

Sistema di telecontrollo dell'illuminazione pubblica milanese



Il Piano Urbano della Luce del Comune di Milano

Il progetto di Telecontrollo Illuminazione Pubblica , è stato realizzato da s.d.i. automazione industriale per conto di AEM nell'ambito del **Piano Urbano della Luce** varato nel 1999 dal **Comune di Milano**, che prevedeva il rifacimento di gran parte degli impianti illuminanti della metropoli. Tale piano interessava infatti, per quanto concerne l'illuminazione stradale, un totale di 93431 lampade, 63366 pali, 14808 sospensioni, 418 torri faro. A queste cifre vanno aggiunte quelle relative all'illuminazione delle aree adibite a parchi e giardini: 9150 lampade, 235 torri faro e 7490 torri faro. Per l'intero progetto il Comune di Milano ha stanziato 144 miliardi di lire.

Per quanto riguarda gli impianti di illuminazione pubblica in derivazione, è stata richiesta la messa in opera di un sistema di telecontrollo, per la gestione di un lotto iniziale di 410 impianti, ma predisposto alla gestione di un totale di 1500 impianti.

Ogni impianto di illuminazione pubblica consiste in un armadietto in vetroresina contenente il **quadro di comando e protezione** al quale si attestano una linea a 400 Vac per l'allacciamento alla rete di distribuzione elettrica e quattro linee a 230 Vac per l'alimentazione dei punti luce.

La logica di comando per l'apertura dei circuiti di potenza è fornita da un interruttore crepuscolare mentre le linee di alimentazione dei punti luce sono protette da un dispositivo di segnalazione e intervento per corrente di dispersione e da interruttori magnetotermici che, in caso di guasto a terra o corto circuito, provvedono all'apertura della sezione circuitale interessata.

Le linee di alimentazione degli apparati illuminanti sono inoltre raggruppate in due tipologie, distinguendo quelle adibite alla illuminazione di sicurezza (viabilità, sicurezza del cittadino) da quelle destinate alla illuminazione scenografica dei beni storici e monumentali.

Il sistema di telecontrollo è adibito al monitoraggio dell'eventuale intervento delle protezioni presenti nel quadro elettrico, alla telelettura dei consumi energetici del singolo quadro, nonché alla impostazione degli orari di accensione e spegnimento delle due tipologie di illuminazione, in base allo stato degli interruttori crepuscolari e alle esigenze di risparmio energetico (spegnimento anticipato della illuminazione di tipo scenografico).

Gli impianti interessati sono distribuiti in modo non omogeneo sul territorio e possono essere densamente raggruppati in determinate zone, come isolati o in piccoli gruppi di 2-3 quadri in altre; ciò ha comportato l'utilizzo di diversi media di trasmissione (telefonica GSM, telefonica commutata, telefonica dedicata, WAN ethernet) in base a quanto disponibile nelle diverse zone. Inoltre, per minimizzare il numero di connessioni verso il centro di telecontrollo, si è scelto di connettere in minireti in fibra ottica, gruppi di dispositivi di telecontrollo, demandando ad uno soltanto di essi la comunicazione con il centro.

La stesura delle fibre ottiche è stata effettuata seguendo il percorso della rete di distribuzione IP realizzata ex novo, sempre nell'ambito del Piano Urbano della Luce; sono quindi state utilizzate tipologie di posa in tubazioni interrato, in cunicoli e/o intercapedini ed in alcuni casi in linea aerea.

Un esempio di controllo e gestione in area urbana

Il sistema di controllo, è costituito per la parte di acquisizione e controllo remoto da apparati progettati e realizzati completamente da s.d.i., le periferiche RTU μ STAR.

Il centro operativo di telecontrollo, è basato sul sistema di supervisione e controllo s.d.i. **WIN/PSCS 2nd** che integra hardware di mercato (Personal Computer e Modem), con componenti s.d.i. che permettono di adottare una architettura duale con backup caldo per tutti i componenti con funzionalità elaborative.

La gestione delle numerose linee di comunicazione che al centro stesso convergono è realizzata dal componente di **WIN/PSCS 2nd** denominato **Front End**; il prodotto è stato fornito in configurazione ridondata, con una coppia di Personal Computer per ogni tipologia di linea gestita.

L'applicazione è di sicuro interesse sia per la varietà dei media utilizzati per la connessione degli apparati periferici al centro che per l'importanza quantitativa e di distribuzione degli apparati controllati, che arriveranno a fine progetto a 1500 coprendo l'intera area urbana del Comune di Milano.



Figura 1 – Gli armadietti AEM che contengono il quadro elettrico e la RTU μ STAR (parte superiore)

Le esigenze

Lo scopo primario è quello di controllare, da singole postazioni operatore, il funzionamento dell'intera rete di illuminazione pubblica della città di Milano. Ciò significa, da un lato controllare lo stato dei quadri elettrici preposti al governo dell'illuminazione (stato delle protezioni elettriche) ed il corretto funzionamento delle fotocellule e delle lampade, dall'altro poter impostare per zone della città orari particolari di accensione e spegnimento degli apparati o definire per le illuminazioni di tipo scenografico orari di spegnimento anticipato in una prospettiva di ottimizzazione energetica.

Tali funzionalità hanno quindi come riscontro immediato la semplice individuazione dei guasti dal centro di telecontrollo e la possibilità di ottimizzare la gestione degli impianti.

Altra esigenza è quella di contabilizzare i consumi energetici di ogni singolo quadro elettrico; la telelettura dei quadri deve essere archiviata al centro in modo da poter aver automaticamente a disposizione i consumi mensili.

Il contesto urbano

Le scelte architettoniche, seguite nella realizzazione del sistema di telecontrollo, tengono conto dei media di comunicazione a disposizione del committente per la creazione della rete di telecontrollo.

In particolare, nel contesto del "piano urbano della luce", gli impianti preposti all'illuminazione pubblica milanese erano in fase di rifacimento ed era quindi possibile predisporre, localmente alle zone interessate dagli interventi di rinnovo, opportuni caviddotti per la stesura di cavi a fibra ottica ad uso del telecontrollo.

La singola unità telecontrollata è il quadro elettrico di comando, che gestisce fino a 4 partenze trifase, che vengono gestite nelle tipologie di illuminazione scenografica o di sicurezza, potendo in questo modo comandare secondo orari differenti i fari utilizzati per l'illuminazione dei monumenti con intenti scenografici, rispetto alle lampade usate per la ordinaria illuminazione cittadina.

Il numero dei quadri è pari a 360 nella prima fase del progetto e raggiungeranno la numerosità di 1500 a progetto ultimato. E' evidente che un problema rilevante è poter creare una connessione per il trasporto di tutti i dati verso il centro di telecontrollo.

AEM ha pensato di utilizzare tutti i media di comunicazione che aveva facilmente a disposizione nell'area cittadina; linee telefoniche dedicate, linee telefoniche commutate e connessioni ethernet in WAN aziendale.

Per le zone cittadine in cui non si poteva individuare un punto di presenza della rete telematica AEM con i media citati, si è optato per una connessione telefonica GSM.



Figura 2 – posizionamento di s.d.i. μSTAR negli armadietti stradali

Minireti

Per ridurre il numero di connessioni verso il centro, sono stati raggruppati, ove possibile, i dispositivi di acquisizione e controllo periferici (RTU), in reti in fibra ottica con struttura ad albero, denominate *minireti*. La posa della fibra ottica è stata eseguita utilizzando prevalentemente i cavidotti predisposti nell'ambito dei lavori di rifacimento dell'illuminazione pubblica milanese. Ogni minirete è costituita da un numero di dispositivi che a seconda della situazione dei cavidotti presenti, varia dal dispositivo stand alone, al gruppo di 64 dispositivi tra loro collegati.

Uno dei dispositivi della minirete (MTU: master terminal unit) è collocato in prossimità di un punto di presenza della rete telematica AEM, o in alternativa utilizza un collegamento GSM.

MTU agisce quindi, da un lato, come dispositivo di acquisizione e controllo, dall'altro come concentratore dei dati provenienti dalle RTU facenti parte della minirete e gestore della comunicazione verso il centro di telecontrollo.

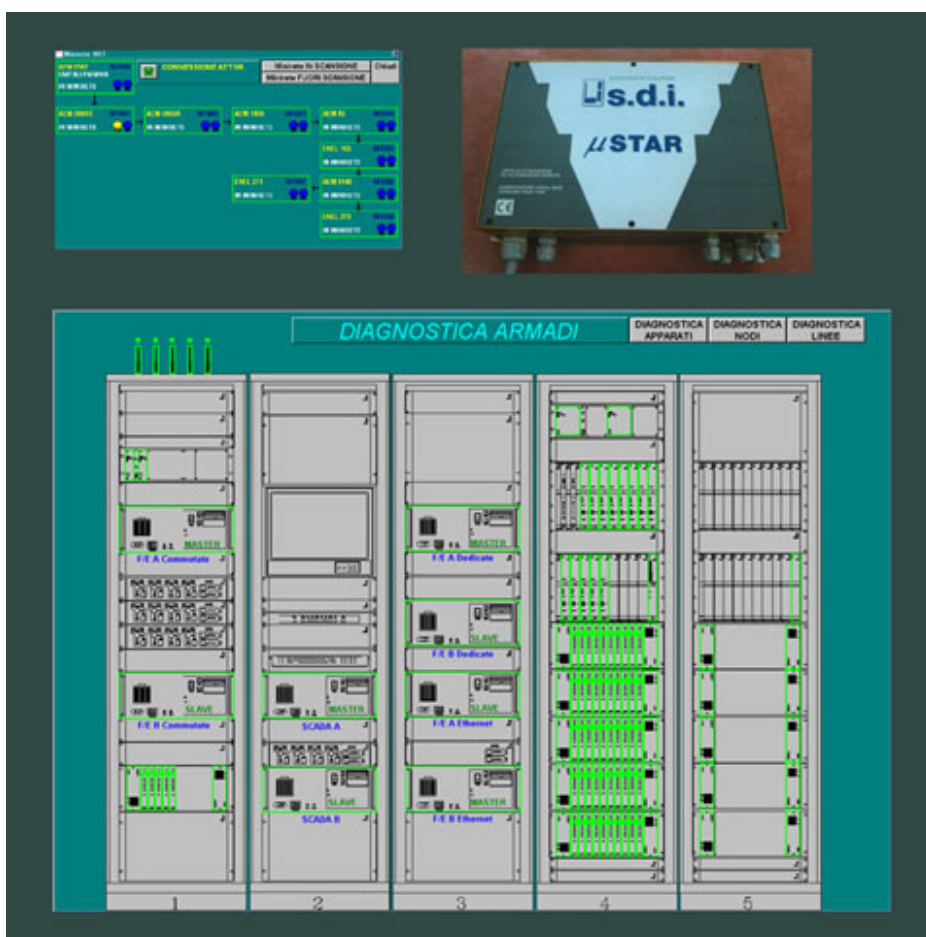


Figura 3 – La RTU μ STAR e le pagine di diagnostica utilizzate per il monitoraggio delle connessioni di minirete verso il centro di telecontrollo

Funzioni Automatiche

Sia le RTU che le MTU eseguono localmente le logiche di automazione che realizzano le modalità di funzionamento previste dal gestore per i quadri di comando dell'illuminazione.

AEM ha richiesto l'implementazione di logiche di funzionamento che tengono conto dello stato dell'intera minirete. In particolare viene gestita l'accensione e lo spegnimento delle lampade considerando lo stato di tutte le fotocellule che afferiscono ai quadri facenti parte della minirete; l'accensione degli impianti viene condizionata dal raggiungimento delle condizioni di oscurità, per una percentuale di fotocellule definita dal gestore del sistema di telecontrollo.

La logica di spegnimento degli apparati è del tutto analoga, fatta eccezione per l'illuminazione delle aree monumentali, nelle quali sono presenti dispositivi di illuminazione scenografica, per la quale viene definito un orario di spegnimento anticipato notturno.

Una modalità alternativa di funzionamento, che può essere impostata dall'operatore per i singoli quadri controllati, è quella di stabilire orari prefissati di accensione e spegnimento per gli impianti, che verranno considerati validi, a prescindere dallo stato della fotocellula.

Conduzione manuale e apparati in sicurezza

E' sempre possibile, comunque, agire direttamente dal centro forzando l'accensione e/o lo spegnimento delle lampade per singolo apparato (funzionamento da operatore).

Tale modalità di funzionamento deve essere esclusa in caso la periferica risulti isolata dal centro, in quanto gli impianti di illuminazione da essa controllati, rimarrebbero in permanenza accesi o spenti. Per questo motivo, in caso di problemi di comunicazione nel sistema di telecontrollo, gli apparati si portano in una condizione di funzionamento di sicurezza. Nel caso risulti interrotta la comunicazione internamente alla *minirete*, accensioni e spegnimenti saranno asserviti allo stato della singola fotocellula di competenza; se invece risulta isolata dal centro la MTU, viene ripristinato il funzionamento ordinario automatico per le eventuali periferiche che si trovavano in stato di conduzione manuale.

Allarmi

Oltre alle capacità di controllo e comando locali al singolo apparato, sono garantite in ogni istante le segnalazioni di allarme relative allo stato del quadro elettrico controllato. In particolare vengono segnalati gli interventi delle protezioni sui circuiti di alimentazione delle 4 partenze trifase relative alle lampade e l'intervento della protezione relativa alla fotocellula.

Viene riportata l'eventuale dispersione di corrente verso terra rilevata dall'interruttore differenziale come superamento di prima soglia o scatto dell'interruttore.

Inoltre viene indicato lo stato della protezione sull'alimentazione dell'apparato periferico di telecontrollo (RTU), e nel caso di mancanza di alimentazione viene segnalato il funzionamento con batteria tampone.

Tutte le segnalazioni citate, vengono immediatamente trasferite al centro di telecontrollo; nel caso di connessione su linea commutata è l'apparato periferico che provvede a chiamare il centro ed inviare tutte le informazioni relative allo stato di funzionamento del quadro elettrico.



Segnali di Stato

I segnali acquisiti dalle RTU che non hanno significatività immediata di allarme sono gestiti come eventi, cioè memorizzati localmente al dispositivo periferico ed inviati al centro alla prima connessione. Tali segnali sono relativi allo stato di attivazione dei teleruttori delle linee per l'accensione delle lampade ed allo stato di attivazione della fotocellula.

Per una analisi dettagliata dello stato del quadro elettrico sono riportate comunque le posizioni di tutti i relè coinvolti nella conduzione dell'impianto.

I conteggi dei consumi sono riportati come valore numerico che viene aggiornato al centro ad ogni connessione; come funzionamento standard il gestore dell'impianto ha scelto di effettuare una connessione al giorno con tutti gli impianti (ronda) per ottenere valori giornalieri dei consumi e provvedere alla loro archiviazione presso il centro di telecontrollo.

I controllori remoti: s.d.i. μ STAR

Tutte le operazioni di acquisizione e controllo locale descritte vengono effettuate dal singolo controllore remoto.

Il prodotto utilizzato, μ STAR, si presenta come una unità di acquisizione e controllo particolarmente adatta alla applicazione del telecontrollo della illuminazione.

Le sue caratteristiche di connettività su diversi media verso il centro di telecontrollo, la possibilità di gestire un ulteriore livello di connessione con altri apparati (in questo caso le altre RTU μ STAR connesse in fibra ottica), le funzionalità di configurabilità da remoto e di autodiagnostica, così come le sue caratteristiche dimensionali, si sposano perfettamente con i requisiti richiesti dal sistema da supervisionare e controllare. Nella versione impiegata in questa applicazione μ STAR permette la acquisizione di 14 segnali digitali, il comando di 5 uscite digitali, 5 ingressi analogici, 1 ingresso per contatore fiscale (analogico).

La connessione con il centro di telecontrollo, presente con continuità nel caso di utilizzo di linee dedicate o di rete ethernet, deve essere invece attivata tramite chiamata telefonica nel caso di connessione GSM o commutata nel caso il controllore remoto rilevi un evento critico (segnalazione spontanea).

Per tutti gli apparati che utilizzano le linee commutate o GSM viene inoltre impostata, per il centro di telecontrollo, una politica di ronde per l'interrogazione periodica di tutti gli apparati. Inoltre, per impostare in modo ottimale l'utilizzo dei modem del Centro di Telecontrollo, gli eventuali guasti e l'impiego delle linee dedicate alla ricezione delle chiamate spontanee, i dispositivi periferici vengono gestiti secondo raggruppamenti logici che ne assegnano la gestione a gruppi di modem presenti al Centro (pool di linee).

Il Centro di Telecontrollo

Il monitoraggio e la conduzione degli impianti telecontrollati, l'allarmistica, le attività di tuning dei parametri per il funzionamento in automatico degli apparati, sono realizzate dal sistema di supervisione e controllo WIN/PSCS 2nd di s.d.i.

Il prodotto s.d.i. è stato utilizzato in versione ridondata e con separazione su LAN differenti per i dispositivi di Supervisione (SCADA e HMI) rispetto a quelli dedicati alla gestione della comunicazione verso gli apparati periferici (FrontEnd).

Il Front End è costituito da 6 PC in configurazione ridondata utilizzati rispettivamente per la comunicazione su linee dedicate, su linee commutate e GSM, su Ethernet (WAN aziendale AEM).

Vengono utilizzate fino a 50 linee telefoniche dedicate, gestite da 50 modem fonici connessi al Front End tramite le schede ECU di produzione s.d.i.

Le linee commutate e GSM sono 5 per tipologia e sono collegate direttamente tramite schede multiseriali ai rispettivi PC di Front End.

Nella prima tranche del piano urbano della luce sono previste in connessione al centro di telecontrollo:



- ❑ 55 Master Terminal Unit, MTU, collegate con il centro tramite linee telefoniche dedicate o commutate
- ❑ 20 Master Terminal Unit, MTU, collegate con il centro tramite collegamenti wireless con terminali GSM
- ❑ 7 Master Terminal Unit, MTU, collegate con il centro tramite su rete WAN ethernet aziendale
- ❑ 278 Remote Terminal Unit RTU.

I dispositivi di supervisione e controllo sono costituiti da uno SCADA in configurazione duale e 3 stazioni di MMI, due delle quali con doppio monitor, connesse su LAN ethernet.

Sulla stazione SCADA risiede il database dei punti acquisiti dimensionato per un totale di 50.000 punti, che verrà utilizzato nella sua interezza al completamento del piano urbano della luce (1500 quadri di comando collegati).

Le Stazioni Operatore

Attualmente una stazione operatore MMI è posizionata in sala quadri della Ricevitrice Nord AEM, una in sala controllo e la terza è una postazione remota connessa su WAN aziendale in una sede distaccata.

Le pagine sinottico utilizzabili nelle varie sedi hanno differenti livelli di protezione delle funzionalità disponibili, adeguate alla tipologia del personale che le utilizza.

La presenza di allarmi in uno dei quadri controllati, viene riportato in una pagina che rappresenta la città di Milano suddivisa in zone. La zona nella quale è stata riscontrata una situazione di allarme viene evidenziata con il colore rosso. L'operatore può visualizzare quindi la pagina di zona, che mostra la posizione dei quadri elettrici sulla piantina topografica della città ed in particolare permette di individuare il quadro per il quale è stato segnalato il guasto. Da ultimo, la pagina di dettaglio del singolo quadro, riporta il guasto specifico riscontrato e su richiesta i dettagli sullo stato dei relè.

Le operazioni di presa in carico da parte degli operatori, degli allarmi evidenziati dal sistema, sono gestite utilizzando pagine espressamente dedicate, la pagina allarmi e la pagina archivio allarmi.

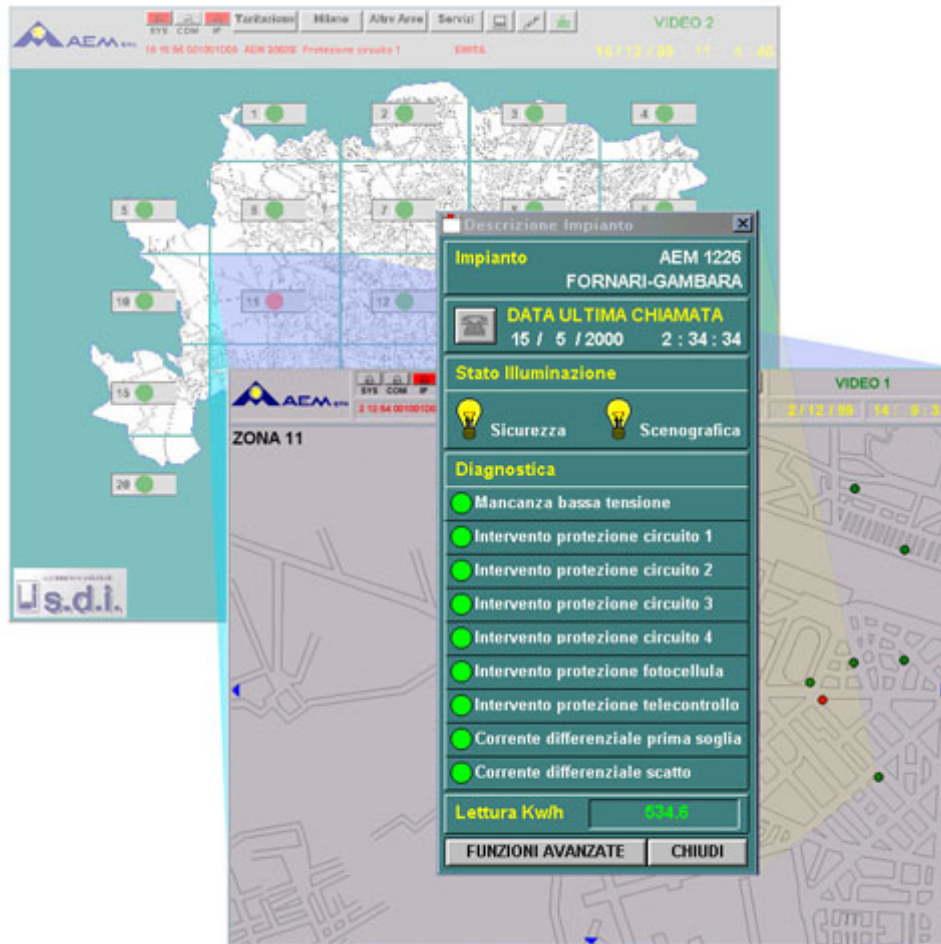


Figura 4 – Sequenza di pagine per la visualizzazione dello stato del singolo quadro elettrico e degli apparati illuminanti

Auto-Diagnostica

Il sistema gestisce oltre agli allarmi prettamente impiantistici anche ogni eventuale segnalazione di problema a livello di comunicazione (tra le periferiche in minirete o tra le periferiche ed il centro di telecontrollo) o di sistema centrale (eventuali guasti ai componenti del centro di controllo stesso, quali modem, PC, alimentatori). Tali caratteristiche di auto-diagnostica del sistema, unite all'ampio utilizzo di componenti in doppio, permette di intervenire con la eventuale sostituzione del componente guasto senza interrompere l'operatività del sistema stesso.

Gestione degli impianti

Come accennato a proposito delle funzionalità ciascun periferico può funzionare secondo una delle tre possibili modalità operative:

- ❑ **da minirete (funzionamento ordinario o di default):** l'accensione/spegnimento avviene in base al numero di fotocellule attive tra i periferici appartenenti alla stessa minirete
- ❑ **da operatore:** l'accensione/spegnimento è comandato direttamente dal posto operatore
- ❑ **da tabella oraria:** l'accensione/spegnimento avviene in base ad orari prestabiliti.

Le operazioni sui singoli apparati sono effettuabili direttamente dalla finestra di dettaglio.

La definizione della tabella oraria e dei parametri di impianto, così come le pagine che riportano la lettura dei contatori sono accessibili tramite il menu servizi del sistema di telecontrollo.

Sono inoltre disponibili funzionalità per l'invio di comandi su gruppi di apparati definiti dall'operatore stesso.

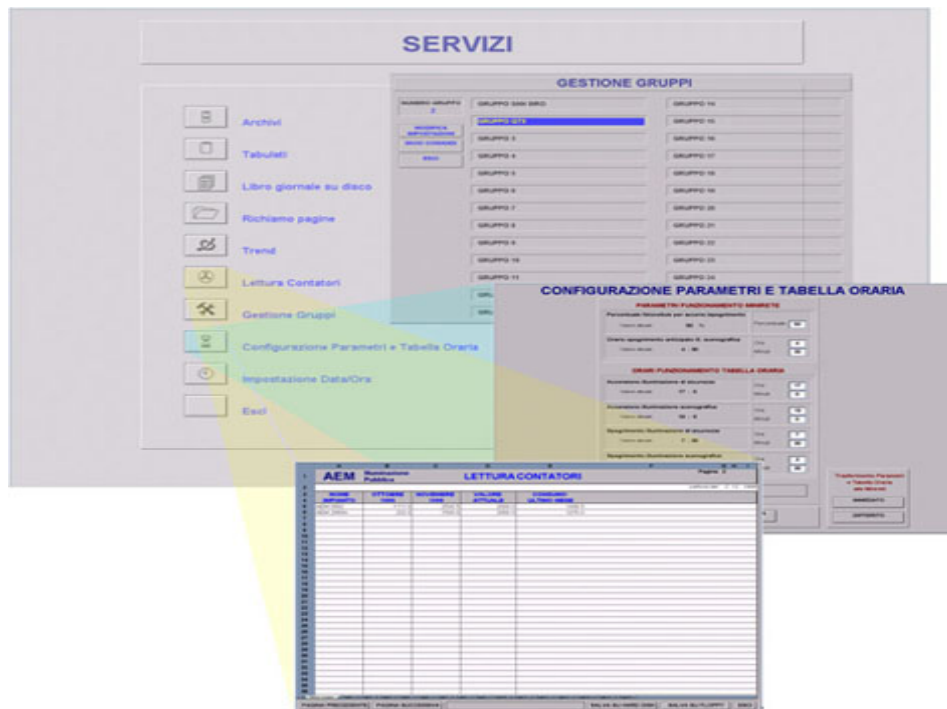


Figura 5 – Pagine di riepilogo consumi e di impostazione delle modalità di funzionamento degli apparati

Un Sistema Aperto alle Nuove Esigenze

Il centro di telecontrollo descritto, per quanto concerne la gestione delle modalità di funzionamento degli impianti controllati, è stato realizzato sfruttando le caratteristiche di configurabilità del sistema WIN/PSCS 2nd.

Le logiche di funzionamento descritte sono state realizzate come programmi applicativi di utente che vengono eseguiti dai controllori periferici (MTU).

Eventuali modifiche o estensioni alle logiche ad oggi implementate sono effettuabili tramite il software di configurazione che permette l'editing in linguaggio conforme allo standard IEC 1131.3 delle logiche di automazione. Il download è effettuabile direttamente dal centro di telecontrollo verso i periferici MTU interessati, senza compromettere la continuità di funzionamento del sistema.

Un altro grado di libertà, che consente la realizzazione di funzionalità particolari è dato dalla possibilità di implementare funzioni applicative eseguite a livello di centro di telecontrollo; nel caso dell'illuminazione pubblica ciò consentirà ad esempio la gestione di politiche di illuminazione particolari per zone monumentali o in corrispondenza di eventi o manifestazioni pubbliche.

Sviluppi futuri

Il sistema fornito potrà essere completato con ulteriori funzionalità dedicate alla gestione automatica delle reperibilità del personale addetto al proto intervento.

La gestione viene realizzata da un componente di WIN/PSCS 2nd, il Gestore Reperibilità che si pone come sistema in parallelo agli SCADA presenti al centro di telecontrollo (o dei centri locali); tale funzionalità



permette di inoltrare automaticamente le chiamate telefoniche segnalanti allarmi o anomalie di funzionamento al personale reperibile, nei periodi in cui il centro rimane non presidiato.

Gli impianti illuminanti, distribuiti nella metropoli Milanese possono essere assegnati per aree di competenza a squadre di personale differenti; il sistema di controllo è in grado di identificare per ogni punto in allarme, l'area di appartenenza. In questo modo viene inoltrata la chiamata telefonica al primo operatore reperibile di turno.

Una seconda linea di sviluppo è individuata dalla possibilità da parte di ogni dispositivo periferico (MTU o RTU) di interrogare dispositivi dedicati al comando e alla diagnosi puntuale delle singole lampade utilizzando una linea seriale appositamente predisposta sul controllore μ STAR, per la gestione di segnali aggiuntivi acquisiti/inviati in protocollo MODBUS.