Anche per il dimensionamento degli acquedotti si parte dalla conoscenza della portata che dovrà fluire nelle condotte. Vi sono poi numerosi differenti aspetti a seconda delle opere da dimensionare: di presa, di adduzione e di trasporto.

Dotazione e Portata

La dotazione d è il quantitativo giornaliero medio annuo di acqua assegnato per abitante in un centro abitato. Si misura in $l/ab \cdot g$ e ha valore indicativo 300-350 $l/ab\,g$

Essendo i consumi variabili nel tempo si definiscono i coefficienti di punta:

- giornaliero p_g, rapporto tra quantitativo corrispondente al giorno di massimo consumo e il consumo massimo giornaliero medio annuo (circa 1,3-1,5 per piccoli centri);
- oraria p_o, rapporto tra massimo consumo orario e consumo giornaliero medio annuo (circa 1,3-1,5).

Se N è il numero degli abitanti serviti la portata media del giorno di massimo consumo e il valore di punta oraria sono rispettivamente:

$$Q_g = \frac{N \cdot d \cdot p_g}{86400} \qquad Q_o = \frac{N \cdot d \cdot p_g \cdot p_o}{86400}$$

Mentre la rete di distribuzione deve essere dimensionata per le portate dell'ore di punta, l'adduzione e l'opera di presa vanno dimensionate per la portata del giorno di massimo consumo.

La densità abitativa è 300 ab/ha nelle zone residenziali intensive, 150-300 ab/ha nelle zone semi-intensive e 150 ab/ha in quelle estensive.

Le perdite e le fluttuazioni stagionali della popolazione fanno poi variare la dotazione nel tempo. Alcune formule la legano alla popolazione P:

$$d = k_1 \cdot P^{k_2}$$

Con k_1 e k_2 da analisi statistiche. La popolazione può essere altresì espresso tenendo conto delle fluttuazioni:

CON L'INTERESSE COMPOSTO

$$P(n) = P_0 (1+r)^n$$

CON LA CURVA LOGISTICA

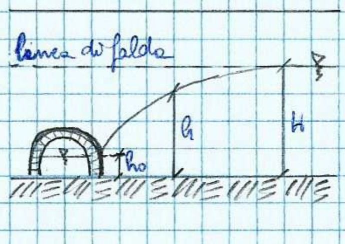
$$P_t = P_0 + \frac{P_\infty - P_0}{1 + a \cdot e^{-bt}}$$

Con a e b costanti determinate a partire da dati sperimentali (mediante regressione).

Opere di presa: gallerie filtranti e pozzi

Le opere di presa consentono di captare l'acqua dalle fonti di approvvigionamento.

Un esempio sono le gallerie filtranti, usate quando la profondità della falda è modesta. Si scava un cunicolo sotterraneo che capta l'acqua affluente dalle sue pareti (che devono dunque essere permeabili o dotate di aperture):



La presenza della galleria modifica la linea di falda dando origine a un moto di filtrazione verso la galleria stessa. Per la valutazione della portata di alimentazione da un solo lato si fanno le ipotesi di Dupuit:

- il moto di filtrazione avviene solo in direzione orizzontale (linee equipotenziali verticali, velocità di filtrazione costante lungo una stessa linea)
- il gradiente idraulico è pari all'inclinazione della superficie freatica

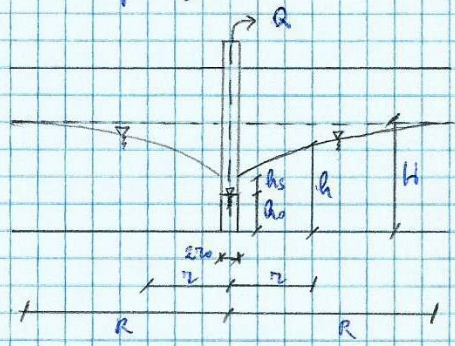
La portata unitaria di alimentazione è data da:

$$q = -K h \frac{dh}{dx} \qquad h^2 = h_0^2 + (H^2 - h_0^2) \cdot \frac{x}{L}$$

$$\Rightarrow q = K \frac{(H^2 - h_0^2)}{2L}$$

Si ottiene infine la portata complessiva $Q = q \cdot l$. K deve essere omogeneo.

Passiamo ai pozzi, cioè perforazioni nel terreno che scendono a livello o al di sotto della linea di falda. Anch'essi la modificano a causa dell'emungimento. Ecco uno schema grafico con il calcolo della portata (sempre con ipotesi di Dupuit):



$$Q = 2\pi r h \cdot q \quad , \quad q = -K \frac{dh}{dr}$$

$$\Rightarrow Q = 2\pi r h K \frac{dh}{dr}$$

Integrando si ottengono:

$$Q = \pi K \frac{H^2 - h_0^2}{\ln R/r_0} \qquad h^2 = h_0^2 + (H^2 - h_0^2) \cdot \frac{\ln r/r_0}{\ln R/r_0}$$

Si può ottenere il raggio di influenza del pozzo (minima distanza a cui la falda è indisturbata) con la formula di Sichardt o, se è nota Q, con l'inversa della portata:

$$R = C_R \cdot (H - h_0) \cdot \sqrt{K} \qquad R = r_0 \exp\left[\frac{\pi K}{Q}(H^2 - h_0^2)\right]$$

Con $C_R \simeq 1500 - 2000\ (s/m)^{1/2}$. Nel caso di pozzo artesiano si sostituisce alla quota della superficie freatica quella della superficie piezometrica. Si ottengono:

$$Q = 2\pi h^* K \cdot \frac{H - h_0}{\ln R/r_0} \qquad h = h_0 + (H - h_0) \cdot \frac{\ln r/r_0}{\ln R/r_0}$$

Se il pozzo arriva solo fino al tetto della falda:

$$Q = 2\pi r^2 K \frac{dh}{dr} \Rightarrow Q = 2\pi K \cdot \frac{H - h_0}{1/r_0 - 1/R} \Rightarrow Q = 2\pi r_0 K (H - h_0) \text{ per } R \gg 1$$

Parametri di un acquifero

Immagazzinamento e trasmissività, in forma specifica o non (moltiplicati per lo spessore h^* dello strato artesiano) sono i parametri che caratterizzano un acquifero:

SPECIFICI		NON SPECIFICI	
$S_0 = \rho g (\alpha + n\beta)$	$[1/L]$	$S = S_0 \cdot h^*$	$[1]$
$T_0 = K$	$[L/T]$	$T = T_0 \cdot h^*$	$[L^2/T]$

Tali parametri possono essere determinati sperimentalmente. La curva di Theis (1935) dà una soluzione analitica della variazione di z, dislivello tra quota statica e piezometrica (o superficie libera per falda freatica), nel tempo. Si parte dall'equazione di filtrazione in moto vario:

$$\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r \frac{\partial z}{\partial r}\right) = \frac{S}{T} \cdot \frac{\partial h}{\partial t} \qquad \text{C.C.} \begin{cases} z(r) = 0 \ \forall r, & \text{per } t = 0 \\ z_\infty = 0 & \text{per } t > 0 \end{cases}$$

Quindi:

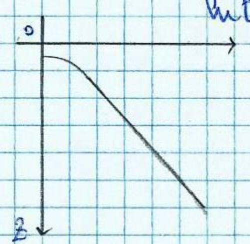
$$s(r,t) = \int_0^t C \frac{\exp\left[-r^2 S/(4T\tau)\right]}{\tau} \cdot d\tau$$

$$\Rightarrow Q(r,t) = 2\pi r T \frac{\partial s}{\partial r} = 4\pi T C \exp\left[-r S/(4St)\right]$$

Con $C = \frac{Q}{4\pi T}$. Usando la variabile adimensionale $u = \frac{4Tt}{r^2 S}$ si perviene, con alcuni passaggi, alla curva di Theis:

$$s(r,t) = \frac{Q}{4\pi T} \cdot w(u)$$

Con $w(u) = \left[-E_i\left(-\frac{1}{u}\right)\right]$. Le prove di pompaggio mostrano che la relazione tra s e t è lineare nel piano semi-logaritmico dopo un breve tempo di avviamento:



$s = s_0 \cdot \ln t/t^*$ $\qquad \frac{ds}{dt} = s_0/t$

L'equazione $s(r,t)$ della curva fornisce:

$$\frac{ds}{dt} = \frac{1}{t} \cdot \frac{Q}{4\pi T} \Rightarrow T = \frac{Q}{4\pi s_0}$$