

stagione 1967 . .	35,5 %
stagione 1968 . .	35,8 %
media . . . . .	35,3 %

#### 2.a - rete in pressione

stagione 1967 . .	47,5 %
stagione 1968 . .	38,6 %
media . . . . .	41,5 %

#### 2.b - rete a pelo libero

stagione 1967 . .	29,1 %
stagione 1968 . .	26,2 %
media . . . . .	27,4 %

#### 4.C - PROBLEMI DELLA MANUTENZIONE DELLA RETE

Il conseguimento degli obiettivi:

— mantenimento della funzionalità idraulica,

— conservazione nel tempo della rete, ha un notevole peso nella gestione degli impianti irrigui. Questo non è solamente connesso con la economia della gestione stessa, ma risente in misura determinante dalle condizioni tecniche entro cui la manutenzione deve realizzarsi.

Delle varie categorie di opere interessate alla manutenzione: opere di presa; canali, vasche di accumulo; condotte; impianti di sollevamento e apparati di misura e controllo delle portate e dei volumi — la cui complessità richiede un esame a sé — in questa sede si vuole porre l'accento solo su alcuni problemi posti dalla *manutenzione della rete a pelo libero*.

Com'è noto, gli interventi manutentori più comuni, per questa categoria, sono:

— l'espurgo del materiale depositatosi sul fondo o comunque di incrostazione,

— il diserbo,

— il ripristino di tratti di sponde od il mantenimento della tenuta delle lastre e dei giunti nei canali rivestiti,

— il ripristino dei giunti con mastici, od altro, e la eventuale sostituzione di elementi nei canali prefabbricati monolitici,

— il trattamento delle parti metalliche (paratoie, saracinesche, griglie, ecc.).

Per effettuare tali interventi occorre, evidentemente, poter accedere alla rete con mezzi meccanici.

Se si considerano separatamente i ca-

nali destinati al solo trasporto dell'acqua nel comprensorio (adduttori, canali principali e secondari) e quelli, più piccoli, destinati esclusivamente alla distribuzione del corpo d'acqua di consegna (dispensatori o canali terziari), può apparire ancora più evidente la necessità, per esempio, che per i canali più grandi gli interventi avvengono quasi sempre con mezzi meccanici. Il movimento di questi non può non avvenire che su una fascia di terreno disponibile almeno lungo una delle due sponde ed in parallelo con queste.

Le canalette, invece, possono essere raggiunte dai mezzi meccanici anche in senso normale alla loro lunghezza.

Nel primo caso, quindi, i canali debbono essere affiancati da una strada di servizio a fondo artificiale o, almeno, da una fascia larga 3 ÷ 4 metri, transitabile con autocarri, trattrici, ecc., in qualsiasi periodo dell'anno. Ne consegue che tale fascia dev'essere sottratta all'esercizio dell'agricoltura e trasformata in una vera e propria strada di servizio.

I canali dispensatori, invece, richiedono una fascia di rispetto (larga metri 1,20 ÷ 1,50) sufficiente al transito del personale addetto alla manutenzione e di attrezzi trainati con piccoli motocarri o a mano (carriole e simili).

Per concludere questo parziale cenno sull'argomento, che si potrebbe indicare come « presupposto » per la manutenzione, sembra utile ricordare che spesso non è sufficiente la sola accessibilità ai canali ma è indispensabile anche una connessa adeguata praticabilità. Ciò senza sottovalutare le necessità di deposito, permanente o provvisorio, lungo la rete, del materiale solido asportato dai canali stessi, proprio per effetto della manutenzione.

L'elenco delle difficoltà che fanno venir meno detto presupposto è certamente lungo; ma bisogna purtroppo ricordare che numerosi ostacoli fanno parte integrante delle stesse opere di irrigazione, quali, per esempio, le opere di derivazione e di misura e gli attraversamenti posti sugli stessi canali.

#### 4.d - TARIFFAZIONE DELL'ACQUA

Anche su questo argomento i richiami vogliono essere brevi ed attinenti a problemi di attualità, le cui soluzioni hanno bisogno di indilazionabile coordinamento.

La ripartizione della spesa a carico dei privati per la esecuzione, *manutenzione ed esercizio* delle opere pubbliche di bonifica (quindi anche la grande maggioran-

za delle opere di irrigazione collettiva) è basata, com'è noto, sul principio generale sancito nel Codice Civile (riveniente dalla legge sulla bonifica integrale) in virtù del quale la ripartizione stessa deve avvenire in ragione dei benefici conseguiti o conseguibili per effetto di tali opere<sup>(12)</sup>.

D'altro canto, per la determinazione del *prezzo di costo* dell'acqua, solo in questi ultimi tempi si sono delineati chiari orientamenti; purtroppo, però, mancano ancora specifiche regolamentazioni da parte degli Organi tutori.

A parte gli aspetti particolari della tariffazione nei primi anni (5 ÷ 8) di funzionamento degli impianti, gli orientamenti mirano alla applicazione di tariffe la cui misura è data dalla necessità di bilanciare integralmente i costi di esercizio e di manutenzione.

Obiettive situazioni di insopportabilità degli oneri da parte degli utenti e preoccupazioni di ordine politico, inducono alcuni Enti gestori a derogare da tale indirizzo generale. Ne consegue che una parte del costo di esercizio e di manutenzione viene attribuita da detti Enti gestori ad altri capitoli del proprio bilancio.

Va da sé che i sistemi di tariffazione non debbono costituire reali ostacoli ad una più rapida utilizzazione dell'acqua da parte degli agricoltori. Con essi, però, bisogna mirare anche ad eliminare disparità, che possano permettere particolari agevolazioni indirette per alcune colture rispetto ad altre.

La tariffazione deve poter permettere la massima valorizzazione dei comprensori irrigui la quale non può essere disgiunta dal più esteso possibile campo di scelta delle colture.

A questo riguardo si pone il problema se la tariffa deve essere monomia, cioè solo proporzionale al consumo di acqua, o binomia con l'introduzione del parametro superficie irrigabile.

Vengono applicate anche *tariffe differenziate* in funzione dei periodi della stagione irrigua in cui viene richiesta l'acqua, ovvero in funzione dei volumi consumati.

In Puglia e Lucania i più comuni metodi di tariffazione sono, per la monomia:

— per ettaro-coltura,

— per durata di consegna del corpo d'acqua base,

— per consumo di acqua (rilevato da contatori volumetrici),

— per ettaro irrigato.

Per la ripartizione della spesa fissa, il riferimento alla sola superficie irrigabile può non essere sempre sufficiente. Si rende necessario, quindi, introdurre uno o più parametri capaci di evidenziare, per esempio, la differente idoneità del terreno a valorizzare l'acqua, o a trarre da questa diverso beneficio.

Nel caso, poi, della quota variabile, negli impianti turnati, occorrerebbe aggiungere al parametro consumo di acqua anche quello relativo al numero di operazioni di consegna.

La maggiore incidenza nel costo di esercizio è data proprio dall'onere per il personale, compreso, evidentemente, quello per gli acquaioli che provvedono alla consegna del corpo d'acqua.

Appare legittimo, pertanto, non applicare tariffa variabile nella stessa misura tra due utenti, i quali, per esempio, pur avendo consumato lo stesso volume di acqua nella stagione irrigua, hanno richiesto turni diversi comportanti operazioni di consegna in numero diverso tra di loro.

Ma la scelta del metodo di tariffazione pur nella sua rilevante importanza, è solo un aspetto del problema generale. Occorre rilevare che la tendenza, di cui si è parlato, di far coincidere le entrate con le spese, se riferita ad ogni singolo impianto, crea ingiustificate differenziazioni tra comprensori serviti da impianti diversi ma che dall'acqua traggono analogo beneficio.

Occorre definire, alla luce della nuova politica agraria, se tale criterio è ancora valido. Non vi è dubbio infatti, che lo stesso mezzo di produzione, di carattere pubblico, ha prezzi diversi a seconda degli Enti che lo forniscono. Sembra, pertanto, che questo problema meriti un più approfondito esame da parte di tutti gli interessati.

L'argomento si può forse chiudere, per ora, con un giudizio espresso a conclusione di incontri con tecnici responsabili della gestione degli impianti irrigui collettivi di Puglia e Lucania.

La tariffa irrigua:

— deve avere una funzione correttiva nei riguardi dei consumi;

— deve essere in rapporto con i costi di manutenzione e di esercizio dell'impianto;

— deve essere stabilita secondo un sistema di tariffazione omogeneo.

<sup>(12)</sup> N. MATARRESE, *Tariffazione irrigua*. «Scienza e Tecnica Agraria», vol. X, n. 11-12 1970, pagg. 383 ÷ 393.

APPENDICE 1

NORME E CONDIZIONI GENERALI PER LA DISTRIBUZIONE IRRIGUA TURNATA (1)

ART. 1

La distribuzione dell'acqua nel comprensorio viene praticata normalmente dal 1° aprile al 31 ottobre.

ART. 2

La consegna dell'acqua all'utente viene effettuata in turni di gg. 3-6-9-12-15 e 18, mediante il corpo d'acqua stabilito per ciascun distretto. In ciascun turno il corpo d'acqua di consegna misurato al rispettivo modulatore verrà messo a disposizione di ciascun utente per la durata dell'orario sottoscritto, consegnandolo alla bocchetta indicata nella richiesta dell'acqua.

ART. 3

Per soddisfare particolari esigenze colturali, a richiesta degli interessati, l'Ente, a suo insindacabile giudizio, potrà disporre che l'acqua sia consegnata ad uno o più utenti in turno diverso da quelli vigenti per il comprensorio, applicando, in relazione al turno ed al periodo, il corrispondente contributo.

ART. 4

L'Ente ha facoltà insindacabile di variare il turno, il corpo d'acqua e la durata giornaliera dell'esercizio irriguo, dandone comunicazione agli utenti.

ART. 5

La richiesta dell'acqua deve essere sottoscritta dal proprietario o dal conduttore dei terreni (affittuario, usufruttuario, enfiteuta, ecc.). Con la sottoscrizione della richiesta d'acqua l'utente assume l'obbligo di non arrecare qualsiasi nocumento al regolare stato di funzionamento della rete irrigua, e manufatti connessi, ubicata nei terreni ai quali la sottoscrizione si riferisce. L'acqua sottoscritta ed assegnata, se non utilizzata in tutto o in parte per fatto non imputabile all'Ente, deve essere dall'utente pagata all'Ente per la quantità sottoscritta.

ART. 6

L'importo del contributo deve essere corrisposto all'amministrazione dell'Ente per un terzo all'atto della sottoscrizione ed il saldo entro e non oltre il 1° luglio successivo. In caso di rinnovo tacito del presente contratto il contributo degli anni successivi potrà essere riscosso in sei rate bimestrali a mezzo degli esattori comunali.

ART. 7

Qualora si verificassero casi di insolvenza l'Ente ha facoltà di sospendere l'erogazione dell'acqua imputando a carico dell'utente moroso oltre il canone d'irrigazione dovuto, gli interessi del 7% annuo, a decorrere dal giorno successivo alla scadenza del pagamento delle spese.

ART. 8

I terreni appartenenti ad un medesimo conduttore, ma che costituiscono separati corpi,

vanno considerati agli effetti della richiesta e distribuzione, come se appartenenti a distinti conduttori.

ART. 9

E vietata la cessione anche parziale dell'uso dell'acqua assegnata.

Tutte le acque residue e le colature provenienti dall'impianto che si raccolgono nel comprensorio irriguo spettano sempre ed esclusivamente all'Ente.

ART. 10

E in facoltà dell'Ente di sospendere le consegne di acqua, salvo ogni altra azione legale, a quegli utenti nei cui terreni si dovessero riscontrare prelievi abusivi d'acqua, immissione nella rete di corpi estranei ovvero qualunque manomissione od alterazione della rete irrigua, relative fasce laterali di rispetto, paratoie ed ogni altro manufatto dell'impianto.

ART. 11

Ciascun proprietario è tenuto ad eseguire nei propri terreni i canali colatori necessari allo smaltimento delle acque esuberanti. La cura e l'onere per la costruzione e la manutenzione di detti colatori sono a carico del proprietario.

ART. 12

I proprietari sono tenuti a dare passaggio attraverso i propri terreni ai canali d'irrigazione e colatori occorrenti alle altre proprietà del comprensorio irriguo salvo, la corresponsione, da parte di queste di giusta indennità.

ART. 13

L'Ente può ridurre o sospendere la distribuzione dell'acqua, in una parte del comprensorio, quando, a suo giudizio insindacabile, le esigenze funzionali lo rendano necessario.

Gli utenti non avranno diritto ad indennizzo.

ART. 14

Gli utenti non hanno diritto ad indennizzo per i disperdimenti che si dovessero verificare a valle dei misuratori.

ART. 15

Le manovre di apertura e chiusura delle bocchette sui canali sono eseguite, a cura dell'Ente, a mezzo di acquaioli.

ART. 16

Nessun utente può ostacolare l'acquaiolo durante il disimpegno del suo mandato e ciò anche quando fosse ritenuto in colpa. L'utente può solo reclamare alla direzione generale dell'Ente.

ART. 17

Qualunque reclamo non esime l'utente dalla adempienza dei suoi obblighi.

ART. 18

Per la custodia e la tutela delle opere irrigue di interesse collettivo e di quelle comunque in uso dell'Ente sono applicabili le vigenti disposizioni di polizia in materia di opere idrauliche e di bonifica.

ART. 19

Il personale dell'Ente, adibito alla sorveglianza e custodia delle opere, è autorizzato ad elevare verbale di contravvenzione alle norme in materia di polizia idraulica, ai sensi dell'articolo 70 del R.D. 13 febbraio 1933 n. 215.

(1) Stabilite per i comprensori irrigui dell'Ente per lo sviluppo dell'irrigazione e la trasformazione fondiaria in Puglia e Lucania.

#### ART. 15

Il consumo annuale sarà determinato in base a rilievi effettuati durante un periodo compreso tra il 15 ottobre ed il 15 dicembre.

Ogni utente pagherà per ogni idrante un contributo annuo complementare uguale alla tassa fissa per idrante, oltre alle tasse di cui fosse debitore in qualità di aderente o di avente il diritto di un aderente.

#### ART. 16

I ruoli di irrigazione saranno stabiliti dal Consorzio nel corso del mese di gennaio e messi immediatamente in riscossione.

Tre mesi dopo la messa in riscossione le somme dovute saranno maggiorate da una penale del 10%. Essi comprendono la quota fissa dell'anno a cui si riferiscono e la tassa di consumo dell'anno precedente. Il ruolo sarà intestato a nome del conduttore, ma in tutti i casi l'aderente (proprietario o garante) resterà responsabile per il pagamento del conduttore o utente.

#### ART. 17

La rete, compresi gli idranti, le spese, i contatori e tutti gli accessori messi in opera dal Consorzio, appartengono a quest'ultimo. Gli aderenti al Consorzio sono personalmente responsa-

bili delle installazioni poste sui loro terreni e sono corresponsabili delle installazioni intermedie. Devono astenersi dal portare qualsiasi modifica a dette installazioni. Gli irriganti sono tenuti, a richiesta del Consorzio, ad eseguire i lavori necessari per proteggere gli idranti e le prese contro gli urti e contro le gelate.

Ogni eventuale danno delle installazioni ed ogni irregolarità dei contatori deve essere immediatamente segnalato al Consorzio dall'irrigante che è responsabile delle installazioni.

#### ART. 18

È espressamente proibito deviare le acque, in qualsiasi modo, alterare in modo fraudolento i contatori, utilizzare l'acqua di irrigazione per bisogni diversi dall'irrigazione delle colture e/o fuori la stagione irrigua.

Ogni infrazione al regolamento sarà punita con sanzioni amministrative indipendentemente da procedimenti civili o penali.

Inoltre, i danni dovuti a cattiva sorveglianza, il mancato pagamento dei canoni entro l'anno successivo alla messa in riscossione del ruolo, o recidive concernenti le altre infrazioni, potranno comportare, a giudizio del Consorzio, chiusura temporanea o definitiva dell'idrante.

I tentativi di infrazione saranno puniti come le infrazioni stesse.