



ASSOCIAZIONE IDROTECNICA ITALIANA

**Corso di
GESTIONE DEI SERVIZI IDRICI**

Università degli Studi ROMA TRE



Strumentazione per gli acquedotti

**dott. ing. Bruno Bosco
Esperto settore misure e controlli**

PRINCIPALI OPERE ACQUEDOTTISTICHE

IL SERVIZIO IDRICO INTEGRATO

1. presa
2. sollevamento
3. trattamento
4. accumulo
5. trasporto e distribuzione
6. misurazione
7. aeratore
8. decantazione
9. raccolta dei fanghi
10. decantatore secondario
11. scarico dell'acqua depurata



PRINCIPALI OPERE ACQUEDOTTISTICHE



PRINCIPALI OPERE ACQUEDOTTISTICHE

OPERE DI PRESA

Cunicoli



Gallerie



Pozzi



PRINCIPALI OPERE ACQUEDOTTISTICHE

OPERE DI ADDUZIONE

Canali



Condotte



PRINCIPALI OPERE ACQUEDOTTISTICHE

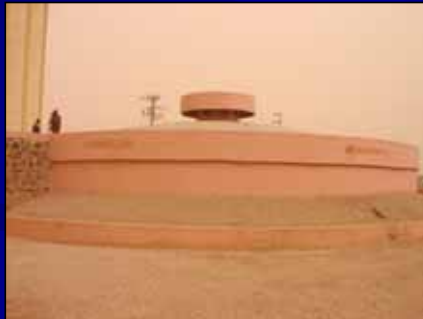
OPERE DI ACCUMULO

SERBATOI

Interrati

Semi - Interrati

Pensili



PRINCIPALI OPERE ACQUEDOTTISTICHE

OPERE DI DISTRIBUZIONE

```
graph TD; A[OPERE DI DISTRIBUZIONE] --> B[Condotte primarie]; A --> C[Condotte secondarie];
```

Condotte primarie

Condotte secondarie

STAZIONI DI POMPAGGIO

```
graph TD; A[STAZIONI DI POMPAGGIO] --> B[Vasche di presa]; B --> C[Condotte prementi]; C --> D[Serbatoio di arrivo];
```

Vasche di presa

Condotte prementi

Serbatoio di arrivo

STRUMENTAZIONE PER GLI ACQUEDOTTI

Le grandezze fisiche in gioco nelle principali opere acquedottistiche e i relativi strumenti di misura sono:

Portate (m^3/s)



Venturimetri, misuratori elettromagnetici e misuratori ad ultrasuoni



Livelli (m)



Misuratori a galleggiamento e misuratori piezometrici



Pressioni (bar)



Manometri e Manografi



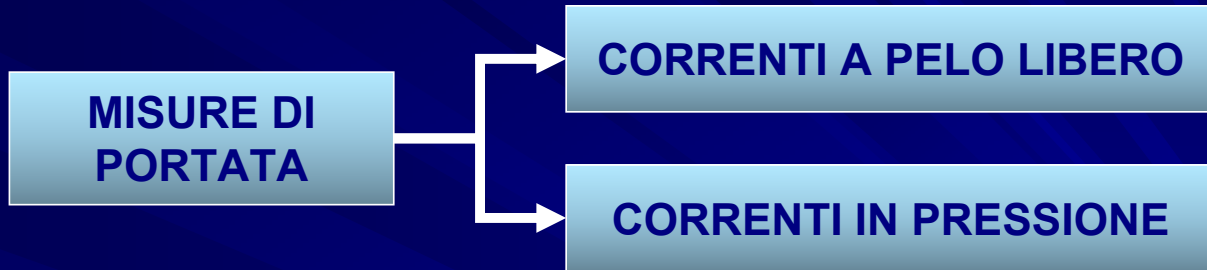
Volumi (m^3)



Contatori idraulici



MISURE DI PORTATA



La differenza sostanziale esistente tra le misure su correnti a pelo libero e quelle effettuate su condotte in pressione, riguarda l'elemento "primario" il cui scopo è di trasformare le variazioni di portata in corrispondenti variazioni di una grandezza "ausiliaria" (livello, pressione differenziale) proporzionale alla portata istantanea ma misurabile direttamente con assai maggior facilità.

$$Q = k \cdot \sqrt{\Delta H}$$

MISURE DI PORTATA

MISURATORI DI PORTATA ISTANTANEA

forniscono localmente l'indicazione istantanea della portata, la registrazione grafica del suo andamento nel tempo e, se richiesto, la totalizzazione dei volumi erogati

**CORRENTI A
PELO LIBERO**

**MISURATORI
DEL LIVELLO DELL'ACQUA**

**CORRENTI IN
PRESSIONE**

1. MISURATORI DI PRESSIONE DIFFERENZIALE (accoppiati con un organo di strozzamento);
2. MISURATORI ELETTROMAGNETICI;
3. MISURATORI A ULTRASUONI.

**IN
LINEA**

MISURE DI PORTATA SU CORRENTI IN PRESSIONE

MISURATORI DI PRESSIONE DIFFERENZIALE 1/3

**CORRENTI IN
PRESSIONE**

**Organo di
contrazione o di
strozzamento**

**Calcolato e costruito in
maniera tale da generare una
pressione differenziale tra
monte e valle del dispositivo
stesso, proporzionale alla
velocità e quindi alla portata
istantanea, essendo nota e
costante la sezione**

MISURE DI PORTATA SU CORRENTI IN PRESSIONE

MISURATORI DI PRESSIONE DIFFERENZIALE 2/3

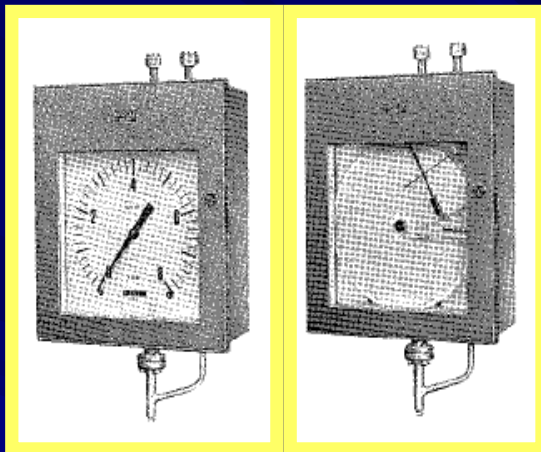


L'installazione degli organi di contrazione sulle condotte deve rispondere a precise norme riguardanti non soltanto i tratti rettilinei liberi rispetto a monte e a valle degli organi stessi, ma anche la loro posizione rispetto alla linea piezometrica, quando vengono collegati con gli strumenti di misura a manometro differenziale.

La pressione differenziale generata dagli organi di contrazione viene rilevata con i classici misuratori a manometro differenziale che trovano applicazione per ampi campi di portata e pressione.

MISURE DI PORTATA SU CORRENTI IN PRESSIONE

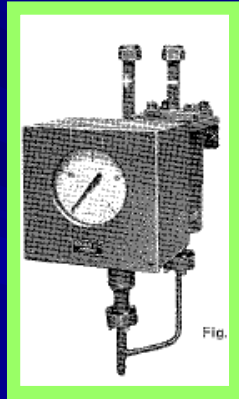
MISURATORI DI PRESSIONE DIFFERENZIALE 3/3



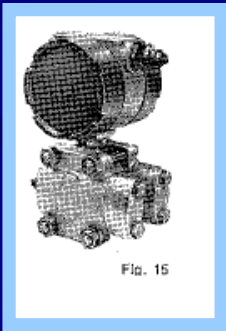
Indicatori istantanei di portata



Registratore grafico dell'andamento della portata nel tempo



Totalizzatore



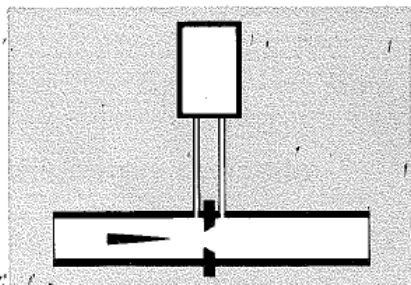
Trasmittitore di tipo completamente elettronico

Fig. 15

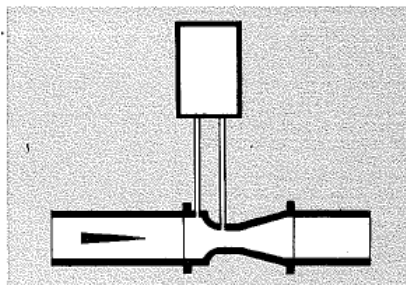
MISURE DI PORTATA SU CORRENTI IN PRESSIONE

ORGANI DI STROZZAMENTO

TUBI VENTURI e DIAFRAMMI



DIAFRAMMI



TUBI VENTURI

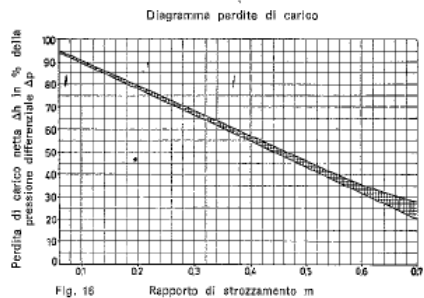
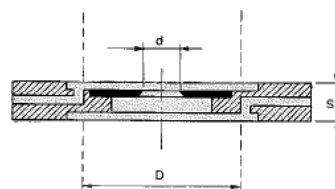


Fig. 18



DIAFRAMMI

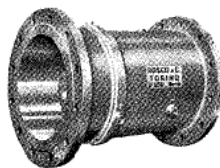


Fig. 19

TUBI VENTURI fino al DN 300

D. mm	50	65	80	100	125	150	175	200	225	250	275	300
L. mm	200	225	225	250	275	300	325	350	400	450	500	550

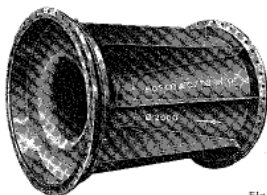


Fig. 20

TUBI VENTURI oltre al DN 300

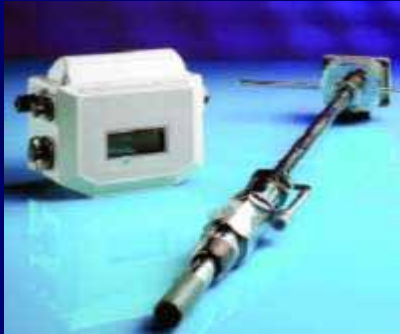
D. mm	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1200
L. mm	625	700	750	800	900	1000	1200	1400	1600	1800
D. mm	1400	1500	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000
L. mm	2000	2100	2200	2400	2600	2800	3000	3200	3400	3600

MISURE DI PORTATA SU CORRENTI IN PRESSIONE

MISURATORI IN LINEA



Elettromagnetico (a tubo pieno)



Elettromagnetico (a inserzione)

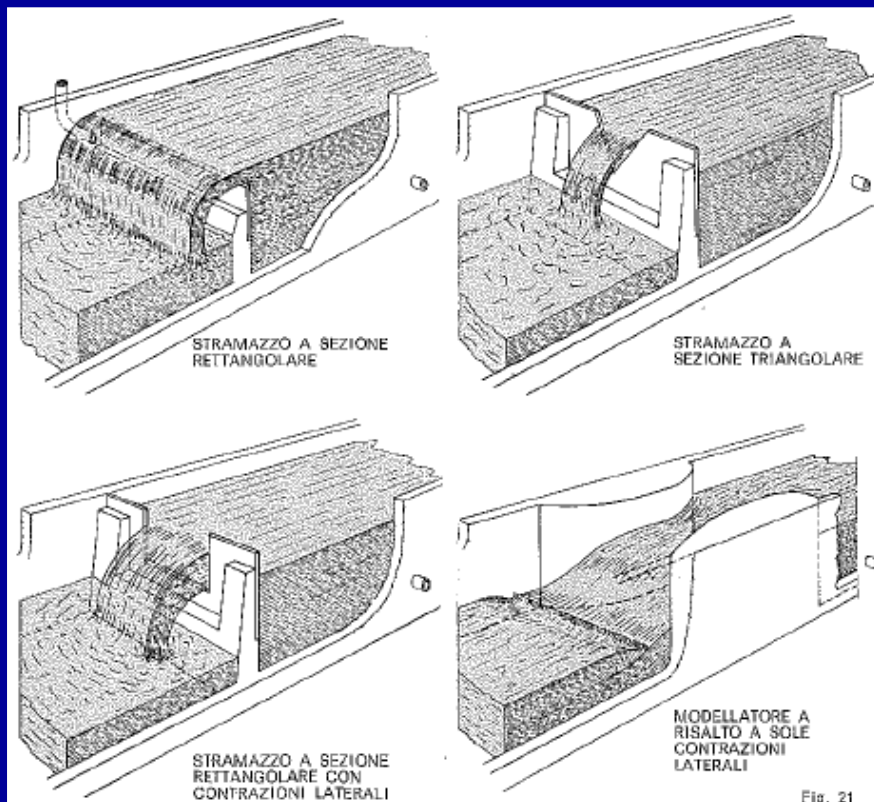
Ultrasuoni



MISURE DI PORTATA SU CORRENTI A PELO LIBERO

ELEMENTO PRIMARIO

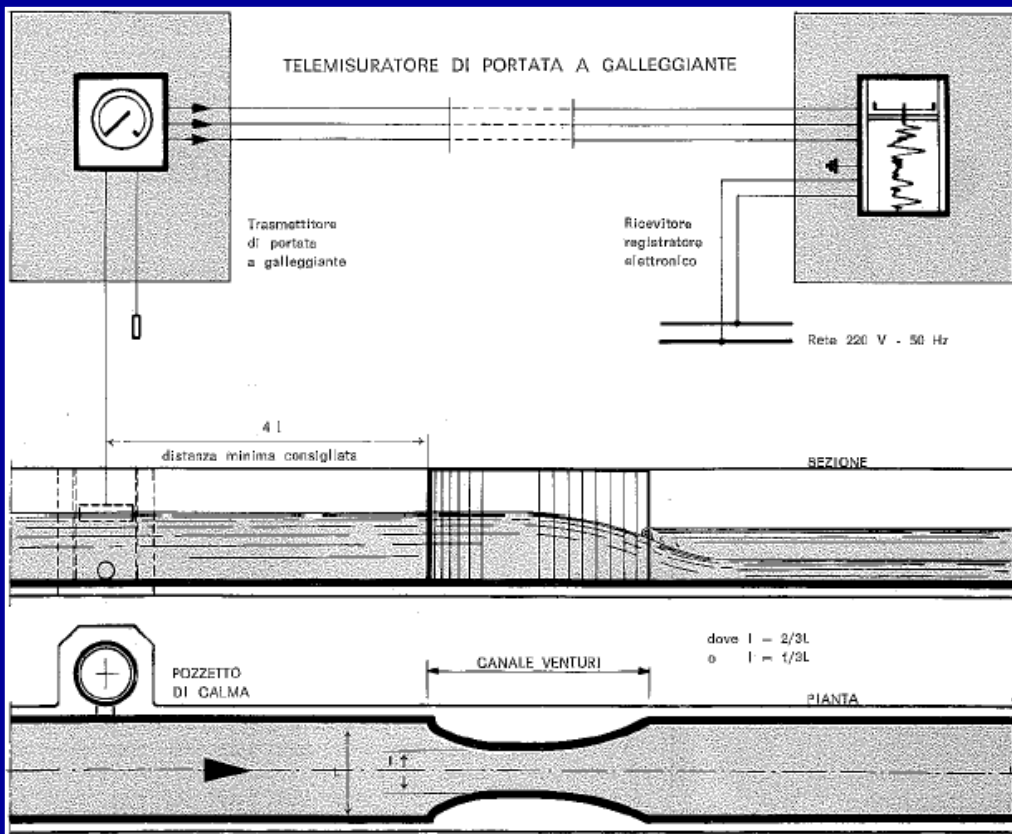
Manufatto che modifica la sezione del canale introducendo delle variazioni di profilo sul fondo e/o sulle pareti del canale stesso



provoca una variazione di livello proporzionale alla variazione della portata istantanea

MISURE DI PORTATA SU CORRENTI A PELO LIBERO

Le variazioni di livello generate a monte possono essere rilevate:

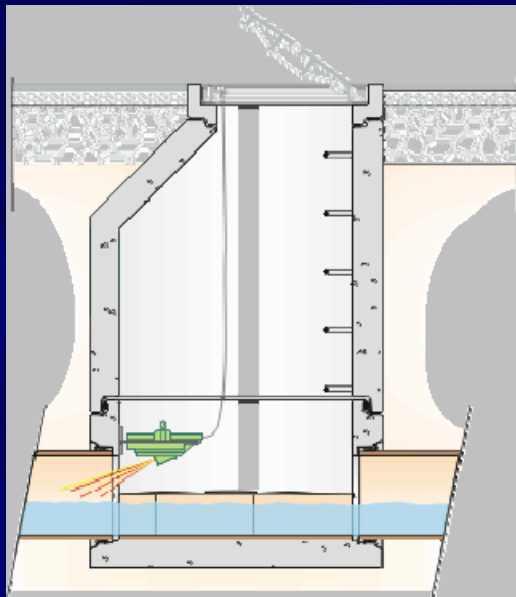


a) DIRETTAMENTE
con misuratori a galleggiante, con trasmissione a fune o ad asta rigida;

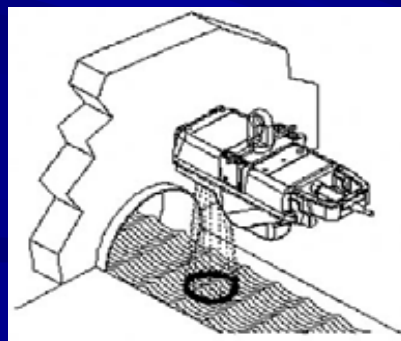
b) INDIRETTAMENTE
con misuratori a sonda pneumatica nei quali il segnale trasmesso dall'aria compressa agisce su equipaggi a manometro differenziale o ad elemento elastico (corpo molleggiante).

MISURE DI PORTATA SU CORRENTI A PELO LIBERO

Misure non a contatto: FLOW RADAR



Il tempo richiesto dal fascio di onde per raggiungere il liquido e tornare al sensore è detto intervallo di tempo. Questo viene registrato più volte al secondo ad una velocità costante. Dati i valori conosciuti di velocità dell'impulso e intervallo di tempo, il sensore calcola la distanza del fluido.



Il sensore, installato sopra il flusso del canale, crea un fascio di microonde al di sopra della superficie del fluido al centro del canale. Il sensore misura la velocità superficiale del fluido in movimento determinando lo spostamento delle frequenze tra quella di trasmissione e la frequenza del segnale riflesso dalla superficie. Questa differenza di frequenza è detta Doppler Shift. La velocità misurata in superficie è poi convertita in velocità media del fluido utilizzando equazioni idrauliche. Il livello del liquido è misurato dal metodo di rilevazione dell'eco ultrasonico con il fascio diretto in verticale dal sensore al fluido.

MISURE DI LIVELLO



Tutti questi strumenti possono fornire l'indicazione e/o la registrazione locale ed essere equipaggiati per la trasmissione a distanza dei dati e per l'azionamento di allarmi e/o comandi.

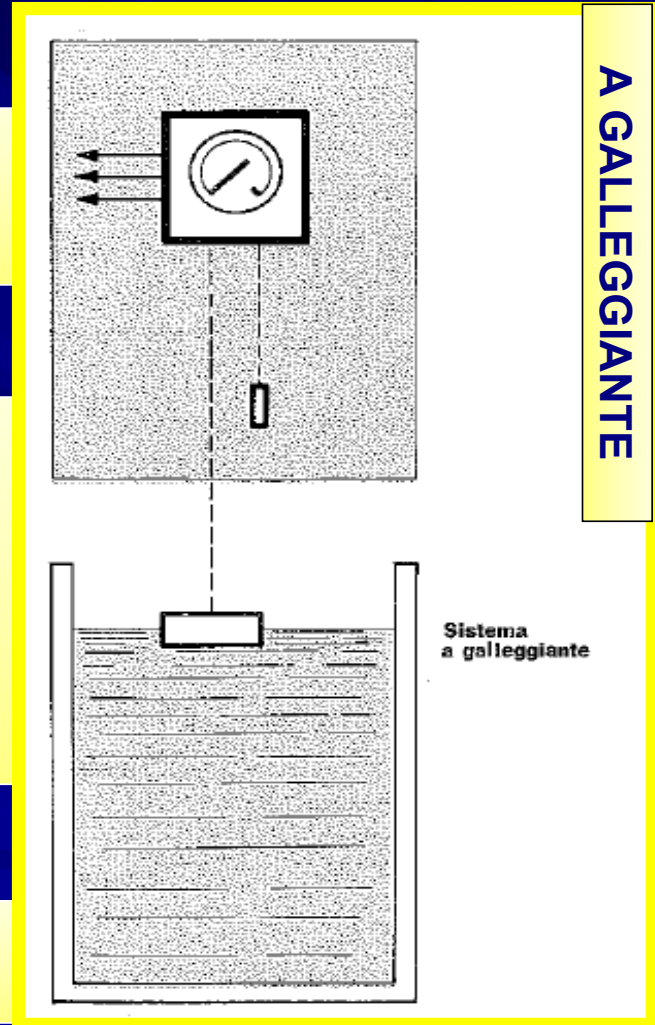
MISURE DI LIVELLO

MISURATORI DI LIVELLO (a funzionamento meccanico)

Questo tipo di strumento è installato in genere in serbatoi di tipo interrato e seminterrato

è costituito da un galleggiante zavorrato che segue le variazioni del livello del liquido e le trasmette ad una puleggia metrica collegata con l'indice di misura e con l'eventuale equipaggio scrivente.

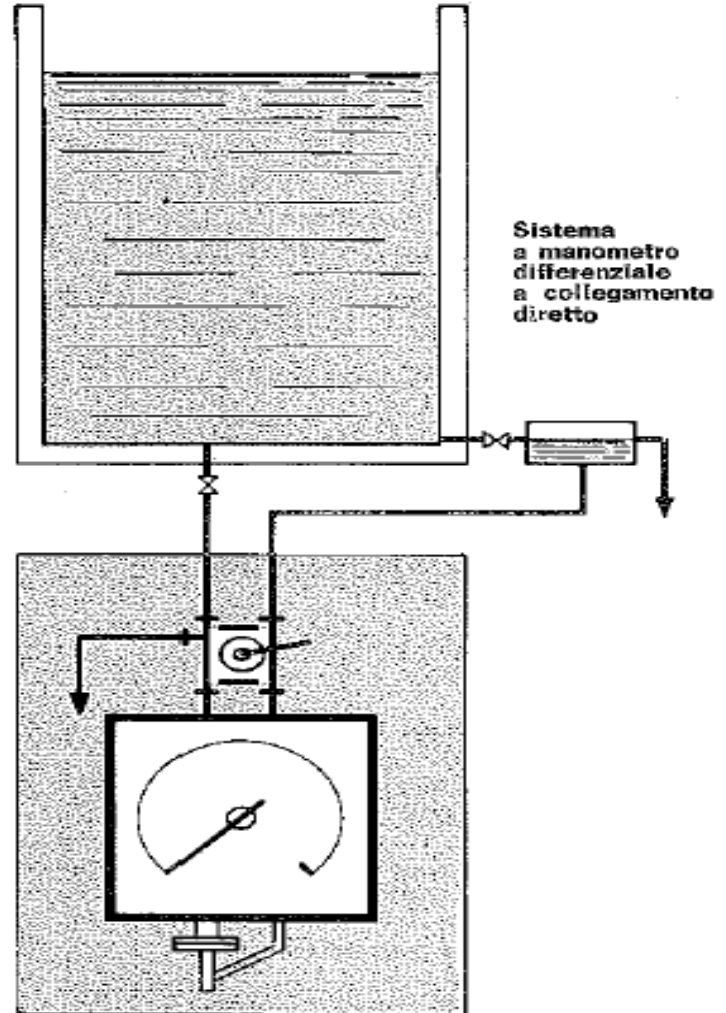
Il campo di impiego di questi misuratori è: min 0÷250 mm, max 0÷15 m.



MISURE DI LIVELLO

MISURATORI DI LIVELLO (a collegamento diretto)

Per una misura più precisa, peraltro, si impiegano i misuratori a manometro differenziale collegando il vaso + con il fondo del serbatoio e il vaso - con un vaso di sfioro posto in corrispondenza del livello zero.



MISURE DI PRESSIONE

**MISURATORI DI LIVELLO
(a collegamento diretto)**

manometri differenziali

**manometri ad elemento
elastico (molla Bourdon o
corpo molleggiante)**

**collegati direttamente al fondo del serbatoio e
sottoposti ad esso**

**Il fluido di servizio è il liquido stesso contenuto nel serbatoio e
l'indicazione che si rileva va depurata della differenza di quota tra
lo strumento e il fondo del recipiente**

MISURE DI LIVELLO

MISURATORI DI LIVELLO (a collegamento indiretto)

Possono essere impiegati in ogni tipo di serbatoio

**la misura è indipendente dalla differenza di quota tra
il recipiente e lo strumento**

MISURE DI PORTATA SU CORRENTI A PELO LIBERO

MISURATORI DI LIVELLO (a collegamento indiretto)

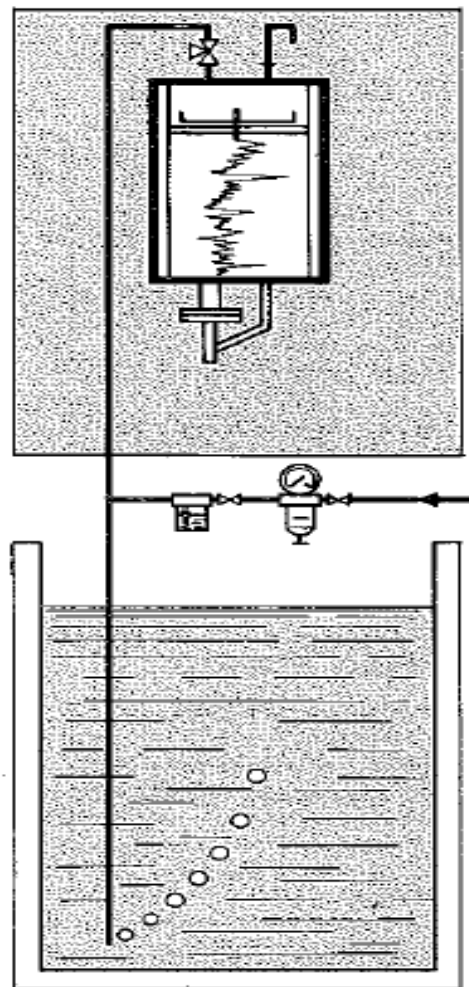
l'altezza del liquido viene determinata misurando la pressione dell'aria immessa in un tubo sonda immerso nel liquido stesso ed avente l'estremità alla quota zero di riferimento. Quando la pressione dell'aria nel circuito sonda-strumento equilibra la pressione idrostatica esercitata dal liquido sulla sezione terminale della sonda stessa, si può leggere direttamente sullo strumento la misura del livello del liquido, di peso specifico noto.

alimentazione dell'aria
compressa

intermittente

continua

registrazione grafica



Sistema a sonda
pneumatica

MISURE DI PRESSIONE

I misuratori di pressione sono un importante elemento di controllo, saltuario o continuativo, per le reti acquedottistiche.

- Manometri

a corpo molleggiante

viene impiegato nel campo
 $0 \div 1 \text{ Kg/cm}^2$

a molla Bourdon

per pressioni superiori

- Manografi

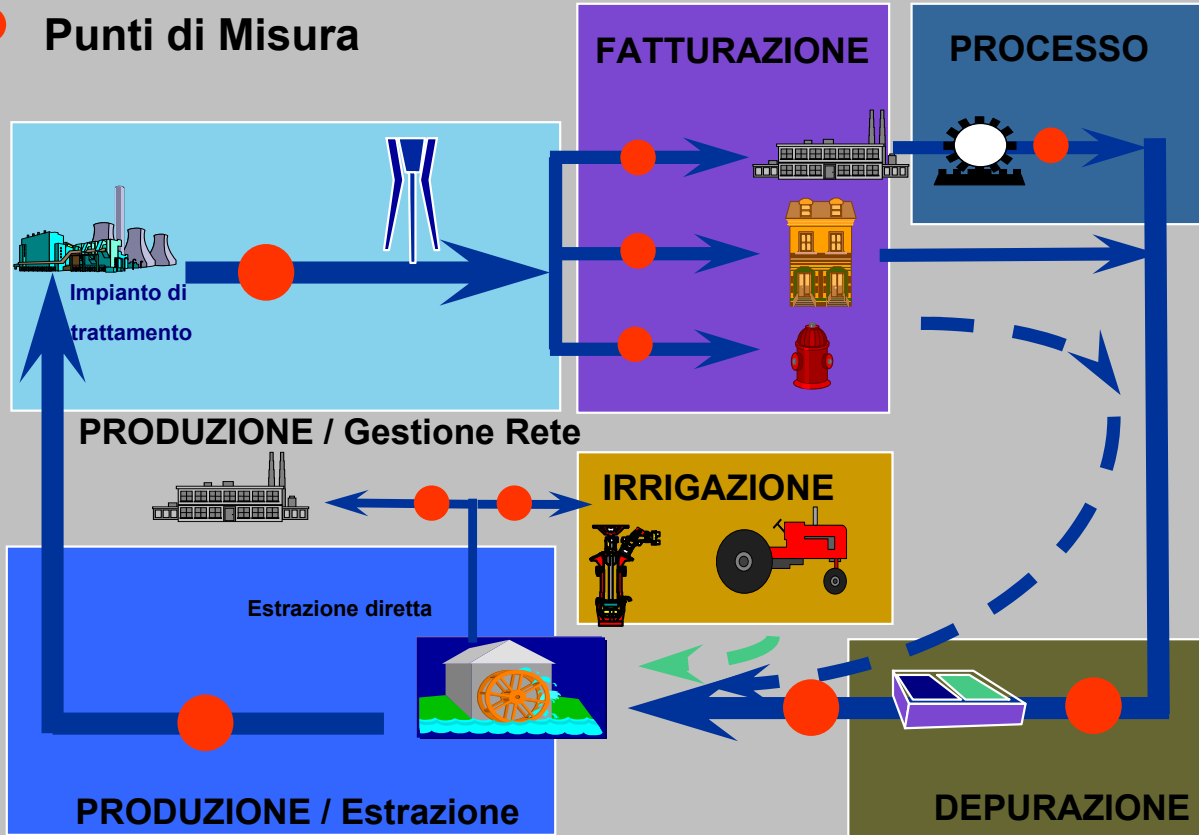
registrano su disco o su nastro le variazioni della
pressione nel tempo.

Il modello di tipo portatile è particolarmente adatto per le
prove di tenuta durante i collaudi delle nuove condotte e
per i controlli periodici delle pressioni in punti significativi
sia delle adduttrici che delle reti urbane.

- Misuratori di pressione a membrana collegati a datalogger

I PUNTI DI MISURA

Punti di Misura



CONTATORI D'ACQUA

**UTENZE PRIVATE
ACQUEDOTTISTICHE**

UTENZE DOMESTICHE

**SCUOLE, CASERME,
OSPEDALI, STABILIMENTI
INDUSTRIALI...**

**PICCOLI CONTATORI
[da 3/8" o 1/2"]**

**GRANDI CONTATORI
[fino 500 mm]**

scelta del tipo e del calibro

diagrammi caratteristici dei vari modelli e dei calibri

accertare che la portata da erogare rientri nel campo di normale impiego del contatore prescelto

verificare che la perdita di carico del contatore stesso alla portata massima prevista sia compatibile con le caratteristiche dell'impianto

CONTATORI D'ACQUA

TIPOLOGIE CONTATORI D'ACQUA A VELOCITA' [piccolo, medio e grande calibro]

- Misurano la velocità del fluido passante, proporzionale al numero di giri della turbina o mulinello, che moltiplicata per la sezione di passaggio fornisce il volume che passa istantaneamente nel contatore.
- Sono i più diffusi in Italia, impiegati per il controllo di piccole medie e grandi portate.

CONTATORI D'ACQUA VOLUMETRICI [piccolo calibro]

- Il fluido passante riempie delle cavità di volume noto; con sistemi vari, il numero di cavità riempite viene contato fornendo così la quantità di fluido passato.
- Il loro uso (diffuso all'estero) può essere ammesso unicamente con acque a bassissima durezza e prive di particelle in sospensione, acque cioè compatibili con il principio costruttivo più sofisticato.

CONTATORI D'ACQUA

TIPOLOGIE DI CONTATORI D'ACQUA A VELOCITA' per il controllo di piccole, medie e grandi portate

A TURBINA

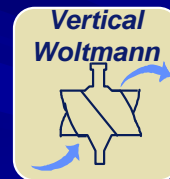
- a getto unico
- a getto multiplo



- a quadrante totalmente bagnato
- a quadrante bagnato con rulli di lettura protetti
- a quadrante asciutto

A MULINELLO con asse verticale (Woltmann)

turbina elicoidale



A MULINELLO con asse orizzontale (Woltmann)

in esecuzione chiusa

in esecuzione a revisione



CONTATORI D'ACQUA

I componenti principali di un contatore sono:

1. Elemento di misura:

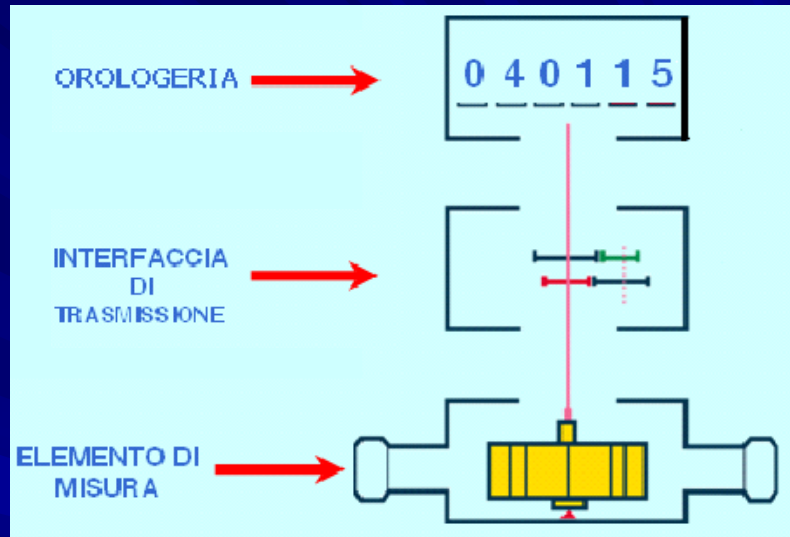
- turbina;
- mulinello.

2. Interfaccia di trasmissione:

- tramite un cinematismo meccanico;
- accoppiamento magnetico.

3. Orologeria:

- superdry - orologeria fuori dall'acqua;
- rulli protetti con liquido in scatola separata;
- bagnata - orologeria in acqua.



MISURA DELLE CARATTERISTICHE QUALITATIVE DELL'ACQUA

TORBIDIMETRI E LIMPIDIMETRI

CONDUTTIVIMETRI

ACIDOMETRI

OSSIGENO DISCIOLTO

CORO RESIDUOMETRI

MISURA DELLE CARATTERISTICHE QUALITATIVE DELL'ACQUA

TORBIDIMETRI E LIMPIDIMETRI

(1/2)

TORBIDITA'

La **torbidità** dell'acqua e dei liquidi in genere è provocata da microparticelle solide di natura varia che in essi si trovano in sospensione;

le sue variazioni possono, per l'acqua potabile, essere indizio di inquinamento da sostanze sia organiche che inorganiche.

Il principio di misura è basato sull'effetto TYNDALL

**viene cioè misurata l'intensità della luce diffusa
secondo un certo angolo**

MISURA DELLE CARATTERISTICHE QUALITATIVE DELL'ACQUA

Il funzionamento del torbidimetro è il seguente:

(2/2)

una sorgente luminosa genera un raggio luminoso che colpisce uno specchio oscillante, il quale a sua volta genera due raggi luminosi:

raggio di misura

raggio di confronto

I due raggi attraversano rispettivamente il campione di acqua in esame ed uno standard di confronto; ad un fotomoltiplicatore vengono inviati il raggio proveniente dallo standard di confronto ed il raggio costituito dalla luce diffusa sotto un certo angolo dalle particelle solide in sospensione nell'acqua.

Una differenza tra le intensità luminose dei due raggi che giungono al fotomoltiplicatore genera, all'uscita di quest'ultimo, un segnale elettrico che, opportunamente amplificato, comanda un servomotore al quale è accoppiato un diaframma che varia l'intensità del raggio di confronto.

Il movimento del servomotore cessa quando il segnale in uscita dal fotomoltiplicatore si annulla e cioè quando i due raggi luminosi hanno la stessa intensità. Al diaframma è accoppiato meccanicamente un tamburo graduato che permette di leggere il valore della torbidità.

MISURA DELLE CARATTERISTICHE QUALITATIVE DELL'ACQUA

CONDUTTIVIMETRI

(1/2)

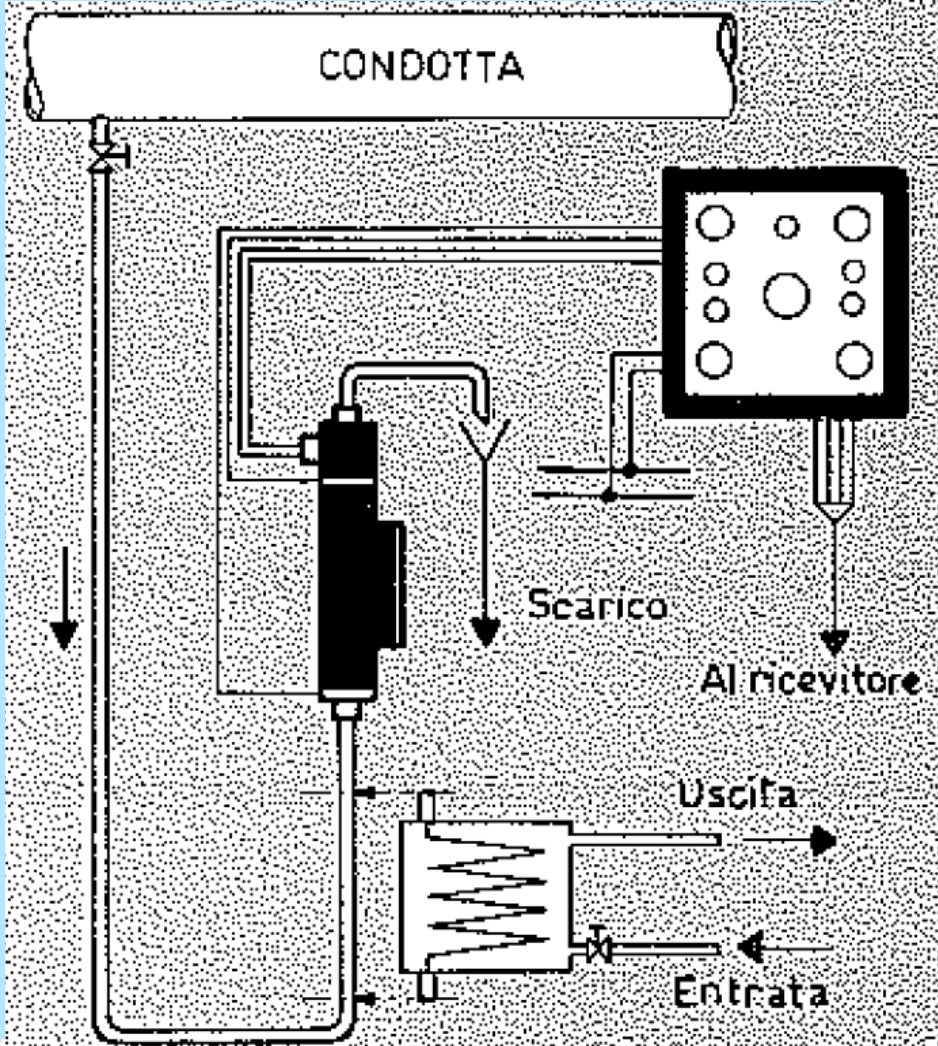
CONDUCIBILITÀ

La conduttività delle acque è una grandezza le cui variazioni possono essere **indice di inquinamento chimico**.

La conducibilità elettrica di una soluzione acquosa di sali è dovuta alla presenza di **ioni positivi e negativi** generati dalla dissociazione elettrolitica delle molecole dei sali in essa disciolti. A parità di temperatura il grado di dissociazione è, per ogni soluzione di un determinato sale, **direttamente proporzionale alla quantità del sale in diluizione** e cioè, in altre parole, alla sua concentrazione.

Il valore della conducibilità esprime quindi il contenuto di sale nella soluzione se riferito ad un determinato sale. Questa limitazione è dovuta al fatto che, a parità di concentrazione, la conducibilità varia secondo il tipo di sale.

L'apparecchiatura per la misura continua della conducibilità di una soluzione (contenuto salino) è costituita da una **cella di misura** (elettrodo) che viene attraversata dall'acqua da analizzare, da una **termoresistenza** per la compensazione dell'effetto della temperatura **strumento rivelatore**. L'elettrodo e la termoresistenza sono inseriti su un circuito a ponte alimentato in c. a. per evitare fenomeni di elettrolisi e di polarizzazione degli elettrodi.



MISURA DELLE CARATTERISTICHE QUALITATIVE DELL'ACQUA

ACIDOMETRI

(1/2)

Servono per misurare la concentrazione di basi o di acidi presenti in un liquido, e quindi possono rivelare uno stato di **inquinamento da sostanze chimiche di ogni genere**.

ACIDITA'

Il grado di acidità o basicità di una soluzione acquosa diluita è quantitativamente determinato dalla **concentrazione degli ioni H^+ e OH^-** in essa presenti per dissociazione.

Come è noto, la concentrazione di ioni H^+ è inversamente proporzionale alla concentrazione di ioni OH^- e il loro prodotto è costante ed uguale a 10^{-14} (alla temperatura di $18^\circ C$).

La misura della concentrazione di ioni H^+ , esprime il grado di acidità della soluzione.

pH

Per praticità, si è convenuto di esprimere il grado di acidità con il cologaritmo in base 10 della concentrazione degli ioni H^+ , denominandolo pH.

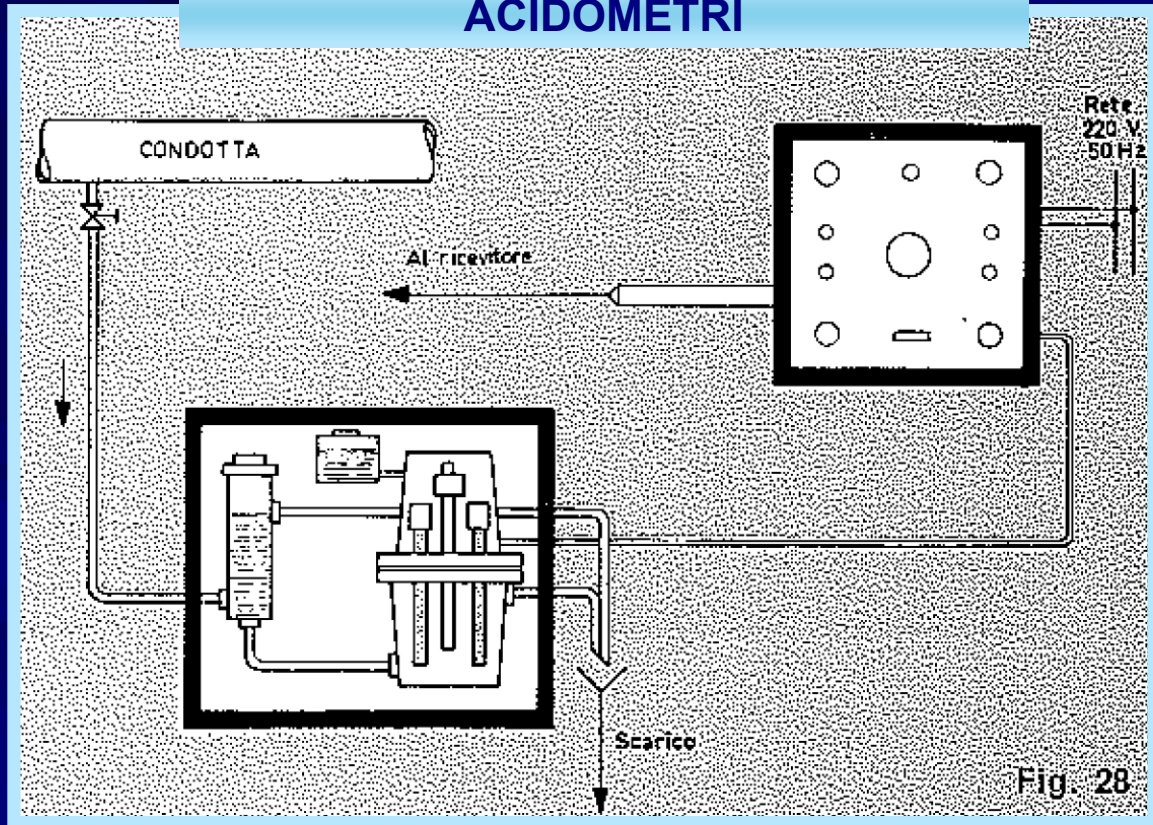


Fig. 28

Il valore del pH si può praticamente ricavare mediante la legge di Nernst, effettuando la misura della forza elettromotrice ai capi di due elettrodi immersi nella soluzione.

MISURA DELLE CARATTERISTICHE QUALITATIVE DELL'ACQUA

OSSIGENO DISCIOLTO

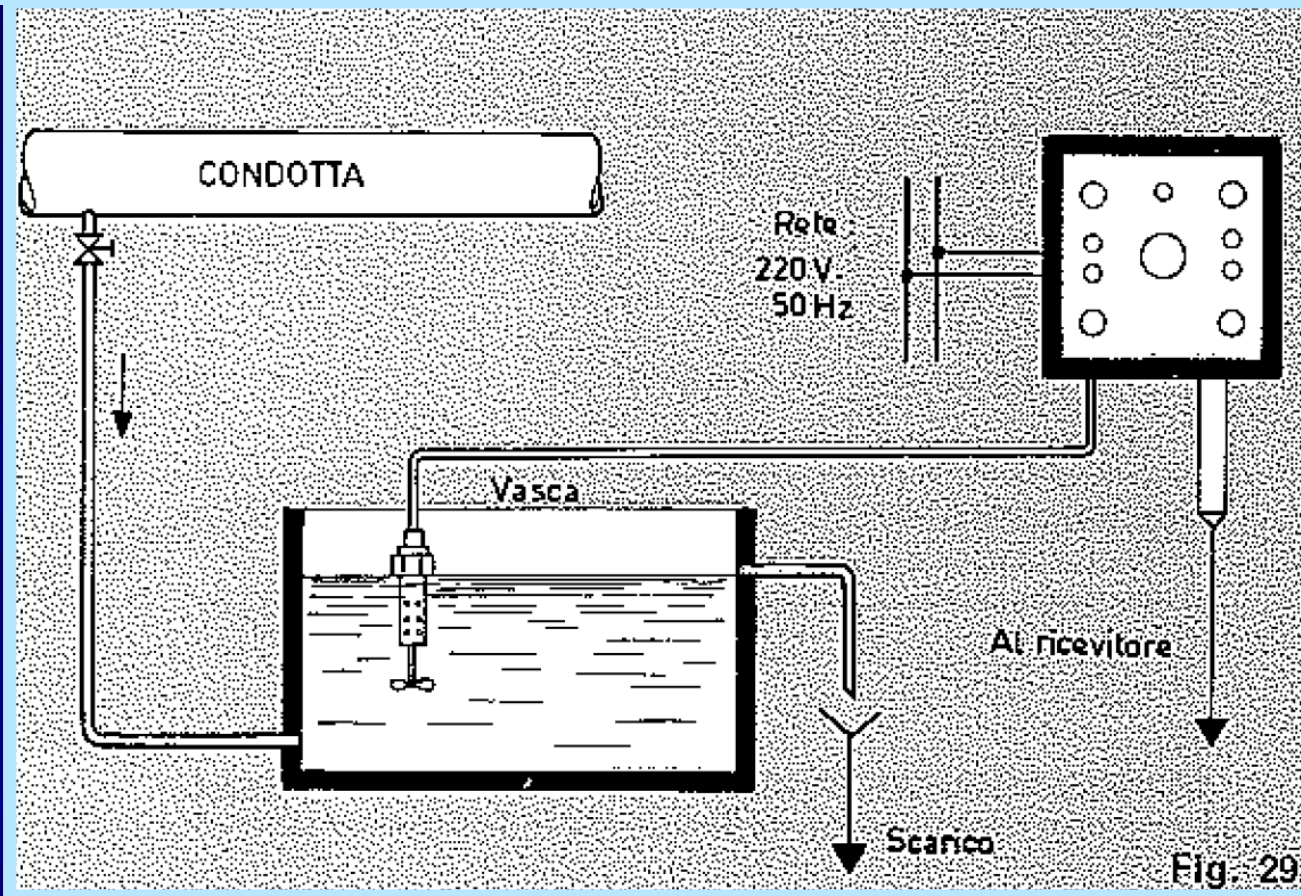
(1/2)

La concentrazione di ossigeno disciolto nell'acqua è una grandezza fondamentale per determinare il **grado di inquinamento** dell'acqua stessa.

La misura viene effettuata applicando una **tensione di polarizzazione** tra due elettrodi costituiti da un **catodo d'oro** e un **anodo di argento** e misurando la risultante corrente circolante nel circuito.

I due elettrodi, avvolti da una **soluzione elettrolitica**, reagiscono in un determinato modo quando l'ossigeno penetra nella cella elettrolitica attraverso una **membrana in teflon** permeabile all'ossigeno stesso.

OSSIGENO DISCIOLTO



La corrente prodotta dalla reazione elettrochimica agli elettrodi è proporzionale alla quantità di ossigeno diffusa attraverso la membrana.

MISURA DELLE CARATTERISTICHE QUALITATIVE DELL'ACQUA

CORO RESIDUOMETRI

(1/2)

L'apparecchiatura che effettua la misura è costituita da una cella di misura, in cui defluisce l'acqua da analizzare, da due elettrodi immersi nella cella, e da uno strumento elettrico milliamperometrico.

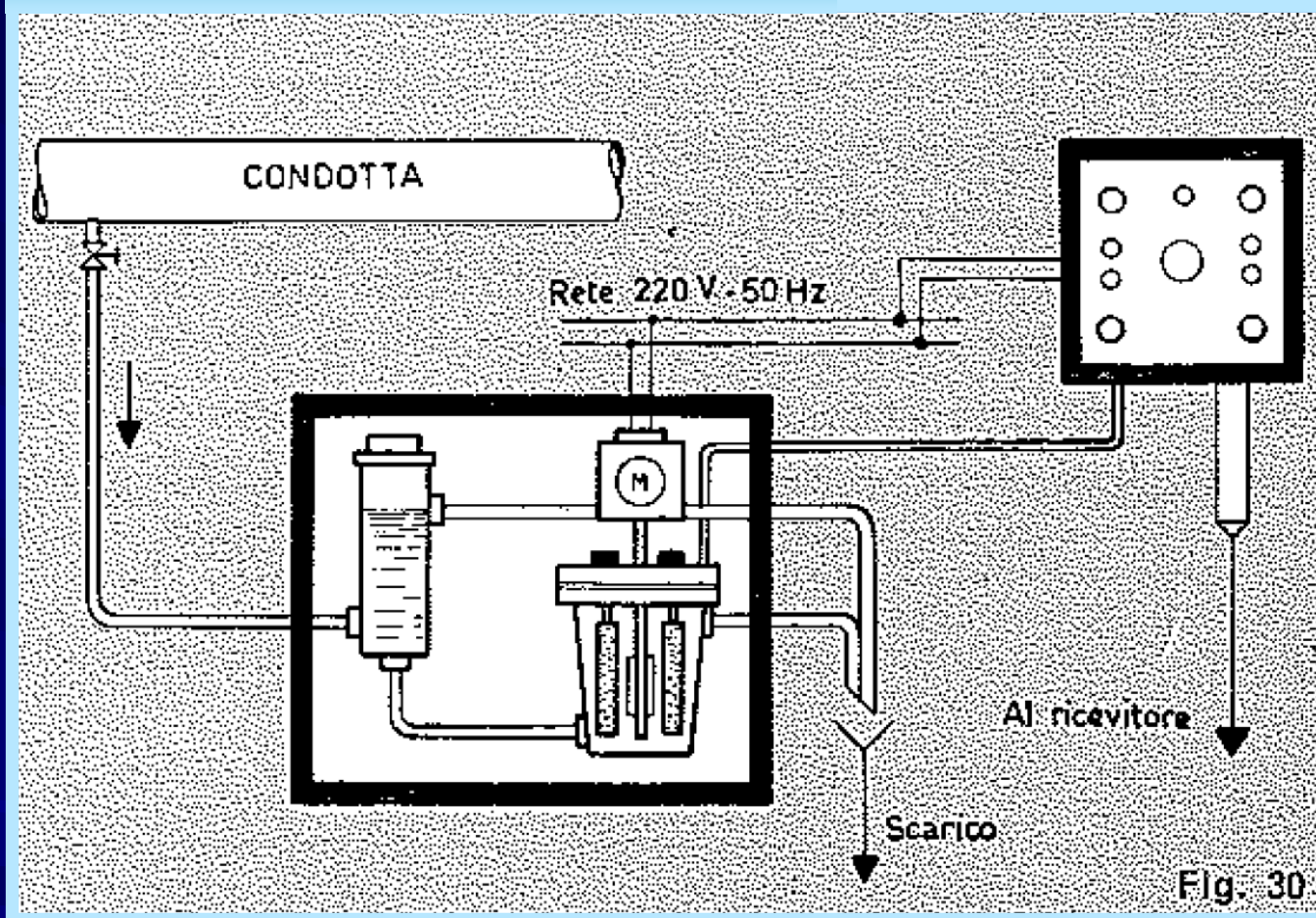
I due elettrodi, quando il circuito viene chiuso, determinano un passaggio di corrente elettrica la cui intensità è definita dalla legge di Ohm.

Dopo poco tempo però uno degli elettrodi si polarizza ed il passaggio di corrente praticamente si riduce a zero.

L'effetto polarizzante è provocato dagli ioni H^+ presenti nell'acqua i quali rivestono l'elettrodo in metallo nobile formando una camicia gassosa di idrogeno molecolare che ostacola il passaggio della corrente.

Se nell'acqua in transito nella camera di misura è però presente del cloro libero, gli ioni Cl^- reagiscono con l'idrogeno che riveste l'elettrodo e distruggono parzialmente la camicia gassosa ripristinando il passaggio di corrente.

L'intensità di corrente in queste condizioni è funzione del tenore di Cloro residuo presente nell'acqua.

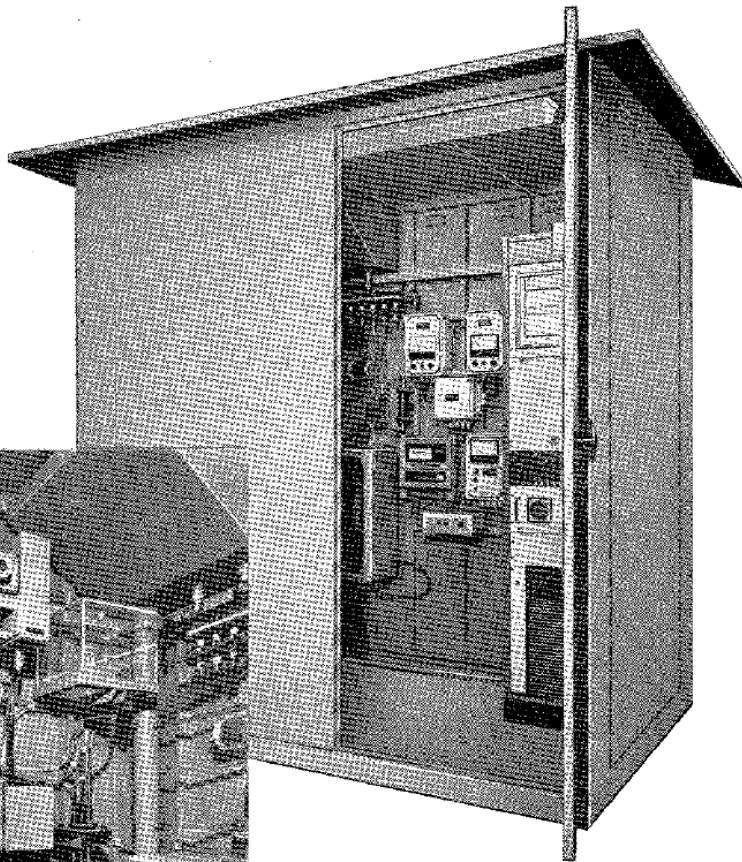
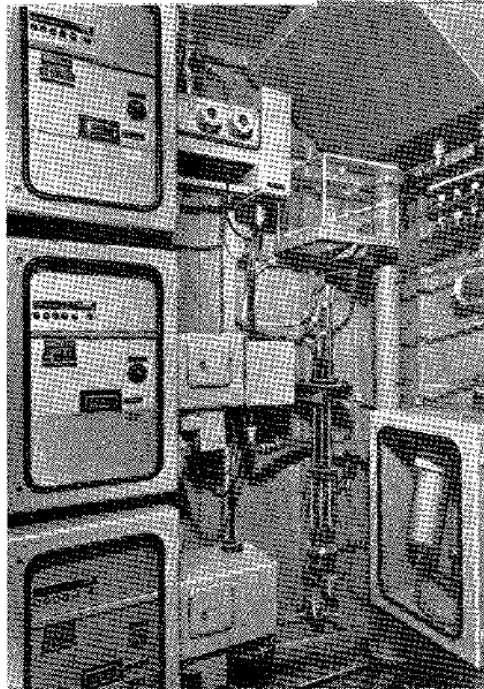


L'intensità di corrente è funzione del tenore di Cloro residuo presente nell'acqua.

STAZIONE A PIU' PARAMETRI PER IL CONTROLLO QUALITATIVO DELLE ACQUE

Equipaggiata per la misura di:

- Torbidità
- Conducibilità
- Acidità
- Potenziale redox
- Ossigeno disciolto
- Temperatura
- Concentrazione sostanze organiche
- Concentrazione sostanze fluorescenti



LA TELEGESTIONE

Si applica alla gestione degli impianti:

- Automatizza gli impianti
- Effettua un monitoraggio costante
- Allerta gli operatori in caso di anomalie
- Acquisisce e memorizza dati
- ...

I vantaggi della telegestione

- Eliminazione tracimazione serbatoi (risparmio idrico ed energetico)
- Ottimizzazione sfruttamento energia in funzione delle fasce orarie più convenienti (riduzione costi energetici)
- Esecuzione manutenzioni mirate (riduzione costi di manutenzione e di pronto intervento)
- Gestione delle pressioni con conseguente riduzione delle perdite
- Ottimizzazione degli impianti

LA TELEGESTIONE

Il concetto di telegestione

Rappresenta l'insieme dei prodotti che dispongono di tre tecnologie distinte in un'unica soluzione:



La Tecnologia Elettronica



La Tecnologia Informatica



La Tecnologia delle Telecomunicazioni



La Tecnologia Elettronica

E' la scienza e la tecnologia del controllo degli elettroni e permette l'elaborazione di grandezze fisiche per mezzo di opportuni dispositivi. Si divide in due grandi categorie:



Elettronica Analogica - Segnali che variano nel tempo in modo continuo. Livello, Portata, Assorbimento



Elettronica Digitale - Segnali che possono assumere soltanto due valori, o livelli logici di tensione. Stato funzionamento Pompe, Presenza Tensione, Contatti



La Tecnologia Informatica

E' la scienza e la tecnica che tratta l'elaborazione automatica dei dati e dei procedimenti di calcolo.

Sono infinite le applicazioni dove il concetto di informatica viene sviluppato, anche se la più conosciuta ed utilizzata è INTERNET.

La "rete" infatti nel suo insieme è un sistema informatico, formato a sua volta da una rete di sistemi informatici che lavorano ad un obiettivo comune: scambiare informazioni con chiunque.



La Tecnologia delle Telecomunicazioni

E' la scienza e la tecnica che tratta l'attività di comunicazione tra più punti per mezzo di dispositivi o infrastrutture implementanti particolari tecniche per il trasferimento delle informazioni.

Le tecniche si differenziano tra loro in funzione della quantità di dati che possono supportare e dalla velocità di trasferimento delle informazioni.

Esiste molta differenza, ad esempio, fra un trasferimento di informazioni in tecnologia GSM o ADSL, sia in termini di quantità di dati trasferibili che in termini di velocità di trasferimento.

LA TELEGESTIONE

Attraverso questi semplici concetti si comprende facilmente quale sia la differenza fra semplici dispositivi di trasmissione dati e allarmi e dispositivi di “TELEGESTIONE”



LA TELEGESTIONE

Il principio della telegestione

