Gestione efficiente nella potabilizzazione dell'H2O grazie all'architettura PLC telecontrollata via standard IEC60870.

P.I. Parronchi Lorenzo
Tecnico Automazione
Publiacqua
E-mail: l.parronchi@publiacqua.it

Ing. Recchia Simone
General Manager Technical Department
Panasonic Electric Works Italia srl
E-mail: simone.recchia@eu.panasonic.com

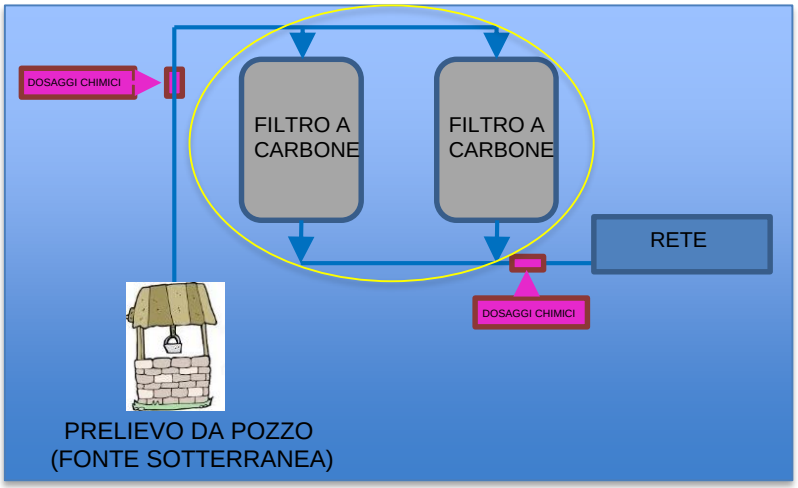
PUBLIACQUA S.p.a.

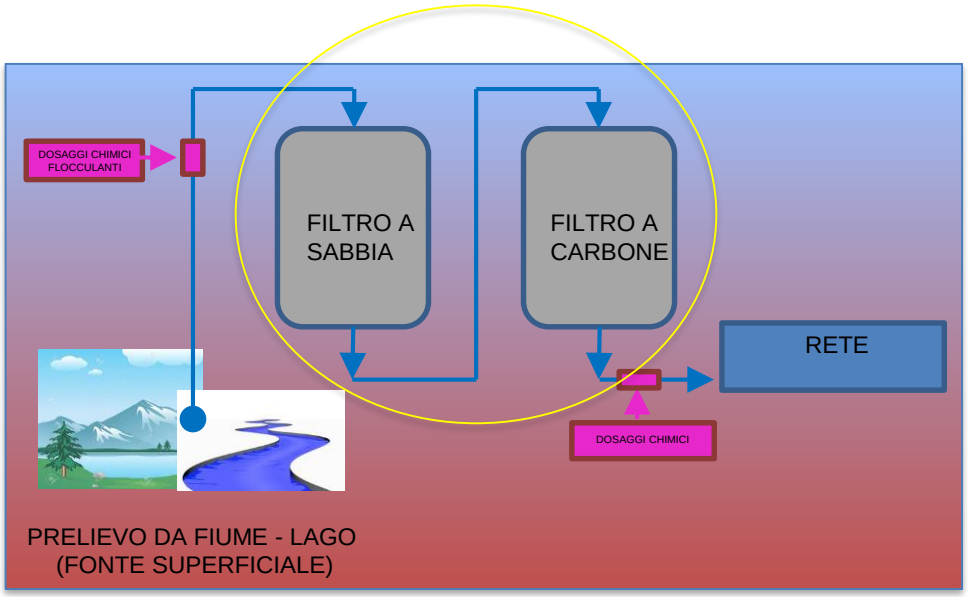
TELECONTROLLO 2017
RETI DI PUBBLICA UTILITÀ

DATI AZIENDALI
Province: 3 (FIRENZE, PRATO,PRISTOIA, AREZZO)
Comuni:46
Kmq di superficie: 3380
Abitanti: 1.305.000
Km di rete idrica: 7.155
Utenze idriche: 386.069
Km di rete fognaria: 3.720
Depuratori: 128
Impianti di potabilizzazione: 105
Laboratori di analisi per il controllo chimico-biologico: 1
Controlli analitici chimici e microbiologici: circa 300.000 anno
Addetti: 586
Fatturato: circa 218 milioni di Euro
Investimenti realizzati: oltre 916 milioni di Euro

PRINCIPALI ATTIVITA'
- produzione e vendita di acqua potabile
- vendita acqua di alta qualità
- depurazione
- fognature
- controlli di laboratorio chimici e biologici, analisi
- partnership

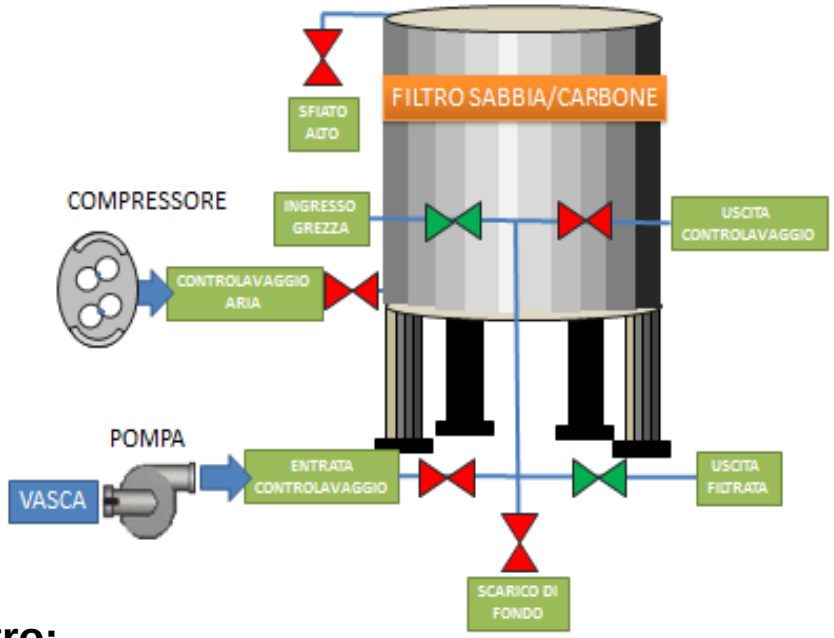
Impianti acqua potabile





- Riduzione della torbidità dalle fonti superficiali (FILTRI A SABBIA)
- Rimozione sostante non compatibili con la potabilità dell'acqua (FILTRI A CARBONE)

Sistema di filtrazione vaso chiuso (in pressione)



Elementi per singolo filtro:

- Serbatoio di contenimento materiale filtrante
- Valvole di controllo flussi dell'acqua

Elementi comuni a più filtri:

- Pompa e compressore di controlavaggio

Attività da svolgere:

- Controlavaggio singolarmente di ogni filtro (procedura 6/8 fasi durata circa 45 minuti con acqua già filtrata)

Impianto pozzi macrolotto (PO)

PRIMA….

- 12 pozzi su circa 300 ettari portata totale nominale 50-60 l/s
- necessità di trattamento dell'acqua con filtro a carbone (installato a bordo pozzo) per la maggior parte dei pozzi macrolotto

- lavaggi effettuati manualmente da operatore movimentando le valvole
- tempi di lavaggio non standard perché dipendente dall'attività dell'operatore e dalla necessità di spostamento fra un lavaggio ed un altro
- effettuazione dei cicli di lavaggio solo durante l'orario di lavoro (quando la richiesta della rete è storicamente più alta) e soltanto in modalità periodica per mancanza di strumenti di misura che ne decretassero l'effettiva necessità
- nessun controllo/comando remoto
- **perdita interesse utilizzo 12 pozzi macrolotto (60l/s) messi fuori servizio '90**

Interventi eseguiti a partire del 2015

- rimessi in servizio pozzi macrolotto 60 l/s
- rimozione dei filtri a bordo pozzo
- concentrazione dei filtri in ingresso all'impianto di spinta di falda 1 con installazione nuovo hardware per una portata nominale massima di (150l/s)
    - 10 elementi filtranti
    - 80 valvole ad azionamento pneumatico
    - 2 pompe di controlavaggio controllate da inverter (in parallelo caldo)
    - 2 compressori volumetrici con azionamento diretto

Nuove prospettive

- Possibilità di attingere anche da altri pozzi delle zone vicine trattando la risorsa nello stesso impianto

Analisi del problema «automazione filtri»

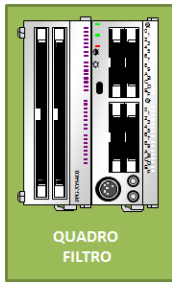
Realizzare un sistema che minimizzasse le inefficienze e massimizzasse i rendimenti:

- Potesse essere facilmente installabile in questo impianto adattabile e replicabile in altri impianti a diversi tipologie di hardware anche già installato (senza la necessità di stravolgimenti) vista la moltitudine e la diversità degli impianti presenti
- Gestisse autonomamente la procedura di controlavaggio in base a criteri e algoritmi più complessi e precisi (intasamento, quantità di acqua filtrata, temporizzazione periodica) e su comando remoto del sistema di telecontrollo
- Monitorizzasse tutto l'impianto e mettesse a disposizione dati di processo ed energetici in modo da prevedere anche possibili guasti delle apparecchiature

Struttura e funzioni “QUADRO FILTRO”

- plc locale (di piccole dimensioni) con routine di controlavaggio filtro e controllo logico apparecchiature
- connessione tramite bus logico a plc master
- alimentazione 24vdc ridondata (2 quadri filtro inseriti in 1 carpenteria)
- comando e controllo valvole (verifica di effettiva posizionamento su comando con possibilità di esclusione da operatore)
- comando motori (connessione elettromeccanica quadro potenza elettrica in modalità locale e via bus logico tramite plc master)
- interfaccia operatore touch 4,6” per:
  - impostazione parametri lavoro (tempi controlavaggio)
  - controllo allarmi locali
  - comando utenze in manuale per test I/O

COMANDI DIRETTI A QUADRO POTENZA ELETTRICA ATTIVAZIONE MOTORI (POMPA E COMPRESSORI)



DATI INVIATI AL MASTER TRAMITE BUS LOGICO SU STATO FILTRO-STATI VALVOE-ALLARMI RICHIESTE MARCIA (TOT. 20 Byte)

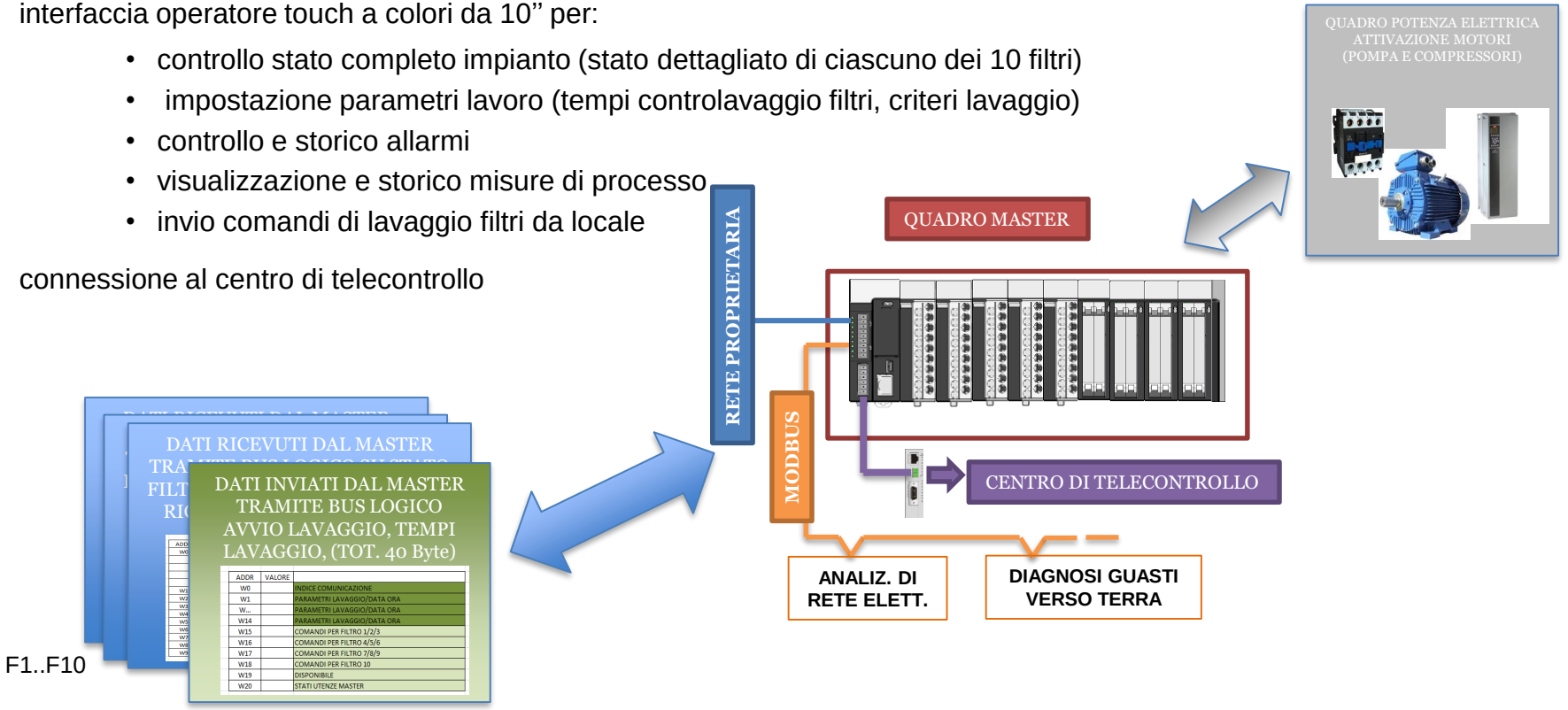
ADDR	VALORE	
W0	INT	STATO FILTRO (VALORE 0 - 101)
	0	FASE FILTRO ESCLUSO
	1	FASE FILTRO ESCLUSO COMANDI MANUALI ATTIVATI
	2	FASE FILTRO RIENTRO IN SERVIZIO
	10	FASE LAVAGGIO SCARICO PRESSIONE
W1	BIT	ALLARMI 1
W2	BIT	ALLARMI 2
W3	BIT	ALLARMI 3
W4	BIT	RICHIESTE PER PLC MASTER
W5		
W6		
W7		
W8		
W9		

DATI RICEVUTI DAL MASTER TRAMITE BUS LOGICO AVVIO LAVAGGIO, TEMPI LAVAGGIO, (TOT. 40 Byte)

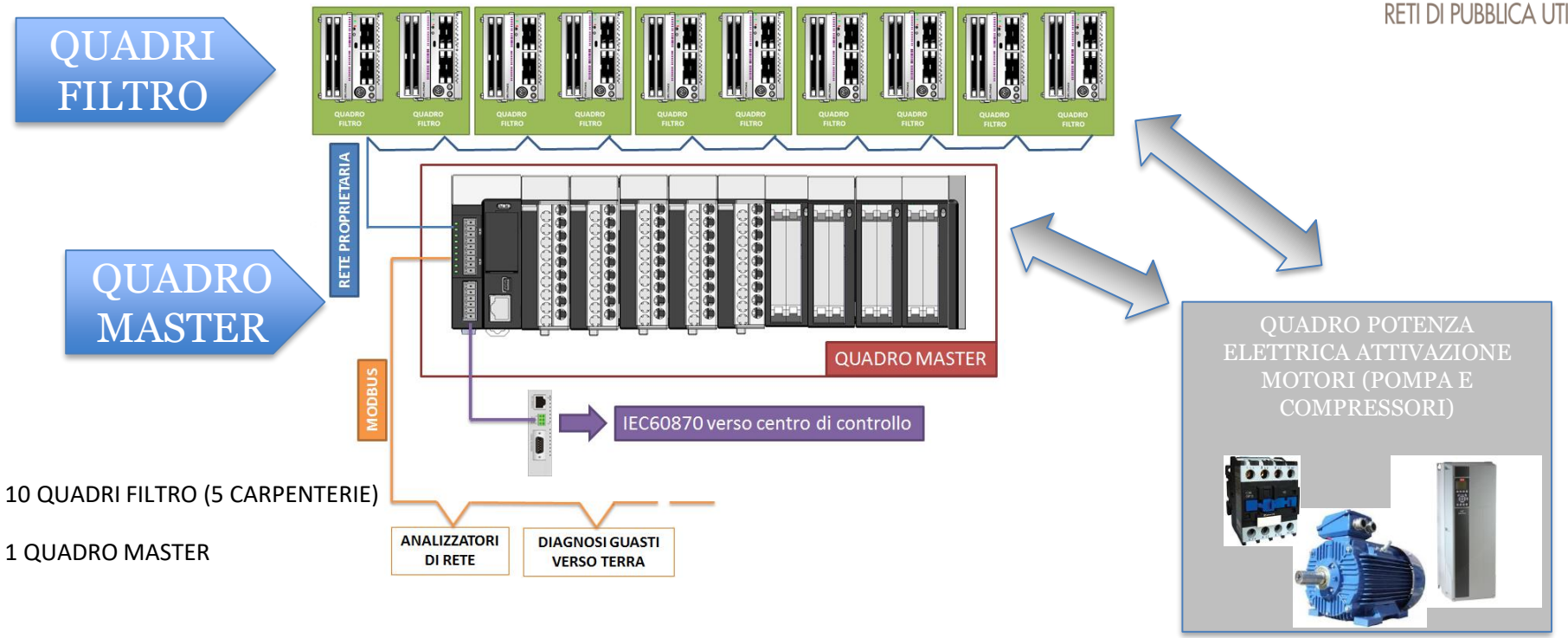
ADDR	VALORE	
W0		INDICE COMUNICAZIONE
W1		PARAMETRI LAVAGGIO/DATA ORA
W...		PARAMETRI LAVAGGIO/DATA ORA
W14		PARAMETRI LAVAGGIO/DATA ORA
W15		COMANDI PER FILTRO 1/2/3
W16		COMANDI PER FILTRO 4/5/6
W17		COMANDI PER FILTRO 7/8/9
W18		COMANDI PER FILTRO 10
W19		DISPONIBILE
W20		STATI UTENZE MASTER

Struttura e funzioni “QUADRO MASTER”

- alimentazione 24vdc ridondata e sistema ups a batteria tampone
- plc potente completo di I/O anche analogici (acquisizione strumentazione analogica di processo)
- connessione tramite bus logico ai plc filtro (invio parametri e comandi , ricezione stati e comandi)
- acquisizione misure da strumenti analizzatori di rete elettrica e parametri elettrici (tramite MODBUS)
- comando motori e inverter (connessione elettromeccanica quadro potenza elettrica)
- interfaccia operatore touch a colori da 10” per:
    - controllo stato completo impianto (stato dettagliato di ciascuno dei 10 filtri)
    - impostazione parametri lavoro (tempi controlavaggio filtri, criteri lavaggio)
    - controllo e storico allarmi
    - visualizzazione e storico misure di processo
    - invio comandi di lavaggio filtri da locale
- connessione al centro di telecontrollo



Architettura dell'automazione

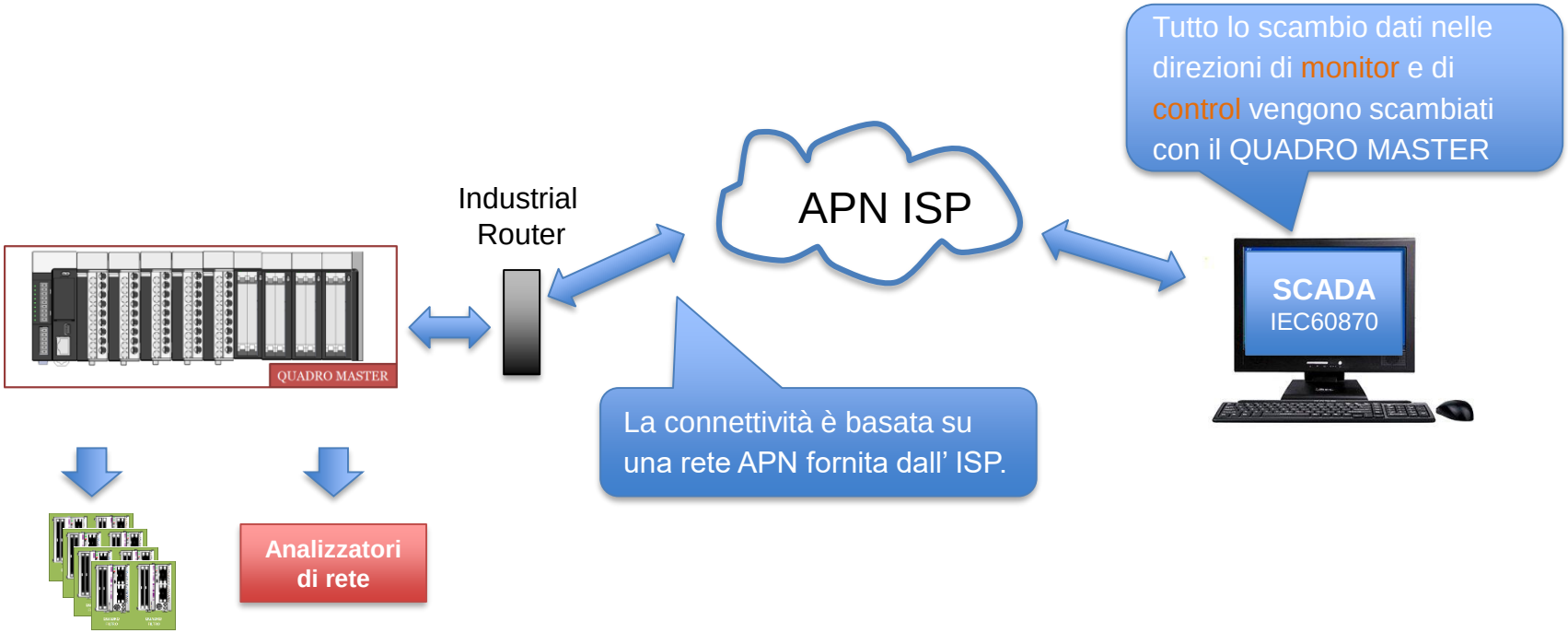


Obiettivi raggiunti

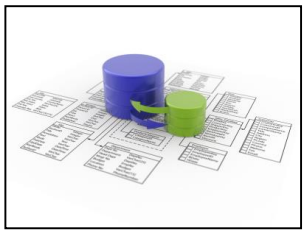
- esecuzione algoritmi di ottimizzazione dei lavaggi con criteri come: intasamento, temporizzati, con comandi manuali da tlc nelle fasce orarie di minor consumo (22-06) anche fuori orario di lavoro e nei giorni festivi
- impianto totalmente telecontrollato e comandato da remoto
- interventi degli operatori ridotti al minimo solo per guasti e analisi di processo

La struttura del telecontrollo

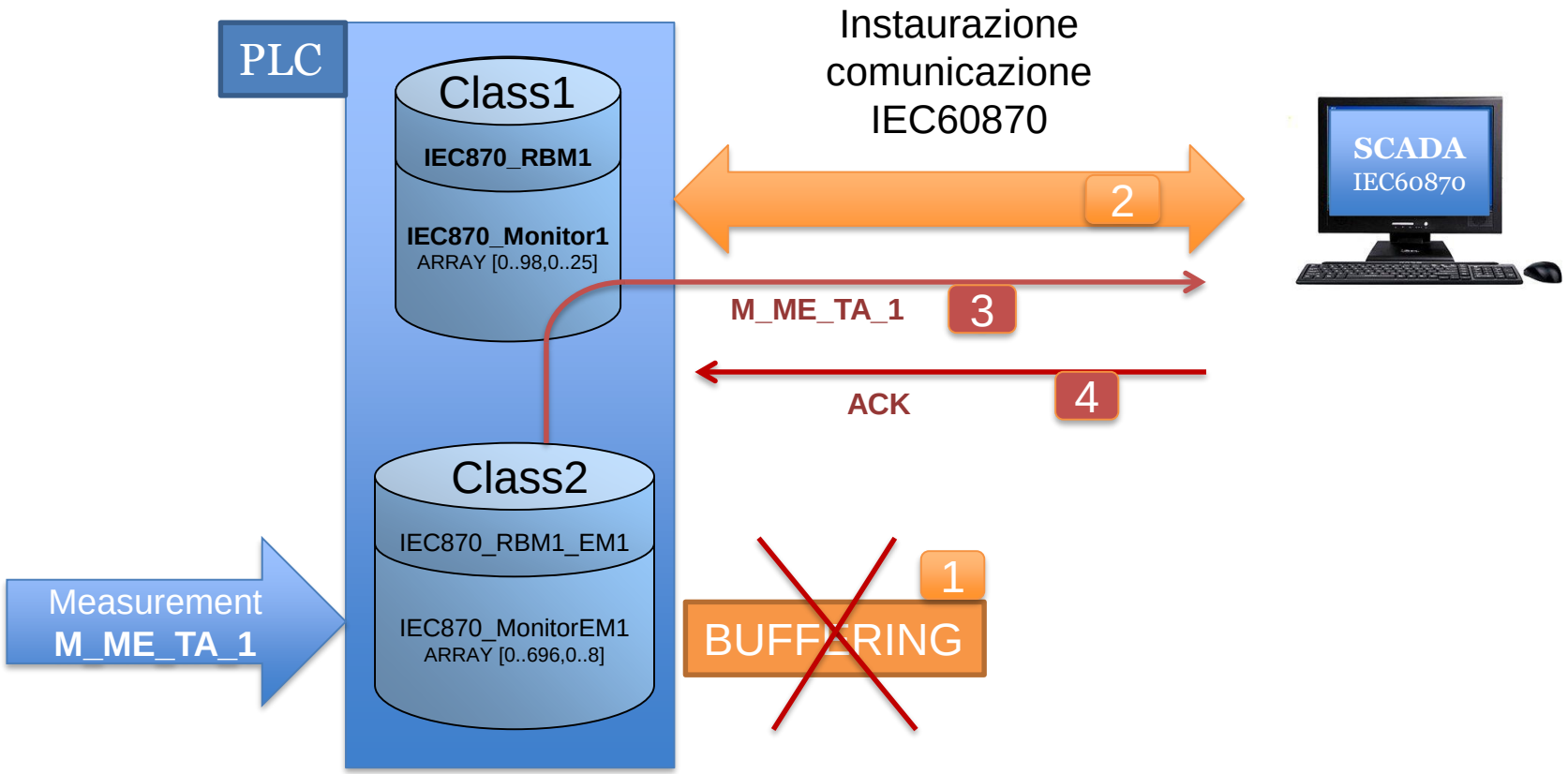
Schema a blocchi connettività



IEC60870: bufferizzazione



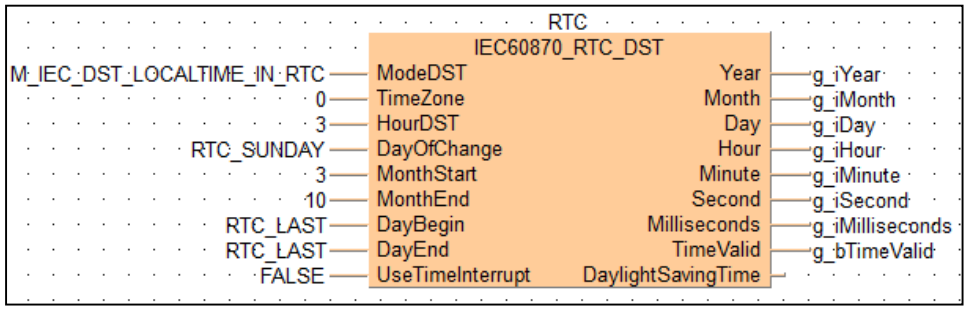
Il dato viene bufferizzato all'interno del PLC prima di essere inviato e viene rimosso dal buffer solo dopo che lo SCADA ha ritornato l'acknoledge sulla ricezione.



IEC60870: Time Stamp

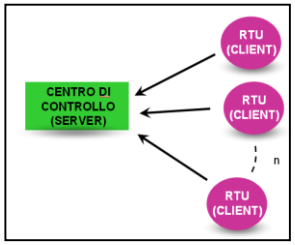
La possibilità di bufferizzare il dato è significativa in quanto ad ogni dato viene associato il time-stamp della sua occorrenza

Il Time TAG viene associato al dato nel formato: Seven octet binary time o CP56Time2a → CP56{milliseconds, minutes, RES1, invalid, hours, RES2, summer time, day of month, day of week,months,RES3,years,RES4}

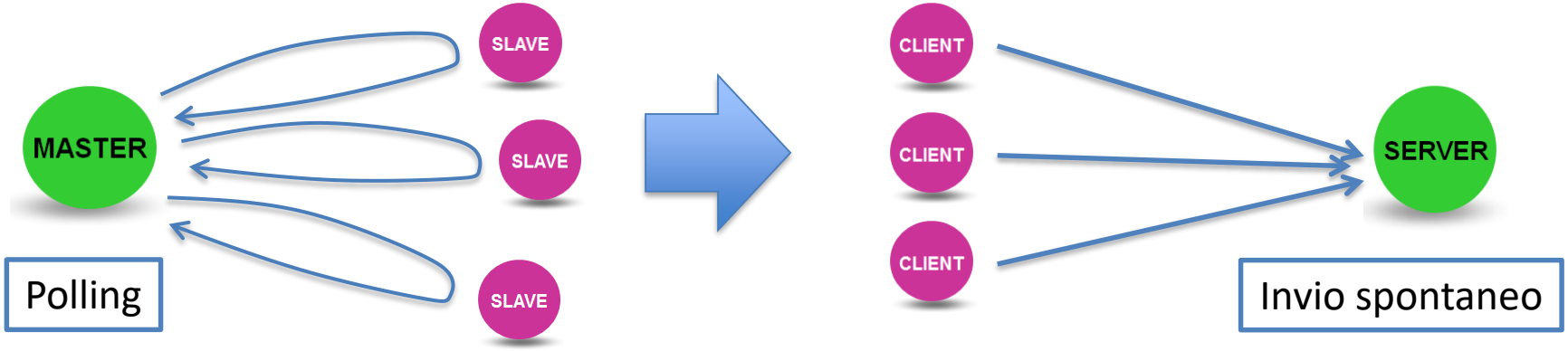


- L'RTC del PLC ha la risoluzione del secondo, i millisecondi vengono generati dalla FB di controllo del RTC.
- Si possono discriminare eventi che differiscono tra loro per più di 100ms.
- E' possibile gestire la Time Zone.
- E' possibile gestire l'ora solare e l'ora legale.

IEC60870: Modello Client - Server

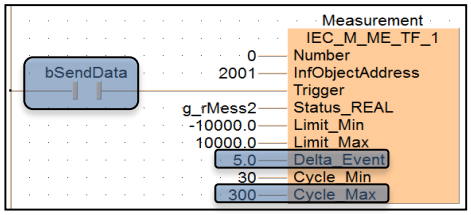


la sua caratteristica CLIENT-SERVER che permette la gestione di un alto numero di nodi ed un'occupazione della banda ottimizzata



- Non viene più eseguita una richiesta in polling da parte dello SCADA.
- La banda utilizzata è sempre la migliore possibile in base alle informazioni che lo slave deve trasmettere allo SCADA.
- Non viene generato traffico da parte di elementi di cui si conosce già lo stato.

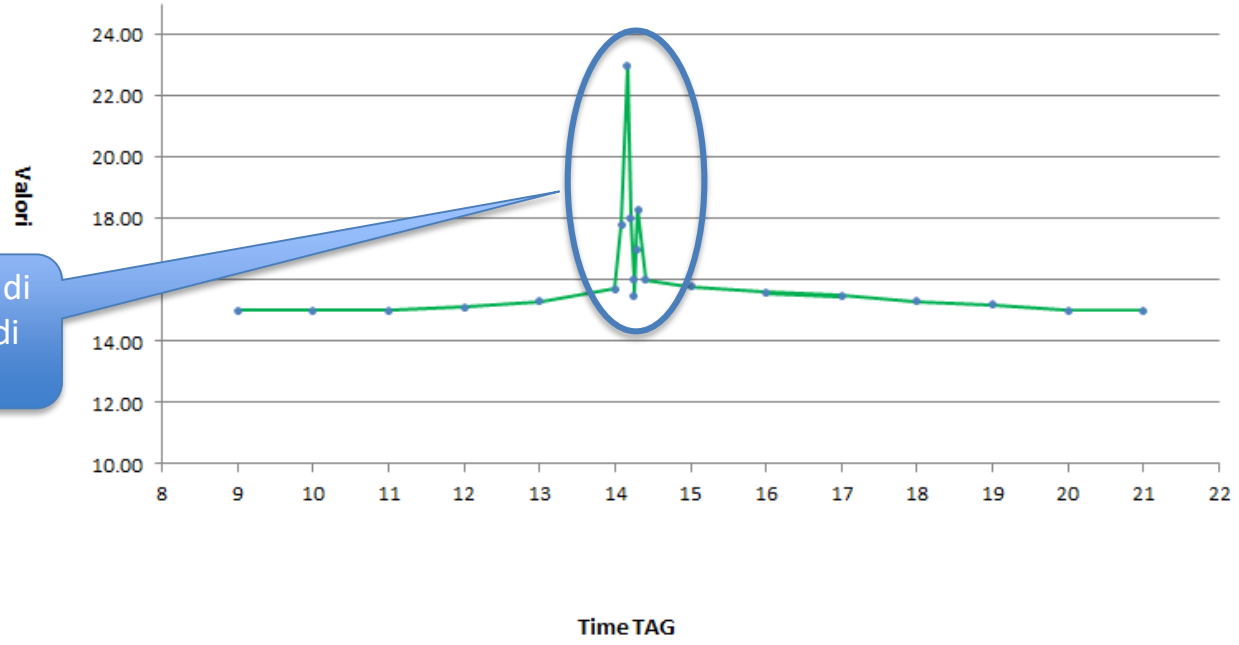
IEC60870: 3 criteri per l'invio del dato



- su evento → trigger
- dopo un tempo impostabile
- **al cambiamento**

Ottimizzazione della banda, invio solo dati significativi

I criteri per l'invio possono essere **utilizzati in contemporanea**



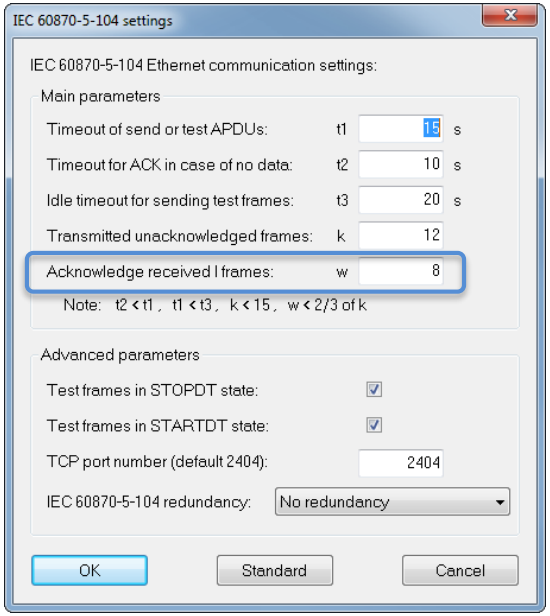
Aumento della frequenza di campionamento in caso di cambiamenti repentini

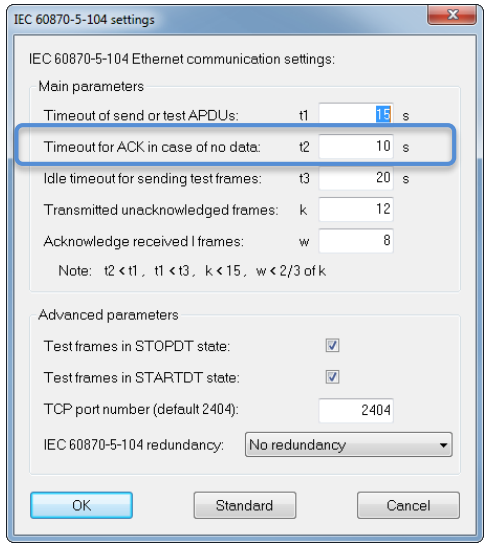
IEC60870: acknoledge

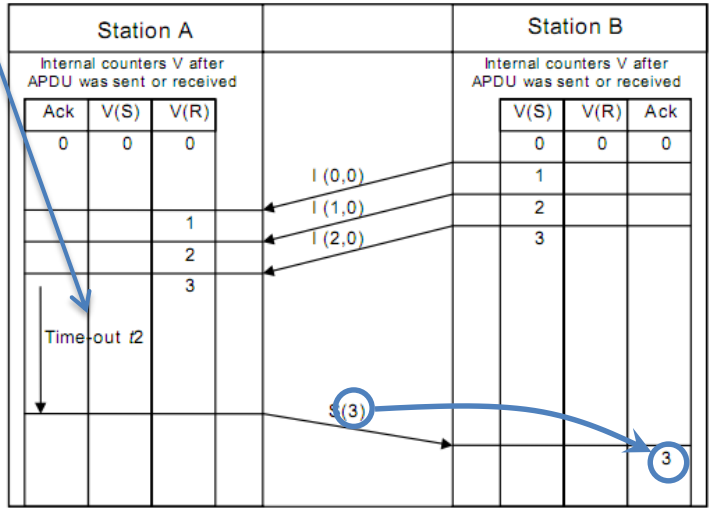
Dopo aver ricevuto almeno 8 dati

Dopo un tempo t2 senza scambio dati

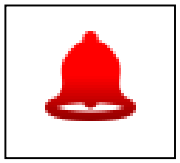
Viene ridotto l'impatto delle operazioni di ack nel traffico scambiato

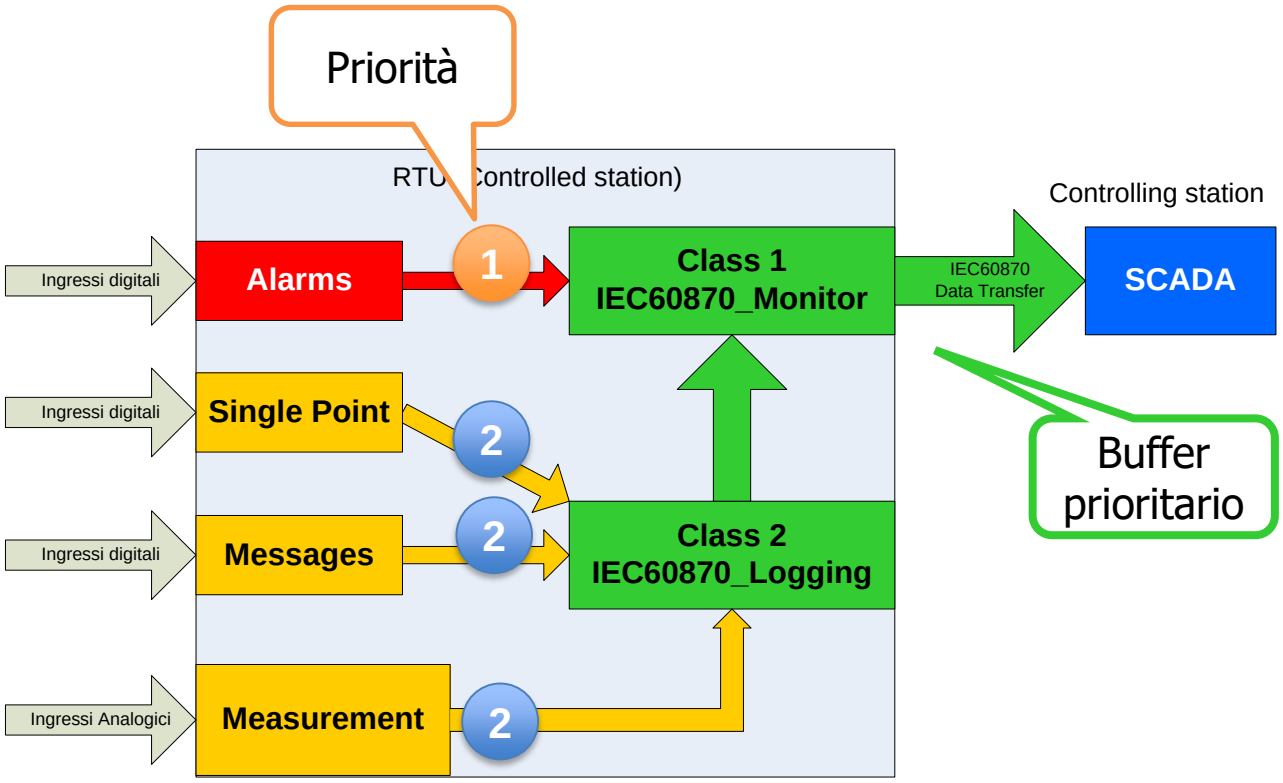




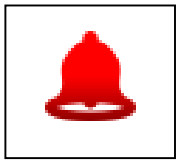


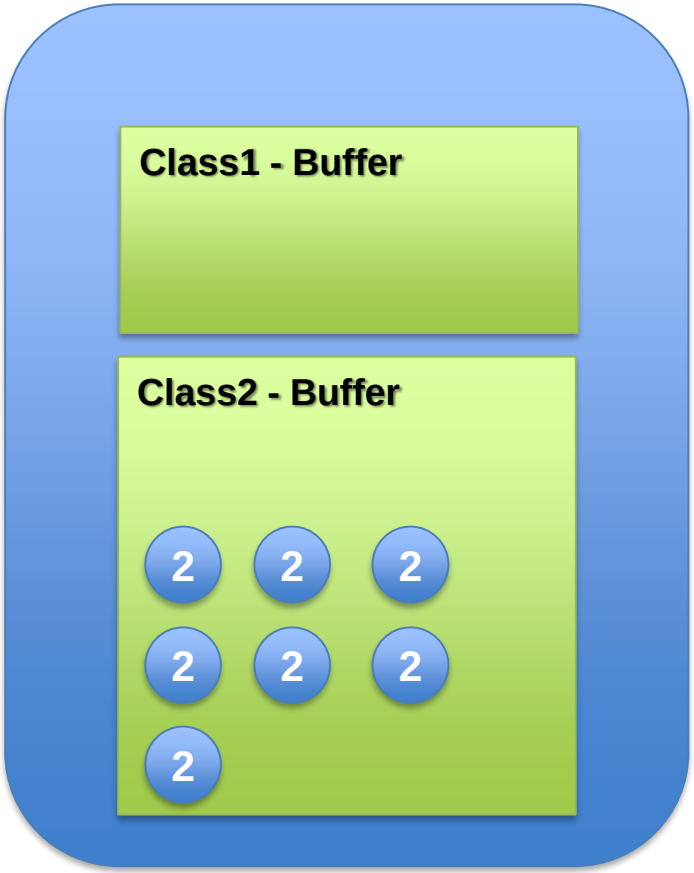
IEC60870: gestione priorità





IEC60870: gestione priorità





1

Instaurazione comunicazione IEC60870

IEC60870: standard consolidato

Soluzione open based

Telecontrollo PLC based

All in one

RTU + PLC

- Connessione con centro di controllo
- Connessione allo SCADA
- Standard IEC 60870

- Gestione automazione di campo con programmazione secondo standard IEC61131
- Configurazione flessibile di I/O digitali e/o analogici, locali o remoti
- Apertura ai principali BUS industriali (Ethernet IP, Profinet, Profibus, Modbus TCP, etc …)
- Ampia connettività verso interfacce operatore

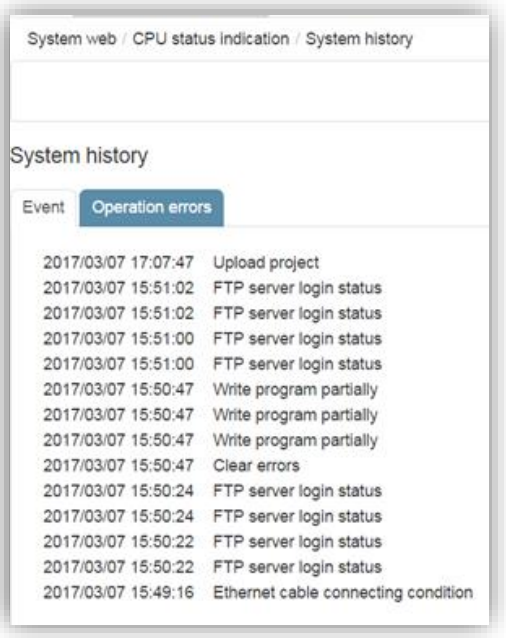
Possibili sviluppi futuri

Il controllo locale dell'impianto potrebbe essere portato su supporti mobili

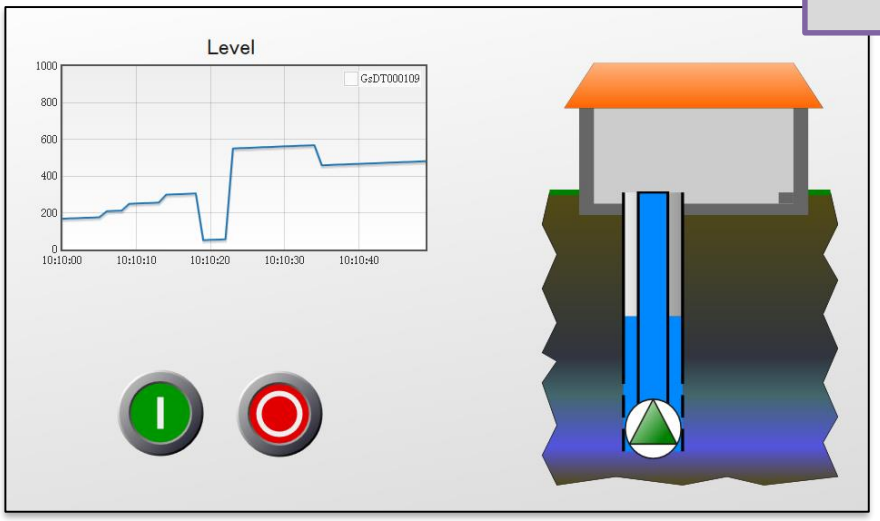
Smartphone

Tablet

Pagine di sistema



Pagine utente



Possibili sviluppi futuri

- Monitoraggio dell'impianto in tempo reale e accesso remoto mediante **dispositivi mobili**
- Accesso a informazioni mediante **tecnologie di utilizzo quotidiano** da parte dell'utente
- Impossibilità di accesso in caso di impianto non presidiato
- Possibilità di accesso da parte di **più utenti** in contemporanea
- **Accesso sicuro** mediante crittografia **HTTPs** e possibilità di definire accessi con priorità diverse (PW)
- Gestione oggetti **multimediali** (es. IP Camera, media player, …)
- **IP Camera** per:
  - monitoraggio eventuali luoghi non accessibili
  - per fini di sicurezza
  - supporto agli addetti di manutenzione da remoto

Conclusione

La fase di progettazione con Publiacqua ha portato ad una soluzione efficiente ed efficacie sugli impianti, inizialmente contraddistinti da eterogeneità tecnologica.

PRIMA	**DOPO**
Lunga durata e imprevedibilità dei tempi di lavaggio (intervento manuale su ogni area dell'impianto)	Processo automatizzato, mediante **algoritmi ottimizzati,** gestito **da remoto** nelle fasce di **minor consumo**.
Portata nominale: 60 L/s	**Valorizzazione**: nuova portata nominale di 150L/s
Rigidità tecnologica.	**Scalabilità e gestione sostenibile**: - è possibile attingere da pozzi vicini **condividendo** lo stesso impianto di filtrazione - L'**approccio modulare** con **logica distrib**uita permette di applicare la soluzione ad impianti di dimensioni tra loro diverse ma che per natura presentano diversi elementi in comune - Il controllo da remoto mediante protocollo standard rende flessibile l'utilizzo di **tecnologie multi-brand** - si può incrementare l'apporto tecnologico in fasi successive (IP camera, ecc.)
Alto numero di interventi manuali degli operatori	La previsione di guasti e il telecontrollo hanno **ridotto al minimo il numero di interventi dell'operatore** (solo in caso di guasti non prevedibili).
Assenza di controllo remoto	La scelta dell'**IEC60870** che è un protocollo **nato per il telecontrollo** ha fatto sì che i dati non vengano mai persi ed inviati solo se necessario riducendo, quindi, il traffico superfluo e garantendo priorità agli allarmi rispetto al traffico standard.

Memoria per il Forum Telecontrollo

Verona – 24 e 25 Ottobre 2017

Gestione efficiente nella potabilizzazione dell'H2O grazie all'architettura PLC telecontrollata via standard IEC60870.

Autori:

Ing. Recchia Simone

General Manager Technical Department

Panasonic Electric Works Italia srl

simone.recchia@eu.panasonic.com

Tel. 045/6752744

P.I. Parronchi Lorenzo

Tecnico Automazione

Publiacqua

l.parronchi@publiacqua.it

Tel. 055/5322276

1. Premessa

La diffusione delle tecnologie digitali rappresenta un'opportunità di cambiamento per tutti i settori produttivi privati e pubblici, dall'industria manifatturiera alle reti di pubblica utilità e smart city. L'utilizzo di sensori e dispositivi intelligenti (PLC, interfacce uomo macchina…) integrati e interconnessi offrono l'opportunità di raccogliere, trasferire e analizzare informazioni in tempo reale ponendo i presupposti per il progresso continuo dei processi in termini di rinnovamento, efficienza e produttività.

L'innovazione e l'utilizzo delle più moderne tecnologie disponibili sono elementi fondamentali per lo sviluppo industriale ed economico.

Il ciclo idrico integrato è uno dei settori che può trarre benefici dall' impiego di componenti e sistemi automatizzati, digitalizzati e connessi per il miglioramento delle infrastrutture, delle risorse e dei servizi.

In questa memoria illustreremo le architetture di automazione installate sul campo e la soluzione di telecontrollo adottata dalla public utility Publiacqua, gestore unico del servizio idrico integrato nell'area fiorentina (che comprende la provincia di Firenze, Pistoia, Prato e alcune zone di Arezzo) per automatizzare e telecontrollare gli impianti di filtrazione nel processo di potabilizzazione dell'acqua.

La soluzione di automazione da adottare doveva tenere conto dei seguenti aspetti:

- integrazione con l'hardware e il software già presente. L'obiettivo era quello di apportare delle migliorie salvaguardando gli investimenti fatti ad oggi;
- possibilità di inserire automazioni che regolino i processi di filtrazione;
- connettività verso il centro di controllo tramite standard IEC60870, protocollo di comunicazione scelto da Publiacqua per lo scambio dati;
- scalabilità, in modo da rendere il processo adattabile alle dimensioni variabili degli impianti presenti;
- apertura ai BUS standard di campo più comuni col fine di poter raccogliere dati da dispositivi eterogenei;
- controllo dell'operazione di filtraggio sia in locale che da remoto.

2. L’impianto di filtrazione: principio di funzionamento.

Già da qualche anno si sentiva la necessità all’interno di Publiacqua di attuare un rifacimento strutturale e un miglioramento tecnologico in una serie di impianti esistenti. Tra questi, l’impianto di filtrazione (sia sabbia che carbone) del settore potabile ricopre un ruolo importante soprattutto in una azienda che utilizza acqua in prevalenza da fonti superficiali quali fiumi e laghi (*Fig.1)* o da sottosuolo (*Fig.2)* con necessità di trattamento per abbattere eventuali agenti inquinanti.

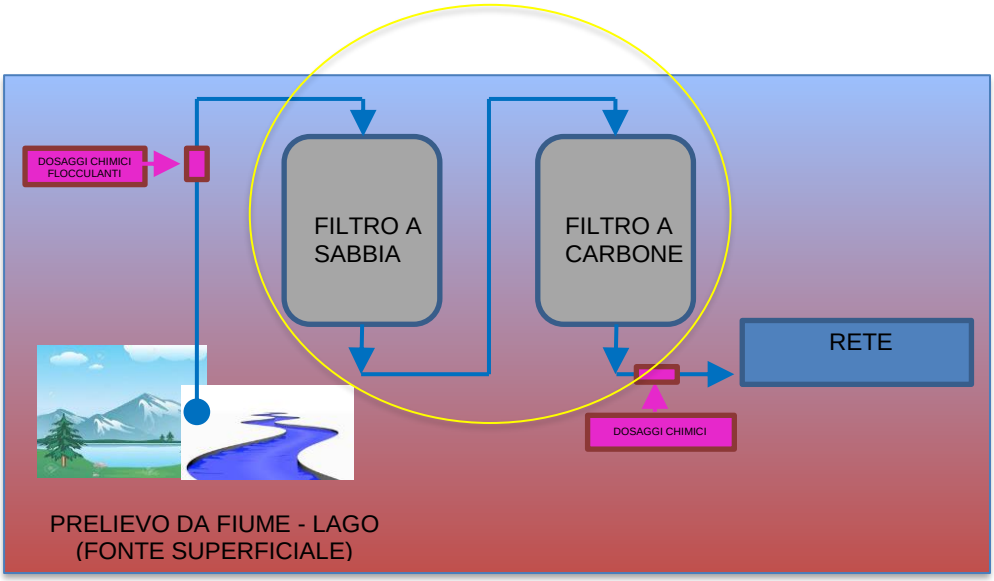


Fig.1 Prelievo da fiumi e laghi.

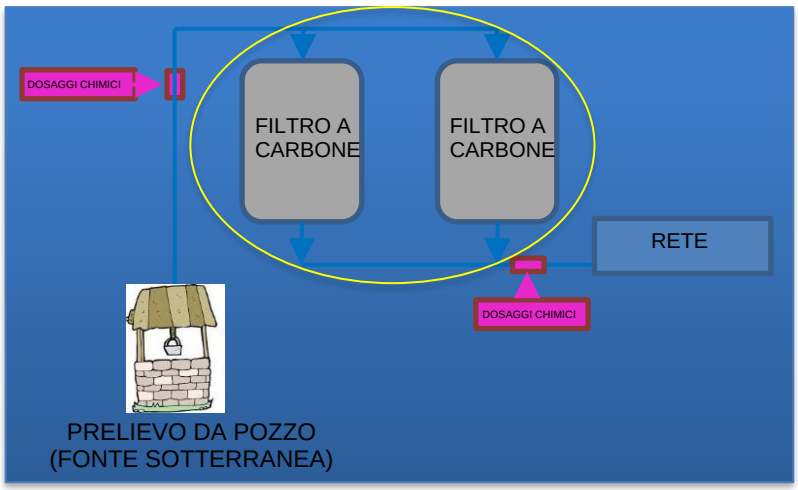


Fig.2 Prelievo da pozzo.

L'impianto di filtrazione può essere schematicamente rappresentato da un serbatoio che contiene l'elemento filtrante (sabbia o carbone), da una pompa e da un compressore essenziali per la fase di controlavaggio e da una serie di valvole utili per il controllo dei flussi di ingresso/uscita dell'acqua sia nella fase di filtrazione che in quella di lavaggio (*Fig.3)*.

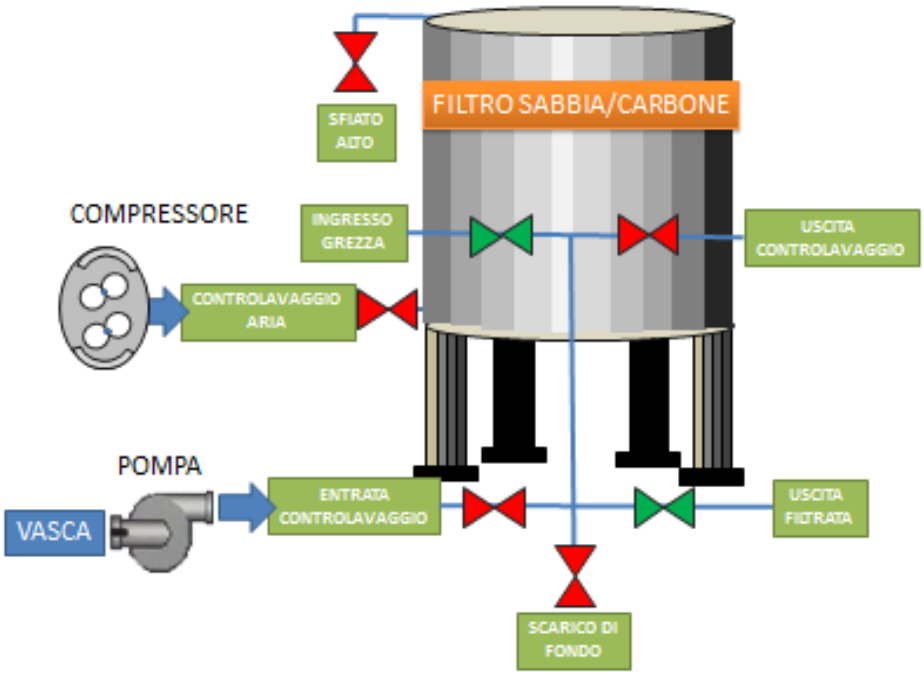


Fig.3 schema semplificato filtro a sabbia

Nella configurazione di un impianto si trovano solitamente più elementi filtranti in serie o in parallelo, questo dipende molto dal tipo di filtrazione e dalla portata nominale.

La gestione di questi apparati comprende una fase di funzionamento in filtrazione e un ciclo di "rigenerazione" (solitamente chiamato controlavaggio) per l'elemento filtrante.

Il processo di controlavaggio, prima dell'integrazione del sistema di telecontrollo e dell'automazione in campo, veniva eseguito manualmente sul posto (i filtri erano installati nei pressi di ogni punto di prelievo) necessitavano la presenza in loco del personale, che eseguiva le sequenze di manovre delle valvole (apri/chiudi) e l'azionamento della pompa e della soffiante per le operazioni di controlavaggio anche 1 volta la settimana. In questo modo si producevano diverse inefficienze che rendevano antieconomico lo sfruttamento di questi pozzi distribuiti su un'area vasta ma singolarmente con una portata modesta da 3 a 10 l/s.

Infatti, un'operazione manuale di controlavaggio di 10 filtri presentava i seguenti limiti:

- Impegno di un operatore: per circa 2 giorni lavorativi;
- tempi di controlavaggio con delle tolleranze consistenti tra un filtro e l'altro. La quantità d'acqua impiegata per il controlavaggio era funzione dell'operatore;
- cicli di controlavaggio a cadenza periodica, quindi anche quando non strettamente necessario;
- esecuzione del processo solo durante l'orario lavorativo quando la domanda d'acqua è maggiore.

Pertanto, i pozzi erano stati abbondonati e solo con la realizzazione del nuovo impianto di filtrazione completamente automatizzato, il loro utilizzo è tornato ad essere conveniente.

Le operazioni di controlavaggio prevedono fasi diverse, con durata temporale impostabile e, solitamente, per massimizzare il rendimento dell'impianto e contenere gli sprechi, devono essere attivate soltanto se necessarie.

L'obiettivo era di realizzare un sistema che rispondesse ai seguenti requisiti:

- automatico, per poter gestire tutte le fasi del filtraggio e controlavaggio senza la presenza di un operatore locale;
- flessibile, per l'integrazione con gli eventuali automatismi già presenti (revamping);
- modulabile, per potersi adattare alle diverse dimensioni e configurazioni che si trovano in questa tipologia di impianti;
- telecontrollato, per poter comunque inviare comandi e/o raccogliere informazioni utili ai fini statistici, manutentivi o di intervento in caso di anomalie.

3. La configurazione adottata ed i vantaggi

L'impianto si occupa di filtrare l'acqua proveniente da una serie di punti di prelievo distribuiti in un'area vasta (di circa 6 km^2) che convogliano in un solo impianto di filtraggio/accumulo composto da:

- 10 elementi filtranti
- 80 valvole ad azionamento pneumatico
- 2 pompe di controlavaggio controllate da inverter (in parallelo caldo)
- 2 compressori volumetrici con azionamento diretto

Fig. 4 – impianto di filtrazione

Si è scelto di realizzare un quadro elettrico “QUADRO FILTRO” che potesse gestire indipendentemente un filtro e di replicarlo per il numero di filtri presenti (in questo caso 10). Inoltre è stato realizzato un “QUADRO MASTER” che gestisce l’impianto nella sua complessità (compresi i quadri filtro) e trasmette i dati al sistema di Telecontrollo aziendale (*Fig.5)*.

Grazie a questa configurazione a “logica distribuita” ogni QUADRO FILTRO mantiene la sua autonomia operativa locale anche in caso di anomalia del QUADRO MASTER.

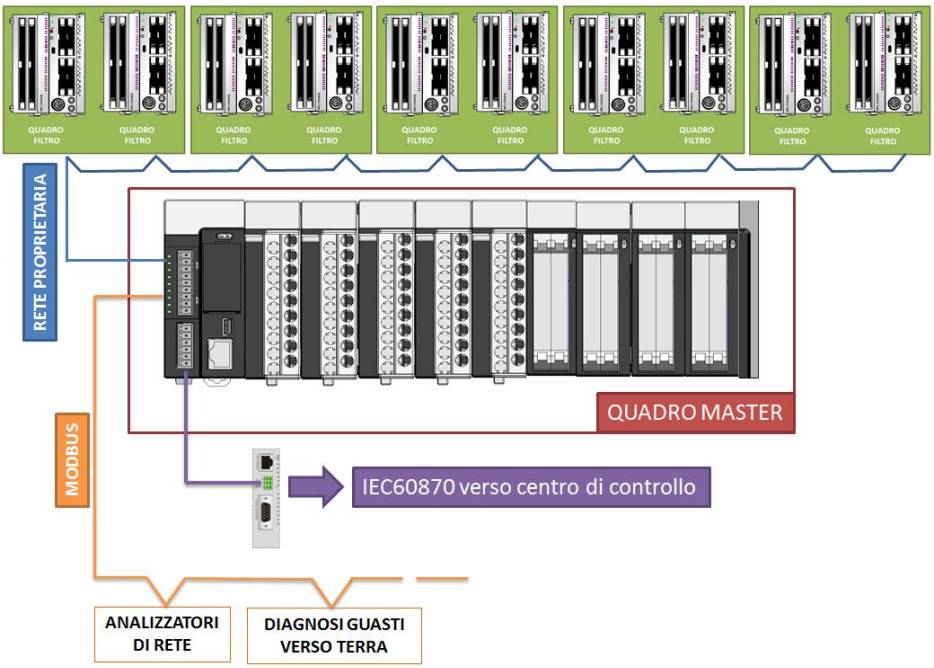


Fig. 5 – collegamenti presenti tra quadri filtri, quadro master e centro di controllo

Per semplicità tecnica ed esigenze di spazio fisico si sono accorpati due filtri in una sola carpenteria.

Il QUADRO FILTRO comanda tutte le valvole presenti, acquisisce lo stato delle stesse tramite i finecorsa e impartisce i comandi per la marcia delle utenze motorizzate condivise (pompa e compressore). Tale apparato è dotato di PLC con I/O digitali e interfaccia uomo-macchina per la gestione del filtro in locale. Il PLC si occupa della logica di funzionamento del filtro sia nella fase di filtraggio che in controlavaggio ed è collegato, mediante BUS di campo, al PLC che si trova nel quadro MASTER. In questo modo è connesso al centro di controllo dal quale può ricevere tutti i settaggi necessari ed inviare lo stato in cui si trova. Le fasi di lavoro, con tempi impostabili da interfaccia uomo-macchina locale o mediante il centro di telecontrollo vengono eseguite in sequenza preordinata, ad ogni comando impartito ad una valvola corrisponde un movimento e la verifica dell’effettivo posizionamento dell’apparato, così come per i comandi delle utenze motorizzate.

I controlli di feedback da parte dei finecorsa si possono escludere a seguito di un controllo visivo sul posto della valvola che ha evidenziato un funzionamento anomalo e l’accertamento che funziona correttamente. In questo modo è possibile ridurre il fuori servizio legati a guasti che non pregiudicano il corretto funzionamento delle apparecchiature.

Ogni filtro può essere controllato in locale utilizzando l'interfaccia uomo-macchina (condizione di emergenza). In questo caso, l'operatore prima di iniziare la fase di controlavaggio dovrà tenere conto dello stato in cui si trovano gli altri filtri per evitare sovrapposizioni.

Nel funzionamento remoto tutti i controlli/comandi vengono inviati dal QUADRO MASTER, la contemporaneità delle utenze condivise viene gestita con l'esecuzione di un lavaggio per volta in cascata, i criteri di lavaggio sono automatici e basati su molteplici algoritmi che tengono in considerazione i seguenti aspetti:

1. livello di "sporcamento" dei filtri
2. tempo di massima attività senza lavaggio
3. numero di cicli di filtraggio settimanali/giornalieri
4. comandi manuali inviati da remoto
5. numero di filtri in funzione

I tempi di lavoro vengono impostati dal quadro master che ne permette la replica su tutti i filtri o la singola impostazione.

IL QUADRO MASTER è costituito da un PLC di taglia e velocità superiore che può gestire un elevato numero di ingressi analogici necessari principalmente al monitoraggio di pressione e portata a valle ed a monte delle valvole impiegate. Il PLC è inoltre connesso in rete Ethernet ad un pannello operatore principale che ha la funzione di concentrare il controllo locale di tutti i filtri installati.

I 10 QUADRI FILTRO sono installati in campo vicino agli elementi filtranti che distano dal QUADRO MASTER circa 120 metri, per questo si è adottato un BUS per lo scambio dati basato su RS485. La rete è del tipo multimaster, token-ring e permette lo scambio dati tra tutti i nodi connessi; nell'applicazione si è privilegiato lo scambio dati tra QUADRI FILTRO e QUADRO MASTER. Lo scambio avviene in modo bidirezionale con informazioni che vengono inviate dai QUADRI FILTRO e dal QUADRO MASTER.

Un altro aspetto fondamentale è l'acquisizione dei parametri elettrici e **l'analisi dei dati energetici** al fine di gestire l'impianto con maggiore efficienza.
L'infrastruttura è stata dotata di strumenti per la misura e la qualità dell'energia elettrica. I dati vengono raccolti dal PLC principale del QUADRO MASTER attraverso una connessione RS485 mediante protocollo standard Modbus e sono resi disponibili e archiviati sul server della sala di controllo per le successive analisi.
E' importante analizzare le misure e le registrazioni dell'energia spesa; infatti un consumo eccessivo e non motivato di energia elettrica può indicare e prevenire l'insorgenza di qualche problema (malfunzionamenti meccanici ed elettrici delle pompe, presenza di guasti, variazioni fisiche avvenute nella rete…) con conseguente diminuzione dei costi di intervento sull'impianto (manutenzione o sostituzione delle apparecchiature) e sul costo dell'energia elettrica.
Inoltre, viene anche misurata la dispersione di corrente verso terra ed inviata anch'essa via Modbus RTU al QUADRO MASTER (Fig.5).

In Publiacqua sono in fase di sviluppo degli algoritmi specifici allo scopo di avviare un efficace servizio di manutenzione predittiva. Con l'acquisizione di queste misure, sarà possibile di attuare una analisi predittiva dei guasti che potranno presentarsi ed intervenire quindi con manutenzioni programmate che permetteranno di mantenere e gestire in modo efficiente il servizio senza dover reagire sul guasto.

Il Telecontrollo

In questo impianto, la funzione principale del telecontrollo è di gestire i filtri da remoto senza la presenza di un operatore in loco. Il QUADRO MASTER che è connesso verso il centro di controllo ha il compito di gestire/controllare i QUADRI FILTRI.

L'impostazione ed il controllo delle fasi di controlavaggio da remoto permette, assieme all'automazione, di eseguire l'operazione con una maggiore precisione ed in economicità. Inoltre, la possibilità di programmarla negli orari in cui il consumo d'acqua della rete è minore, tipicamente dopo la mezzanotte, assicura il minor impatto possibile sul servizio di distribuzione.

Il telecontrollo consente di intervenire tempestivamente in caso di anomalie interrompendo eventuali operazioni in corso per dare sempre la massima priorità alla distribuzione dell'acqua, casi tipici di questi interventi possono essere un allarme durante l'operazione di rigenerazione di un filtro o il posticipo di un operazione di lavaggio programmata a causa della temporanea assenza di acqua.

Per lo scambio dati verso il centro di controllo Publiacqua ha scelto di utilizzare il protocollo **IEC60870-104**.

La connettività viene realizzata mediante dei router configurati per poter accedere al sistema UMTS APN aziendale.

La scelta di utilizzare lo standard IEC60870-104 è dovuta principalmente alla robustezza di tale protocollo che nasce con l'obiettivo di garantire il trasferimento dei dati al centro di controllo.

Il dato viene, infatti, bufferizzato all'interno del PLC prima di essere inviato e viene rimosso dal buffer solo dopo che lo SCADA ha ritornato l'acknoledge sulla ricezione. Questa sua caratteristica, assieme al fatto che ad ogni dato viene associato il time-stamp della sua occorrenza, permette un completo invio dei dati anche nelle condizioni di instabilità della rete Wireless.

Un altro aspetto a favore dell'impiego dell'IEC60870 è la sua caratteristica CLIENT-SERVER che permette la gestione di un alto numero di nodi ed un'occupazione della banda ottimizzata, infatti i dati vengono trasmessi secondo criteri impostabili e tipicamente vengono inviati al fronte di un cambiamento. In questo modo, le grandezze che cambiano lentamente nel tempo verranno processate con meno frequenza rispetto a quelle che presentano cambiamenti repentini.

Il protocollo IEC60870 è in grado di bufferizzare le occorrenze secondo delle priorità che permettono di discriminare gli allarmi dalle normali registrazioni dal campo. Gli allarmi vengono quindi collocati sempre nella parte iniziale del buffer ed inviati non appena si instaura la comunicazione con il centro di controllo.

Infine, l'utilizzo di uno standard garantisce la possibilità di accedere ai servizi di diversi produttori senza perdita di know-how lato centro di controllo.

4. Sviluppi futuri: supervisione e controllo da strumenti mobile

Lo step successivo a quanto realizzato potrebbe essere quello di sfruttare le informazioni di diagnostica già presenti a bordo del PLC per migliorare il processo di manutenzione e di creare pagine HTML per poter controllare localmente l'impianto anche mediante **dispositivi "mobile"** tramite un accesso Wi-Fi. Infatti, la disponibilità del web Server del PLC permette di gestire delle pagine di sistema e utente **HTML5 based**. Le pagine predefinite di sistema forniscono informazioni quali ad esempio la condizioni operativa della CPU, il livello della batteria e la tracciabilità cronologica degli eventi, quindi, informazioni disponibili in real time per una veloce diagnostica. Inoltre, grazie alla possibilità di realizzare delle pagine Web (utente) personalizzabili, ogni operatore abilitato potrà supervisionare e controllare l'impianto da qualsiasi dispositivo mobile (smartphone/tablet). Lo sviluppo delle pagine Web è facilitato da un tool dedicato, basato su tecnologia web standard HTML5, che offre l'opportunità di realizzare delle tradizionali pagine HMI mettendo a disposizione un'ampia scelta di oggetti preconfigurati (pulsanti, lampade, grafici), media player (MP$, Webm, Ogv/Ogg) e IP Camera.

5. Conclusioni

La scelta di questa architettura a logica distribuita anche se un po' articolata è stata adottata per facilitare l'integrazione nei revamping di impianti tra loro molto diversi. Infatti, nonostante dal punto di vista operativo tutti questi impianti risultassero molto simili fra di loro era necessario dover gestire situazioni tra loro eterogenee, per questo si è optato per una soluzione quanto più scalabile e flessibile.

Per esempio si è intervenuto su un impianto in cui erano presenti solo 6 filtri e con quadro elettrico esistente, ma che necessitava dell'acquisizione delle misure elettriche e del controllo tramite 4..20mA di un inverter per la pompa di lavaggio. In questo caso, in campo sono stati installati soltanto 3 QUADRI FILTRO, un QUADRO MASTER più ridotto nelle dimensioni e nei comandi utilizzati ed è stata impegnata soltanto una porta di comunicazione verso i strumenti di rilevamento energetico e per il controllo dell'inverter.

In un altro impianto c'erano solo 4 filtri, con quadro elettrico e periferica di connessione al centro di telecontrollo già esistente. In questo caso, sono stati installati soltanto 2 QUADRI FILTRO, il QUADRO MASTER non era collegato con i strumenti di campo via Modbus e si è interfacciato con l'apparecchiatura che gestiva il Telecontrollo sfruttando così il canale di comunicazione già in essere.

L'introduzione del telecontrollo e dell'automazione locale ha permesso di rendere più efficienti e economiche le operazioni di controlavaggio e di sfruttare così anche quelle sorgenti che, avendo portate ridotte, non erano convenienti da gestire.

La centralizzazione delle operazioni di filtraggio e una parametrizzazione temporale delle operazioni di controlavaggio ha consentito di condividere le stesse risorse operative quali filtri, pompe e compressori. In questo caso l'acqua veniva prelevata da 15 pozzi e mandata a 10 filtri rigenerati mediante una pompa ed un compressore. Risulta evidente l'abbattimento dei costi e l'ottimizzazione di tutte le risorse impiegate.

Le operazione di lavaggio non comportano un grosso consumo di energia, in quanto le ore di funzionamento dei maggiori carichi presenti (pompe e compressori) sono relativamente poche nel corso di un mese e quindi l'efficentamento energetico non era l'obiettivo primario da raggiungere con l'automazione del sistema. Tuttavia, come risultato secondario è stato possibile ottimizzare i consumi energetici riducendo i lavaggi effettuati (solo a condizione e non più a tempo) ed effettuandoli nelle ore con minore costo dell'energia (nei giorni festivi o in orari notturni).

L'utilizzo di un'architettura PLC based aperta ai protocolli di comunicazione avanzati quali l'IEC60870-104, garantisce una maggiore flessibilità operativa in termini di scalabilità ma anche di integrazione con il campo in quanto offre protocolli standard Ethernet quali ad esempio Ethernet/IP, Modbus TCP, Profinet oltre ai filedbus quali Profibus, Can Open…

L'IEC60870-104 è un protocollo standard di riferimento per il telecontrollo, per sua natura i dati non vengono mai persi ed inviati solo se necessario garantendo priorità agli allarmi rispetto al traffico standard.
L'impiego di protocolli standard e piattaforme di automazione aperte è una scelta vincente, perché garantisce una facile integrazione fra dispositivi di diversi fornitori.

Riassumendo, la fase di progettazione con Publiacqua ha portato ad una soluzione efficiente ed efficacie sugli impianti, inizialmente contraddistinti da eterogeneità tecnologica.

PRIMA	**DOPO**
Lunga durata e imprevedibilità dei tempi di lavaggio (intervento manuale su ogni area dell'impianto)	Processo automatizzato, mediante **algoritmi ottimizzati,** gestito **da remoto** nelle fasce di **minor consumo**.
Portata nominale: 60 L/s	**Valorizzazione**: nuova portata nominale di 150L/s
Rigidità tecnologica.	**Scalabilità e gestione sostenibile**: - è possibile attingere da pozzi vicini **condividendo** lo stesso impianto di filtrazione - L'**approccio modulare** con **logica distrib**uita permette di applicare la soluzione ad impianti di dimensioni tra loro diverse ma che per natura presentano diversi elementi in comune - Il controllo da remoto mediante protocollo standard rende flessibile l'utilizzo di **tecnologie multi-brand** - si può incrementare l'apporto tecnologico in fasi successive (IP camera, ecc.)
Alto numero di interventi manuali degli operatori	La previsione di guasti e il telecontrollo hanno **ridotto al minimo il numero di interventi dell'operatore** (solo in caso di guasti non prevedibili).
Assenza di controllo remoto	La scelta dell'**IEC60870** che è un protocollo **nato per il telecontrollo** ha fatto sì che i dati non vengano mai persi ed inviati solo se necessario riducendo, quindi, il traffico superfluo e garantendo priorità agli allarmi rispetto al traffico standard.