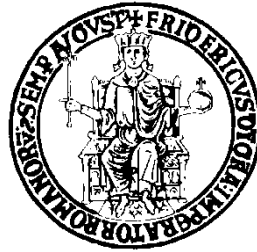


# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI “Federico II”



SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE ED AMBIENTALE

CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN INGEGNERIA PER L'AMBIENTE ED IL TERRITORIO

CLASSE DELLE LAUREE IN INGEGNERIA CIVILE ED AMBIENTALE, CLASSE NL-7

A B S T R A C T D E L L A T E S I D I L A U R E A I N  
I D R A U L I C A

## **ELABORAZIONE DATI DELLA CENTRALE DI SOLLEVAMENTO ABC DI "CAVE"**

RELATORE:

CH.MO PROF. Riccardo MARTINO

Candidati:

Carlo BARLETTA

Domenico MONTANINO

matr.

N49/292

N49/303

ANNO ACCADEMICO 2013 - 2014

L'efficienza dei sistemi di pompaggio rappresenta un aspetto particolarmente critico dal punto di vista della riduzione dei consumi energetici. Un miglioramento anche di pochi punti percentuali dell'efficienza delle pompe, o più in generale del sollevamento, se ottenuto a livello della intera comunità europea può rappresentare un importante risparmio economico. A tal proposito si rileva che esistono due importanti direttive CE (2005/32/EC e 2009/125/EC), volte a ridurre i consumi energetici nei sistemi di pompaggio, finalizzate a migliorare l'efficienza dei sistemi di pompaggio e ridurre i consumi ingiustificati.

E' stata intrapresa un'analisi del funzionamento dell'impianto di sollevamento di Cave, gestito dalla società Acqua Bene Comune, che solleva acqua dal serbatoio di Capodimonte posto a 92 m s.l.m fino a quello dello Scudillo posto a 182 m s.l.m..

Ai fini della determinazione della quantità di energia elettrica consumata in un impianto dai gruppi pompa, è obbligatorio conoscere con buona approssimazione la configurazione geometrica dell'impianto, i parametri di scabrezza delle tubazioni e le curve caratteristiche dei gruppi pompa.

Il lavoro è stato suddiviso in diverse fasi, tra loro disgiunte che ottemperano tuttavia allo stesso obiettivo finale: capire lo schema di funzionamento, al fine di indirizzare i futuri interventi ad un risparmio energetico e dei costi di gestione.

I dati di partenza sono stati forniti dalle registrazioni orarie effettuate dal personale dell'ABC, riportanti il numero e la sigla identificativa dei gruppi in funzionamento, e dall'elaborazione delle curve caratteristiche portata-prevalenza (Q,H) e delle curve portata-rendimento (Q, $\eta$ ). Visto che nell'impianto di Cave per l'anno analizzato erano in funzione alternativamente cinque gruppi di pompaggio, si è dovuto ragionare su delle possibili combinazioni relative ai gruppi accesi.

Considerati i dati iniziali si sono trovati i parametri necessari al calcolo della potenza e dell'energia consumata da ogni gruppo di pompaggio ora per ora. Ciò allo scopo di effettuare due tipi di confronti:

- Verificare il funzionamento dei gruppi di pompaggio, tramite curve caratteristiche, rispetto a dati risalenti all'anno 1983.
- Comparare i consumi calcolati con quelli fatturati.

Si è inoltre valutata la possibilità di modificare le ipotesi di calcolo di partenza (tubi lisci, scabrezza nulla), con l'obiettivo di considerare condizioni di lavoro più aderenti al caso reale.

Per quanto riguarda il primo punto, sono state determinate le prevalenze manometriche tramite il calcolo delle perdite di carico avvenuto mediante l'utilizzo della formula di resistenza di Blasius, valida per tubi lisci. Sono quindi stati sovrapposti i punti di funzionamento con la sola pompa da 1000 l/s in funzione, alle curve caratteristiche delle pompe ottenute tramite prove su banco al momento dell'installazione.

I risultati sono stati ottenuti solo per il primo gruppo di pompaggio, poiché è l'unico che funziona anche singolarmente. Per gli altri gruppi si sarebbero dovuti ottenere considerando delle differenze di portata. Il confronto mostra un buon accordo pur evidenziando una leggera sovrastima delle prevalenze, per l'intervallo di portate in esercizio.

Considerando che le condizioni di lavoro a tubi lisci hanno portato a tale sottostima delle prevalenze manometriche, si è fatto riferimento ad altre formule di resistenza, quelle monomie, che approssimassero al meglio il comportamento del materiale.

Si è lavorato quindi con acciaio trafilato con bitume centrifugato di spessore minore di 5 mm. Si nota che i punti di lavoro per portate in esercizio si posizionano sulla curva caratteristica; le prevalenze, rispetto al caso precedente, sono aumentate, ma il problema fornisce soluzioni non coerenti per il funzionamento della pompa da 500 l/s. Infatti risultano prevalenze talmente elevate da non intersecare la curva caratteristica della pompa da 500 l/s.

L'ipotesi di tubi lisci è quindi quella più aderente alla realtà e per tal motivo si sono calcolati, in tale ipotesi, i consumi energetici, orari prima e mensili poi, di alcuni mesi del 2010. Essi sono poi stati confrontati con i consumi fatturati, valutandone lo scostamento in termini di kWh.

Si riporta, in seguito, una tabella riepilogativa del lavoro effettuato.

Mesi	Somma cons. [kWh]	Num h con errori	Cons. Calc.[kWh]	Cons fatt. [kWh]	Errore
gen	1335832,861	14	1361451,574	1.620.710	-16
feb	1178704,315	6	1189323,273	1.411.500	-15,7
mar	1370084,602	8	1384976,826	1.535.632	-9,8
apr	1315795,011	4	1323145,821	1.566.830	-15,5
mag	1588221,281	9	1607668,889	1.891.222	-15
giu	1735563,269	8	1755063,98	2.004.106	-12,4
lug	1822402,06	4	1832252,882	2.195.264	-16,5
ago	1558031,05	11	1581412,14	1.859.130	-15

La suddetta tabella si compone di sole otto righe. Ciò è dovuto al fatto che le misurazioni non sono state effettuate nei mesi di settembre, ottobre, novembre e metà dicembre, oltre che sporadicamente anche nei mesi analizzati. A tal proposito la colonna “num h con errori” evidenzia il numero di ore caratterizzate da assenza o errore di misura. Ovviamente maggiore è il numero di ore segnalate, maggiore sarà l’incertezza rispetto alla misura vera di portate e consumi. Si è tenuto conto delle imprecisioni calcolando i consumi delle ore senza errori e mediandole rispetto alla differenza ( $ore_{tot} - ore_{err}$ ):

$$\frac{\sum \text{Consumi orari} * n^{\circ} \text{ore tot}}{n^{\circ} \text{ore tot} - n^{\circ} \text{err}}$$

Infine la colonna “errore” indica in punti percentuali la differenza tra i consumi calcolati con il procedimento precedentemente citato e quelli fatturati. Per tutti i mesi lo scostamento risulta essere negativo cioè il consumo calcolato risulta sempre minore di quello fatturato.

Si sono valutati i rendimenti per i range di portate in esercizio per le pompe da 1000 l/s e 500 l/s, considerando le curve dei rendimenti per le pompe 1,3,5 e 2,4 sovrapponibili.

E’ stato effettuato, infine, un confronto tra le portate totali misurate ora per ora e quelle ottenute come somma delle singole portate defluenti nelle pompe, ricavate tramite le curve caratteristiche di banco, a parità di prevalenza manometrica. Il confronto, riportato in figura, mostra un buon accordo nel caso di funzionamento della sola pompa da 1000 l/s, mentre con l’accensione simultanea di più gruppi, la portata misurata risulta sempre maggiore di quella ottenuta come somma delle portate calcolate; nel caso delle portate più elevate (circa 2800

l/s) lo scostamento risulta essere addirittura del 40%. I risultati ottenuti sono stati diagrammati nel seguente grafico (la bisettrice del primo quadrante rappresenta il luogo dei punti per il quale si avrebbe una perfetta coincidenza tra le due portate diagrammate).

