



M2M

di **LORENZO
D'ANISI**

Ingegnere progettista e direttore di cantiere per Centro Costruzioni; attualmente direttore tecnico progetto PON ATAS del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

**GIANFRANCO
MARZANO**

Direttore dei lavori di Acquedotto Lucano

**VINCENZO
LANAVE**

General Manager di Intesis, società specializzata in telecontrollo del ciclo integrale dell'acqua

**FLAVIA
MITRIONE**

School of Management Politecnico di Milano

L'acquedotto di Potenza

Il sistema di telecontrollo della rete idrica del comune di Potenza, realizzato dalle società Acquedotto Lucano, Intesis e Centro Costruzioni. Benefici e criticità

Acquedotto Lucano, la società che gestisce il servizio idrico integrato in Basilicata, ha realizzato, in collaborazione con la società di servizi Intesis s.n.c. e con l'impresa di costruzioni "Centro Costruzioni", vincitrice della gara d'appalto relativa al "Progetto per il contenimento delle perdite idriche nella città di Potenza", un'applicazione che consente il monitoraggio presidiato dei serbatoi e della rete idrica nei territori.

Il sistema di telecontrollo è nato nell'ambito di un programma statale per l'emergenza idrica nella Regione Basilicata, che aveva l'obiettivo di porre fine a criticità manifestate in molti centri abitati lucani: l'implementazione dell'applicazione di telecontrollo ha infatti seguito la realizzazione di un progetto preliminare a cura del Comune Potenza, che ha gestito l'acquedotto – dal prelievo alle sorgenti, al trasporto attraverso gli acquedotti e la rete idrica, alla distribuzione nelle abitazioni, fino alla depurazione negli impianti di trattamento – fino al 2002, quando la società Acquedotto Lucano si è fatta carico di gestire il servizio idrico integrato. Il primo progetto ha riguardato il contenimento delle perdite idriche nel Comune di Potenza – scelto non solo perché è il centro abitato più grande della regione, ma anche perché dotato di una rete idrica abbastanza obsoleta e complessa, data la presenza di 8 serbatoi con diverse altimetrie – e ha avuto il compito fondamentale di fotografare lo stato della rete e di capire quali fossero le criticità alla base

della difficile situazione idrica di Potenza. Nel 2002, anno in cui Acquedotto Lucano – società per azioni a capitale interamente pubblico – ha preso in gestione il servizio idrico integrato in Basilicata – posizionandosi come gestore unico dell'Ambito territoriale ottimale della Basilicata, un'area che comprende 131 comuni, con una popolazione pari a 610.000 abitanti, con 250.000 utenti ed oltre 4.000 chilometri di reti –, è stata indetta una gara d'appalto, nella tipologia dell'appalto integrato, con lo scopo di individuare il fornitore in grado di realizzare un sistema in tempi di sviluppo ed attivazione contenuti e allo stesso tempo in grado di personalizzare le funzionalità SCADA necessarie per offrire ai tecnici dell'Acquedotto Lucano un potente strumento tecnologico di supporto alle decisioni. L'impresa aggiudicataria, "Centro Costruzioni" di Grassano (MT), ha dato incarico per la progettazione esecutiva dell'intervento alla Intesis Informatica e Telecomunicazioni di Bari. La progettazione si è articolata attraverso la consulenza tecnica dell'Ing. Lorenzo D'Anisi, progettista idraulico, che ha concepito il riordino del funzionamento della rete idrica, dell'adeguato funzionamento dei serbatoi e dei partitori interessati dai lavori e dell'Ing. Giuseppe Gulletta, progettista elettrotecnico, che ha sviluppato la progettazione dell'impianto di telecontrollo e delle apparecchiature a servizio dei serbatoi e dei

L'acquedotto di Potenza

M2M

partitori interessati dall'intervento. La direzione dei lavori è avvenuta a cura del Geom. Gianfranco Marzano, responsabile della gestione idrica della città di Potenza; la direzione di cantiere, invece è stata condotta dall'Ing. Lorenzo D'Anisi per conto dell'impresa "Centro Costruzioni" di Grassano (MT). La società di servizi Intesis, fondata nel 1988, si è specializzata nella progettazione di sistemi hardware e software, nella fornitura di quadri di acquisizione dati ed elettrici prodotti da fornitori qualificati e nello sviluppo del software applicativo per il monitoraggio locale e remoto e per la gestione degli automatismi di processo, offrendo servizi al mercato delle reti di pubblica utilità, degli acquedotti, degli impianti depurativi, di sollevamento e d'irrigazione e delle dighe. La società ha acquisito grande esperienza nel campo del ciclo integrato dell'acqua.

Intesis ha redatto un progetto esecutivo, sulla base delle indicazioni emerse dal progetto definitivo, sviluppato all'interno della società Acquedotto

misure di portata in ingresso/uscita dai serbatoi sui tubi Venturi esistenti

e) Misuratore ad Ultrasuoni a sonde esterne – clamps on per alcune misure di portata in ingresso/uscita dai serbatoi

f) Misuratore di livello ad ultrasuoni per il calcolo della portata in arrivo vasche da stramazzo (solo per il serbatoio di Gallitello).

Quanto alle apparecchiature idrauliche di regolazione (rigorosamente posizionate a valle dei tronchi prescelti), in relazione al valore delle portate da regolare e dei relativi carichi idraulici da dissipare, è risultato che le migliori condizioni di funzionamento fossero raggiunte con l'impiego di valvole a fuso. Tali apparecchiature garantiscono, infatti, la migliore gradualità nella regolazione delle portate, e sono esenti da fenomeni di cavitazione, nelle condizioni d'impiego considerate, come studiato nel progetto esecutivo e come è stato effettivamente rilevato in sede di start-up del sistema, durante l'attivazione e le prove di collaudo.



Lucano. Proponendo allo stesso tempo alcune migliorie, fra le quali spicca la predisposizione di un sistema di telecontrollo che sfrutta l'alta tecnologia a servizio della gestione dell'intera rete.

Il progetto

Data la complessità del sistema idrico monitorato, è stata posta particolare attenzione alla progettazione esecutiva dei sensori di campo e delle apparecchiature idrauliche necessarie per l'attuazione di alcune regolazioni di processo strategiche.

Nelle 8 postazioni sono state montate le tipologie di misuratori di seguito indicate:

- a) Trasmettitori a membrana ceramica per la misura delle pressioni in arrivo ai serbatoi
- b) Misuratori di livello a fune idrostatica per i Serbatoi
- c) Misuratori Elettromagnetici per le misure di portata in ingresso/uscita dai serbatoi
- d) Trasmettitori di pressione differenziale per le

Nei serbatoi di capacità limitata rispetto alle portate in transito (Montereale, Epitaffio, San Rocco), sono state utilizzate valvole a fuso motorizzate, con l'obiettivo di controllare il livello del serbatoio confinandolo in una fascia compresa tra un set-point minimo e max, per evitare lo svuotamento e lo sfioro del serbatoio medesimo. Nel serbatoio di maggiore capacità di Gallitello, ove necessitano regolazioni stagionali, è stata impiegata una valvola a fuso a comando manuale. Infine, presso il nodo Portasalza sulla condotta in partenza per il Centro Storico, è stata installata una idrovalvola riduttrice e stabilizzatrice di pressione a valle, con comando elettrico remoto DN200.

In definitiva, in riferimento allo schema idrico dell'abitato di Potenza, il sistema di telecontrollo propriamente detto è costituito da 8 quadri di acquisizione dati installati nelle camere di manovra di Romaniello, Serra San Marco, Epitaffio, San Rocco, Montereale, Macchia Giocoli, Gallitello, Portasalza, e un personal computer SCADA di

supervisione completo di software SCADA di base ed applicativo.

In ciascuna postazione periferica è operante un quadro di acquisizione dati completo di alimentatore stabilizzato 220Vac/24Vdc con modulo caricabatteria e batterie, protezioni dalle sovratensioni all'ingresso della linea di alimentazione nel quadro (fase e neutro) ed all'ingresso delle segnalazioni analogiche 4-20 mA, apparecchiatura di acquisizione dati PLC, modem cellulare GSM dual-band completo di antenna e cavo. Il PLC è equipaggiato con CPU avente idonea memoria dati e programmi, moduli I/O, porta seriale 232 per la gestione del modem GSM, porta di rete 485 completa di pannello operatore monocromatico 3" per la supervisione locale e per l'impostazione dei parametri che condizionano il settaggio degli allarmi spontanei e l'automazione delle valvole a fusso. Il software a ladder residente nel PLC è completo di tutte le funzionalità di elaborazione delle segnalazioni acquisite in termini di: ingegnerizzazione delle segnalazioni analogiche acquisite, integrazione delle misure di portata per il calcolo dei volumi di acqua, operazioni di calcolo effettuate sulle singole grandezze analogiche e/o tra di esse, combinazioni logiche e/o booleane tra le grandezze digitali acquisite, automazione delle valvole a fusso motorizzate per il controllo del livello dei serbatoi, logging dei dati acquisiti per memorizzarli in apposite aree di memoria e renderli disponibili al PC SCADA di controllo attraverso connessioni telematiche attivate via rete cellulare GSM. Il personal computer attivato presso la sede tecnica dell'Acquedotto Lucano, avente funzione di Server SCADA, è equipaggiato con modem GSM, monitor 17" e stampante desk-jet a colori per rendere disponibili le funzionalità di monitoraggio, trend e reportistica; il funzionamento della stazione SCADA è garantito anche in assenza di alimentazione da una UPS che consente comunque di completare le connessioni telematiche per l'aggiornamento real-time dei dati nonché per lo scarico dei dati storici.

Criticità

Una criticità riscontrata è stata rappresentata dalla complessità del territorio servito e dalla sua morfologia. Per questo si è reso necessario capire l'effettivo funzionamento della rete idrica, la quale ha assunto l'odierna struttura man mano che si sono evoluti i quartieri della città e, quindi, in modo confuso e disordinato. Questo è tipico delle infrastrutture, che spesso non seguono una vera e propria pianificazione urbana, ma cercano di stare al servizio dell'espansione della stessa; tutto questo comporta l'esistenza di condotte che non sono nemmeno monitorate e di cui non se ne conosce nemmeno l'effettivo funzionamento. E' stato quindi necessario andare sul campo per raccogliere i dati messi a disposizione dalle varie progettazioni (sia

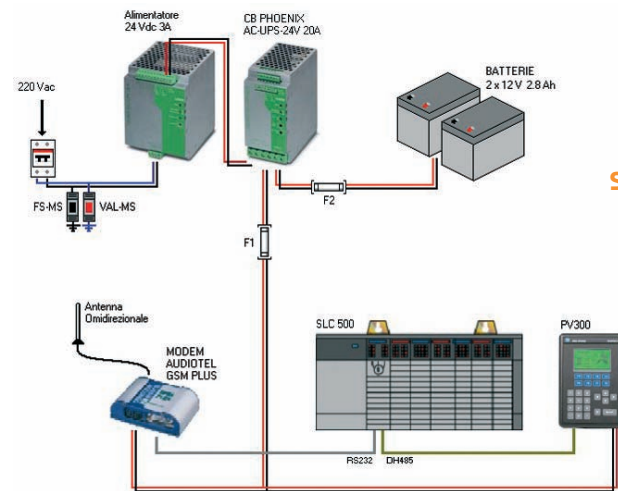


FIGURA 1.
STRUMENTAZIONE
INSTALLATA
PRESSO LE
PERIFERICHE
DI CAMPO

preliminare che definitiva) e per consolidare la conoscenza sulla effettiva situazione della rete, che, nel frattempo, si era evoluta. Dal punto di vista idraulico era necessario misurare le reali portate ed il funzionamento dei serbatoi: basti pensare che uno di questi ultimi, della capacità di 32.000 mc, aveva una vasca fuori uso. E' stato anche necessario eseguire un'attenta ricognizione delle prese incontrollate che nel corso degli anni si sono installate. Sintetizzando, attraverso questo intervento sono state messe in utilizzo tutte le strutture presenti nella rete idrica comunale. La seconda criticità sono state le perdite notturne, dovute a sfiori dei serbatoi per le alte pressioni a cui erano soggette molte condotte all'interno della città. A seguito dell'intervento è stato possibile dare alle condotte le effettive pressioni supportate, in base alle caratteristiche costruttive delle stesse. L'ultima criticità è intrinseca agli interventi svolti nelle ore notturne e nei mesi invernali: a Potenza, infatti, spesso c'è la presenza di gelo e neve, con la conseguente difficoltà ad effettuare saldature nel ghiaccio ed in luoghi impervi quali i siti dei serbatoi. Tuttavia è stato profuso un grande sforzo da parte dei privati (rappresentati dalla società di costruzioni civili) e del pubblico (Acquedotto Lucano SpA) per concludere l'intervento in brevissimo tempo: basti pensare che il tutto è stato reso operativo in 4/5 mesi.

Il sistema realizzato è in grado di offrire l'analisi del funzionamento del processo idrico attraverso l'analisi dei dati raccolti dai sensori di campo, fornendo:

- pagine video per ciascuna postazione idraulica periferica, con riportati i valori istantanei delle misure idrauliche, gli stati, gli allarmi e le portate giornaliere totali, così come i valori istantanei acquisiti dal sistema centrale attraverso l'ultima interrogazione fatta alla postazione di campo.
- i bilanci idrici giornalieri, mensili ed annuali, elaborati dal sistema in una tabella in cui vengono indicati i volumi di acqua in entrata ed in uscita al

L'acquedotto di Potenza

serbatoio sotto controllo, con l'indicazione della differenza fra i volumi totali in ingresso ed in uscita
 c) l'andamento dei parametri idraulici nel tempo, tramite una rappresentazione grafica dei trend desiderati caratterizzata da un dettaglio orario, giornaliero, settimanale, mensile o altro;
 d) l'elenco a video e stampato degli allarmi verificatisi in una determinata postazione ed in un determinato giorno, indicando anche il tipo e l'ora in cui si è verificato l'allarme.

In ciascuna postazione periferica è operante un quadro di acquisizione dati completo di alimentatore, apparecchiatura di acquisizione dati PLC, modem cellulare GSM dual-band completo di antenna e cavo.

I benefici

L'implementazione del sistema di telecontrollo ha permesso di realizzare il monitoraggio continuo dello stato dell'acquedotto: questo permette di gestire le anomalie con dei brevi tempi di intervento, senza dover sospendere troppo a lungo il servizio e senza la necessità di inviare autobotti nelle zone impervie delle campagne; il tempo di riparazione del guasto, dalla ricezione dell'allarme, è attualmente di circa un'ora, mentre il sistema blocca in modo automatico e istantaneo le valvole per evitare sfiorate e relative

L'implementazione del sistema di telecontrollo ha permesso di realizzare il monitoraggio continuo dello stato dell'acquedotto

perdite; un ulteriore beneficio è stato riscontrato nella riduzione delle perdite, di circa il 50%.
 La realizzazione del sistema di telecontrollo ha anche permesso di modificare l'organizzazione delle squadre addette alla manutenzione dislocate lungo la rete: in precedenza vi era una squadra che copriva la rete 24 ore su 24, senza tuttavia riuscire a fronteggiare tutti i problemi. Ora, invece, vi sono due squadre: la prima è sul campo per verificare eventuali malfunzionamenti – che, dopo la riorganizzazione della rete, sono stati ridotti del 70%. La seconda squadra, invece, controlla e monitora in continuo lo stato della rete, formulando proposte e gestendo in modo più efficace l'intero acquedotto.

Esame dei risultati di esercizio

Il Sistema di telecontrollo a servizio dell'abitato di Potenza, è entrato in servizio a marzo dello scorso anno (2005). E' stato finalizzato, in questa prima fase, al monitoraggio dei livelli d'acqua dei serbatoi,

delle pressioni negli adduttori delle portate per consentire di effettuare un primo bilancio idrico a diversi livelli (Adduttori, Suburbane e Serbatoi); nonché all'automazione delle portate in ingresso ai serbatoi di Epitaffio, Montereale e San Rocco che sono i serbatoi con minore volume di acqua invasata cioè: Epitaffio 4500 mc., San Rocco 9000 mc. e Montereale 2000mc..

Il Sistema di Telecontrollo, in questa prima fase, ha consentito di conoscere, attraverso i vari bilanci idrici ed i diagrammi dei vari parametri idraulici, la distribuzione dei volumi che alimentano i diversi serbatoi ed i vari rioni dell'abitato di Potenza. Il volume totale giornaliero immesso nell'abitato di Potenza da Serra San Marco e Romaniello, come media dei primi tre mesi (marzo, aprile e maggio) è

Serbatoio	Rione Servito	Vol. media Mc	Q _{min.} l/s	Q _{max.} l/s	Q _{med.} l/s
Serra San Marco	1. Faloppa	3.477	34	50	39
	2. Portasalza	588	6	11	7
Gallitello	3. Anzio	4.081	55	87	68
	4. Castello	3.642	31	63	48
	5. Gallitello	144	1	3	2
Montereale	6. Itala	2.677	22	43	30
	7. Serb. S. Rocco (Lucania-Caserma-Ospedale)	7.011	58	100	80
Nodo Portasalza	8. Centro Storico	4.370	36	70	50
	9. Via Mazzini	821	7	15	10
Epitaffio	10. Cavour	2.837	17	54	32
	11. Verderuolo	3.076	22	60	37
TOTALE		32.724	306	556	378

TABELLA 1

stato di circa 38.500 mc.; pari ad una portata media di 445 l/s.

Durante il periodo di osservazione, le portate minime erogate e registrate nelle ore notturne (da 00,00 alle 06,00) e le massime erogate e rappresentate nei diagrammi della distribuzione idrica relativa ai vari Rioni della Città e le medie erogate in base al volume totale giornaliero sono riportate nella tabella 1.

La differenza fra il volume giornaliero erogato dai due serbatoi principali: Serra s. Marco e Masseria Romanello, di circa 38500 mc ed il volume immesso nella rete di distribuzione pari a circa 32.724 mc. è di circa 5.800 mc. giornalieri pari a circa 67 l/s; la su indicata differenza riviene da erogazione per utenze note e non monitorate e cioè:

- Nodo Portasalza – uscite per Utenze (arrivo Serra San Marco) Mc. 600 pari a circa 7 l/s;
- Serbatoio Macchia Giocoli – uscite per Utenze locali Mc. 162 pari a circa 2 l/s;
- Serbatoio San Rocco – uscite Utenze locali Via Bertazzoni, etc.) Mc. 360 pari a circa 4 l/s;
- Adduttore Romaniello-Gallitello (Campagne) Mc. 3.500 pari a circa 40 l/s;
- Varie Mc. 1.200 pari a circa 14 l/s.

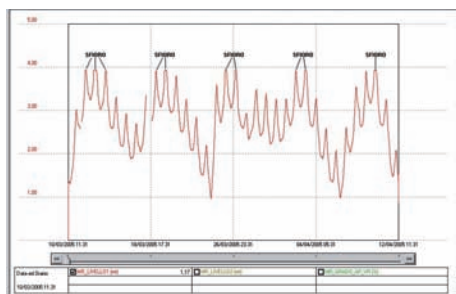
Occorre evidenziare che la portata minima notturna erogata, pari a 306 l/s, ossia l'81% della media di 378 l/s, è molto elevata ed induce a ritenere che le perdite idriche siano ancora notevoli.

Si osserva, altresì, che l'automazione delle portate in ingresso dei serbatoi di Montereale, San Rocco ed Epitaffio, in funzione del livello del serbatoio

medesimo, ha consentito di eliminare completamente lo spreco di acqua che si determinava attraverso gli sfiori dei serbatoi medesimi; inoltre ha consentito di invasare un volume di acqua ottimale per la gestione definendo i livelli dei serbatoi massimi e minimi raggiungibili in funzione della loro configurazione.

La verifica dei benefici raggiunti con l'applicazione dell'automazione sopra citata si evince, per esempio, riportando l'andamento nel tempo del livello del serbatoio di Montereale prima e dopo la regolazione in automatico della portata in ingresso in funzione del livello.

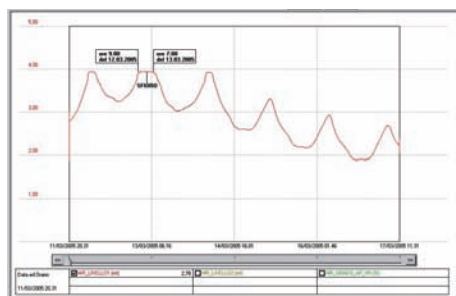
Si riporta di seguito il diagramma del livello del serbatoio di Montereale con dati registrati con continuità dal 10-03-2005 al 12-04-2005 cioè prima dell'entrata in funzione dell'applicazione dell'automazione della regolazione di portata:



Nel suindicato diagramma si può rilevare:

- 1) La variabilità del livello del serbatoio da un valore massimo di 3,9 mt. di sfioro ad un valore minimo di circa 0,7 mt.;
- 2) Il ripetuto raggiungimento del livello di sfioro nei giorni 12-13-14-19-20-25-26 Marzo e nei giorni 02-03-11 Aprile.

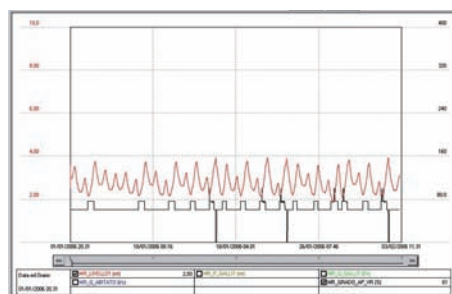
Per meglio evidenziare il processo dello sfioro si riporta di seguito il diagramma del livello del serbatoio con dati registrati con continuità, in un intervallo di tempo più ristretto, dall'11-03-2005 al 17-03-2005:



In tale diagramma si rileva che ove il livello massimo, raggiunto dal serbatoio, rimane costante, soprattutto nel periodo notturno, si ha uno sfioro. In particolare si evince che si è verificato uno sfioro per circa 22 ore dalle ore 09 del 12-03-2005 alle ore 7

circa del 13-03-2005.

In ultimo, per avere un confronto dei diagrammi, si riporta il diagramma del livello del serbatoio con dati registrati con continuità dal 01-01-2006 al 03-02-2006 dopo l'entrata in funzione della regolazione in automatico della portata in ingresso al serbatoio di Montereale:



Dal su indicato diagramma si rileva:

- 1) Il livello del serbatoio oscilla fra i valori massimo di 3,50 mt. ed il minimo di 2,20 mt. con un super minimo di 0,80 mt. fissati dal gestore come range ottimali.
- 2) Lo sfioro non si è verificato in nessun caso.
- 3) La variazione del grado di apertura della valvola a fuso di regolazione nei vari casi in cui si determinano livelli massimi e minimi predefiniti.

Infatti, sulla base di un grado di apertura medio calcolato in base a rilevazioni di campo, si possono osservare aumenti del grado di apertura in corrispondenza di un minimo livello stabilito ed una diminuzione del grado di apertura in corrispondenza di un massimo livello. In particolare si possono notare come in tre casi la valvola a fuso si è chiusa completamente in corrispondenza del massimo livello di 3,80 mt., inferiore al livello di sfioro. Dato il successo conquistato dall'intervento descritto, Acquedotto Lucano sta mettendo in atto un riordino più generale delle reti dell'abitato di Potenza riguardante la sistemazione anche delle reti rurali, tuttora fuori controllo. Quest'ultimo intervento consentirà infatti un ulteriore e significativo recupero di volumi idrici non trascurabili, a tutto vantaggio della riduzione degli sprechi e del miglioramento del rendimento complessivo dello schema.

FIGURA 2
CICLO
COMPLETO
DELL'ACQUA

