



XXXV Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche
BOLOGNA, 14 -16 Settembre 2016



Dinamiche acqua-società: sviluppo sostenibile e gestione del territorio

*Manufatti e dispositivi in ambito industriale e civile: modelli e metodi
dell'idrodinamica, efficienza e recupero energetico*

REGOLAZIONE DELLE PRESSIONI MEDIANTE PRODUZIONE DI ENERGIA IDROELETTRICA NELLE RETI DI DISTRIBUZIONE IDRICA

Vincenzo Sammartano¹, Marco Sinagra¹, Eleonora Spada¹ & Tullio Tucciarelli¹

¹Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, Aerospaziale, dei Materiali dell'Università degli Studi di Palermo

vincenzo.sammartano@unipa.it, marco.sinagra@unipa.it, eleonora.spada@unipa.it,
tullio.tucciarelli@unipa.it

Introduzione

Negli ultimi anni, sempre più gestori di reti idriche hanno mostrato interesse nella realizzazione di micro e mini centrali idroelettriche poiché:

- È spesso disponibile un eccesso di pressione che viene oggi, frequentemente, dissipato mediante valvole PRV
- La produzione di energia elettrica “propria” contribuirebbe a ridurre i costi energetici per la gestione della rete stessa

Lo sviluppo della produzione di energia da reti acquedottistiche è ancora frenato da fattori economici e tecnici:

- ❑ Variabilità della portata
- ❑ Turbine tradizionali con sistemi di regolazione troppo costose per piccole produzioni

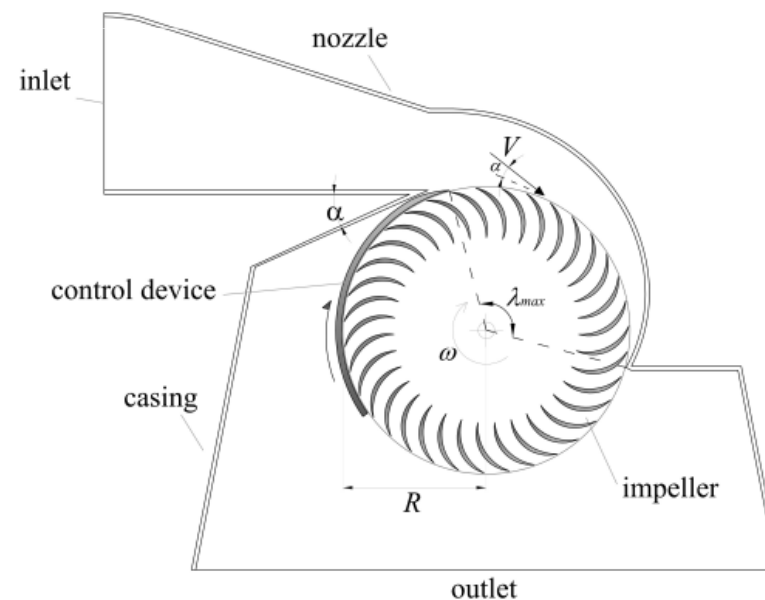
Macchine economicamente convenienti per piccole potenze

- 1) PAT (Pump As Turbine)
- 2) Turbine Banki

La turbina Banki

Elementi principali

- 1) Convergente
- 2) Distributore a sezione variabile di forma rettangolare
- 3) Girante con forma cilindrica
- 4) Sistema di regolazione della portata (es. Ossberger o Cink)
- 5) Diffusore di scarico a semplice geometria e pressione atmosferica

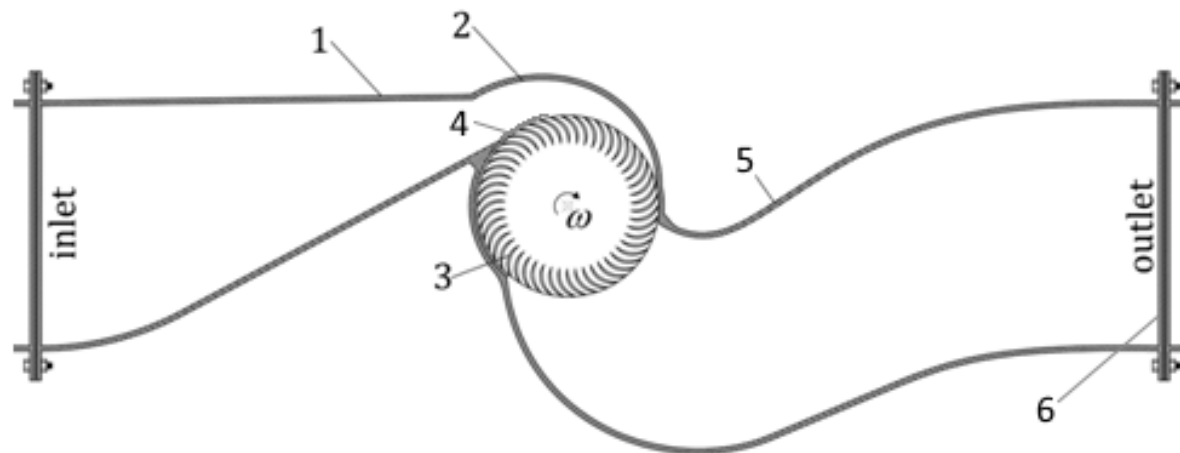


La turbina Banki in pressione: PRs (Pressure Recovery system)

PATENT
PENDING

Elementi principali

- 1) Convergente
- 2) Distributore a sezione variabile di forma rettangolare
- 3) Girante con forma cilindrica
- 4) Sistema di regolazione della portata tipo Cink
- 5) **Diffusore di scarico in contropressione**
- 6) **Flangia di scarico in linea con la flangia del distributore**



Dimensionamento della PRs

La metodologia di progettazione della **PRs** è stata validata con la realizzazione di un prototipo di laboratorio, i cui test sono stati effettuati presso il laboratorio di idraulica del DICAM dell'Università di Palermo ed i risultati sono in fase di pubblicazione



*V. Sammartno, M. Sinagra, P. Filianoti, T. Tucciarelli
A Banki-Michell turbine for in-line hydropower systems
Journal of Hydraulic Research*

Caso studio

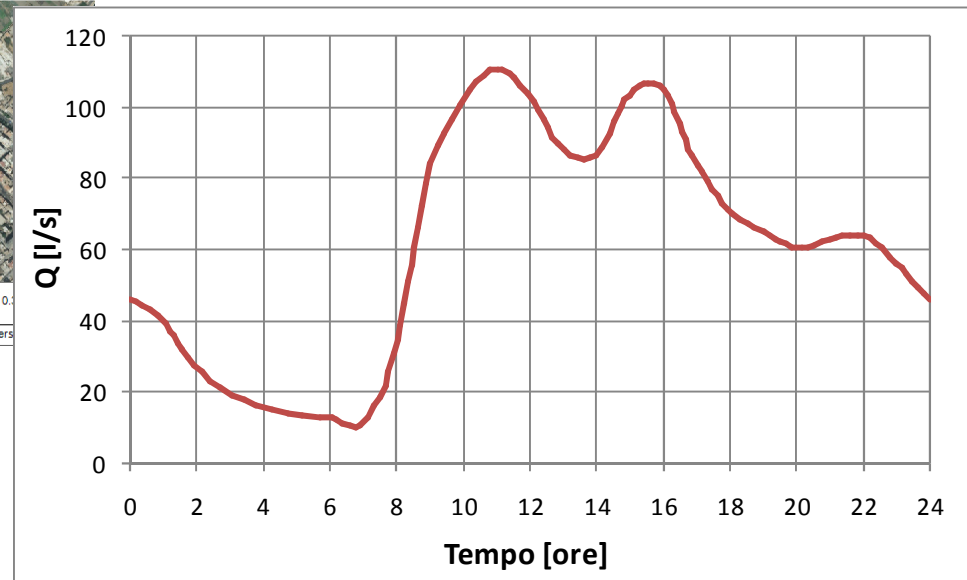
Applicazione della PRs alla rete idro-potabile Oreto-Stazione Palermo



$$Q_{\max} = 110 \text{ l/s}$$

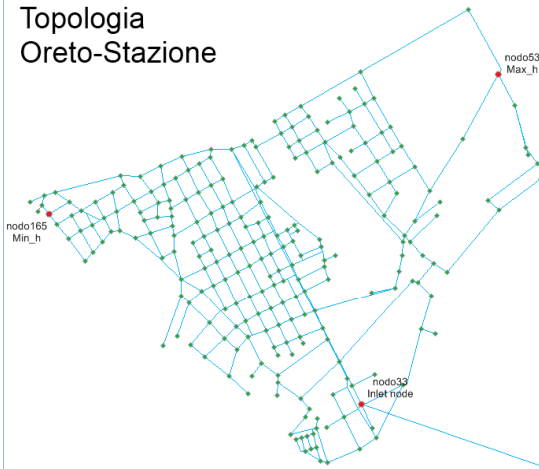
$$Q_{\min} = 9.5 \text{ l/s}$$

Andamento giornaliero delle portate



Caso studio: sottorete Oreto-Stazione - Palermo

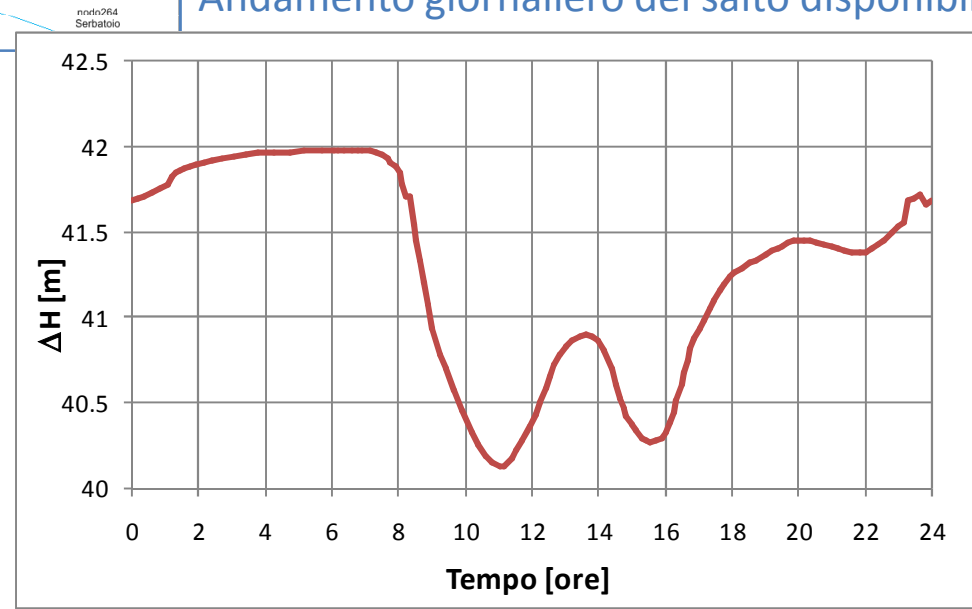
Topologia
Oreto-Stazione



Studio idraulico preliminare della rete per individuare il ΔH disponibile per ogni valore di Q , tale che vengano rispettate le pressioni minime H_{min} e massime H_{max} nei nodi "idraulicamente più svantaggiati"



Andamento giornaliero del salto disponibile



$$\Delta H_{max} = 42.0 \text{ m}$$

$$\Delta H_{min} = 40.1 \text{ m}$$

Caso studio: sottorete Oreto-Stazione - Palermo

Progettazione della turbina

Valori di progetto

$$\omega = 1000 \text{ rpm}$$

$$\Delta H = 41 \text{ m}$$

$$Q = Q_{max} = 110 \text{ l/s}$$

Geometria di progetto

$$D_1 = 203.8 \text{ mm}$$

$$B = 97.6 \text{ mm}$$

$$B/D_1 = 0.48$$

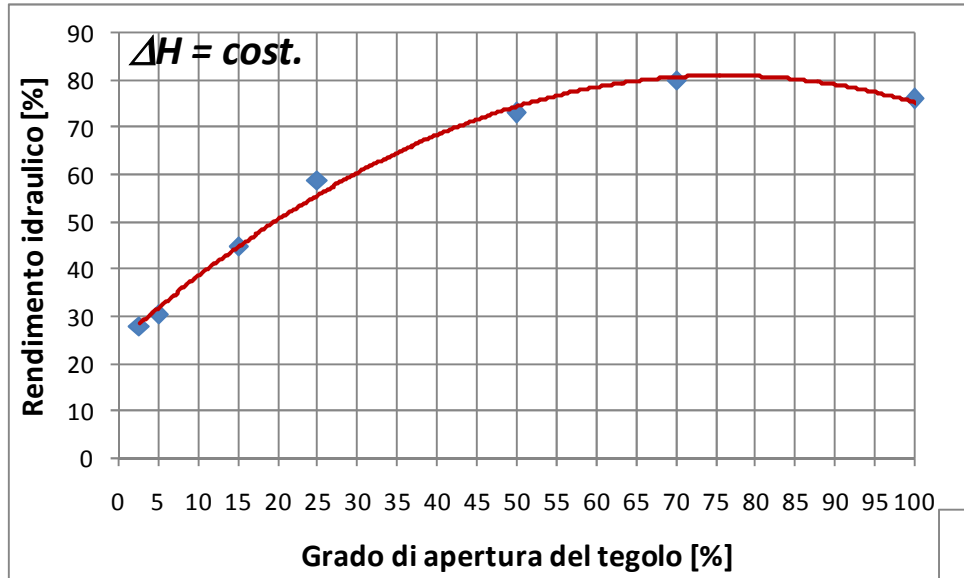
Ottimizzazione CFD

$$N = 40$$

$$D_2/D_1 = 0.75$$

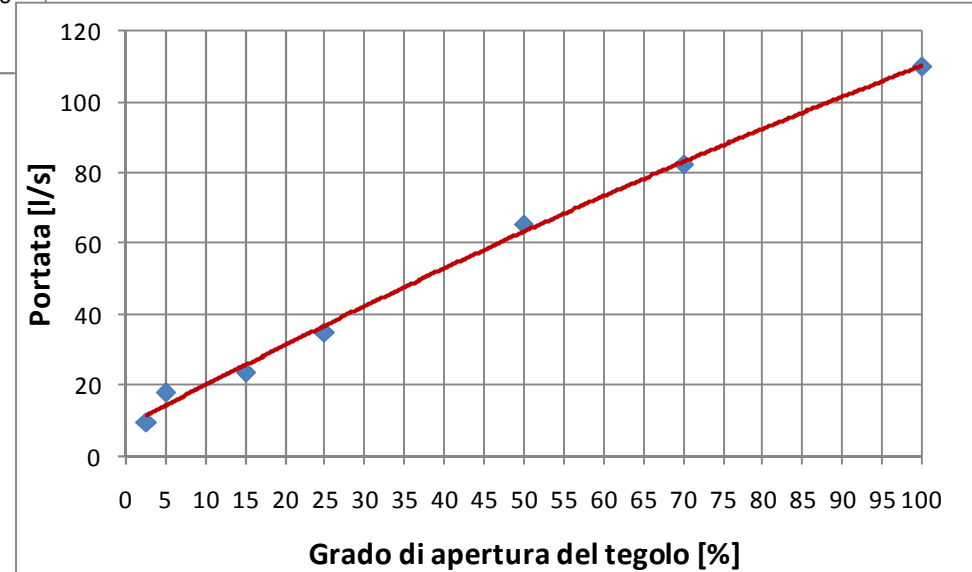
Caso studio: sottorete Oreto-Stazione - Palermo

Performance della turbina



Efficienza idraulica

**Caratterizzazione della turbina
effettuata con studi numerici CFD**



Caso studio: sottorete Oreto-Stazione - Palermo

I risultati ottenuti sono stati confrontati con uno studio effettuato sulla stessa rete, che ha previsto l'applicazione di una PAT nel medesimo punto di inserimento e nelle stesse condizioni operative

(Carravetta A., Fecarotta O., Sinagra M., Tucciarelli T., A cost benefit analysis for hydropower production in water distribution networks by pump as turbine (PAT), Journal of Water Resources Planning and Management 140(6):04014002, June 2014)

Energia giornaliera disponibile = 592.5 kWh

Sistema di produzione con PAT

Produzione giornaliera

283.22 kWh

Percentuale di conversione giornaliera

47,80 %

Beneficio economico annuo (€/kW 0.15)

€ 42.500

Presenza di una PRV per ulteriore regolazione delle pressioni nel sistema studiato

Sistema di produzione con PRs

Produzione giornaliera

415.26 kWh

Percentuale di conversione giornaliera

70,02 %

Beneficio economico annuo (€/kW 0.15)

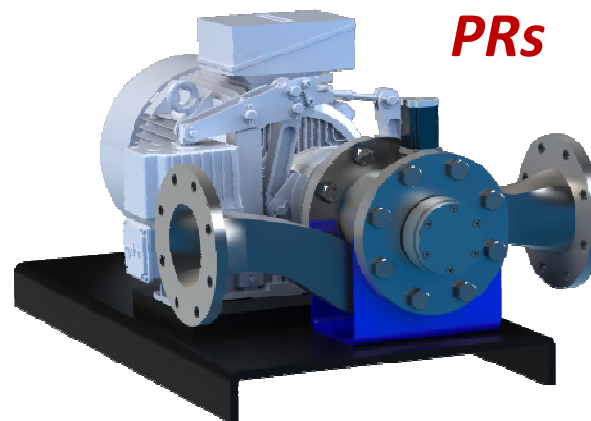
€ 62.300

PRV NON necessaria!

Conclusioni

I risultati ottenuti dallo studio della potenziale installazione della PRs in una rete di distribuzione idrica, hanno dimostrato:

- 1) La capacità di regolazione delle pressioni in condotta di una particolare turbina a flusso incrociato (**PRs**)
- 2) Le potenzialità di produzione idroelettrica delle reti di distribuzione, con la semplice sostituzione delle PRV esistenti
- 3) La compatibilità della produzione idroelettrica e della gestione idrica mediante un'opportuna scelta della turbina





XXXV Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche
BOLOGNA, 14 -16 Settembre 2016



Dinamiche acqua-società: sviluppo sostenibile e gestione del territorio

*Manufatti e dispositivi in ambito industriale e civile: modelli e metodi
dell'idrodinamica, efficienza e recupero energetico*

REGOLAZIONE DELLE PRESSIONI MEDIANTE PRODUZIONE DI ENERGIA IDROELETTRICA NELLE RETI DI DISTRIBUZIONE IDRICA

Vincenzo Sammartano, Marco Sinagra, Eleonora Spada & Tullio Tucciarelli

Grazie per l'attenzione

