

Vito Nitti*

Nuovo impianto elettrico di illuminazione: problemi, esperienze e soluzioni

SITUAZIONE DEGLI IMPIANTI

La situazione del vecchio impianto elettrico di illuminazione in grotta è molto grave, infatti, a esclusione di quelle parti di impianto recentemente realizzate e positivamente verificate dalla USL BA/10 (1° e 2° lotto) in data 6 e 7 giugno 1995, esso risale al 1956 e di conseguenza tutti i suoi componenti sono in avanzato stato di degrado.

Oltre al degrado naturale che i componenti elettrici del vecchio impianto in grotta presentano per vecchiaia, è da segnalare l'inadeguatezza tecnica di tale impianto ai fini del rispetto delle norme in vigore (per esempio protezione delle persone dai contatti diretti e indiretti).

Per rendere l'idea del degrado fisico dei componenti e dell'inadeguatezza degli impianti basta ricordare ad esempio che:

- i proiettori non hanno un idoneo grado di protezione contro la penetrazione dei corpi solidi (polvere) e dei liquidi (acqua di stillicidio), le guarnizioni e gli schermi sono ormai inesistenti, non hanno più schermi riflettenti, ormai completamente ossidati;
- i conduttori non hanno più un grado di isolamento idoneo alla tensione di esercizio;
- i quadri elettrici sono ormai diventati dei cablaggi a vista, infatti non vi sono più né schermi di protezione né portine idonee;
- non vi è un'adeguata protezione dai contatti diretti e indiretti, infatti sul vecchio impianto non vi è né terra di protezione né un'adeguata segregazione delle parti attive (vedi quadri elettrici, cassette di derivazione, apparecchi illuminanti, ecc.);
- non c'è illuminazione di sicurezza;
- le linee elettriche non sono adeguatamente protette né dal punto di vista termico né da quello meccanico;
- i conduttori elettrici non hanno alcuna caratteristica antincendio.

* Ingegnere progettista

PROBLEMI ECOLOGICI

Fra i vari problemi che si incontrano nell'affrontare la progettazione di un nuovo impianto di illuminazione in grotta sono da mettere in evidenza quello termico e quello fotobiochimico.

Problema termico

Vi sono dei problemi termici che si evidenziano con l'asciugamento delle pareti e l'incremento della proliferazione del verde, e problemi termici che coinvolgono tutta la grotta come l'innalzamento della temperatura media.

Premesso che il problema termico globale non dipende esclusivamente dall'impianto elettrico, ma anche e soprattutto dall'immissione di aria e dalla presenza di visitatori, si può affermare che per quanto riguarda l'impianto di illuminazione molto si è già fatto e si intende fare grazie al notevole miglioramento tecnologico delle fonti artificiali di illuminazione.

Infatti il rendimento luminoso (lm/W) delle lampade previste, nei nuovi impianti già realizzati e ancora da realizzare, è notevolmente superiore a quello delle lampade a incandescenza impiegate nel vecchio impianto.

Per meglio comprendere quanto detto si riportano le potenze complessive del vecchio e del nuovo impianto di illuminazione e i principali dati tecnici delle lampade disponibili sul mercato:

vecchio impianto completo	circa 80 kW
nuovo impianto già installato	8,5 kW
nuovo impianto completo	circa 25 kW

Tab. 1. Potenze dell'impianto elettrico di illuminazione.

lampada	efficienza lm/W	resa ai colori	temperatura di colore	durata h	accensione a caldo
incandescenza*	13,8÷17	100	2800	1000	sì
alogeno alogeno**	17÷19	100	3000	2000	sì
sodio B.P.	98÷165	—	1800	10000	no
sodio A.P.**	94÷137	20	1900÷2100	12000	no
sodio A.P. - White Son**	40÷48	>80	2500	8000	sì (30 s)
vapori di mercurio**	40÷60	40÷49	3300÷4300	8000	no
ioduri metallici**	73÷80	80÷85	3000÷4200	6000	no
Q.L. induzione	65÷70	>80	3000÷4000	60000	sì

* lampade utilizzate nel vecchio impianto

** lampade utilizzate e/o previste nel nuovo impianto

Tab 2. Dati tecnici sulle lampade

Problema fotobiologico

I fattori che influenzano lo sviluppo della microflora sono:

- depositi di prodotti organici formanti il substrato di crescita;
- umidità;
- presenza di spore, germi e batteri fotosintetici;
- temperatura;
- illuminazione.

Da quanto allo stato attuale è conosciuto sui problemi di inquinamento da luce nelle grotte turistiche risulta chiaro che nella scelta delle lampade da utilizzare e nella gestione di un impianto di illuminazione in grotta bisognerebbe, per quanto possibile, rispettare le seguenti esigenze:

- utilizzare lampade con emissione di luce contenuta possibilmente al centro della banda del visibile (da 500 a 600 nm, zona verde-giallo) e quindi evitando le radiazioni inferiori a 450 nm e quelle comprese fra 640 e 700 nm;
- utilizzare lampade a elevata efficienza luminosa per limitare al massimo l'influenza termica;
- allontanare le fonti luminose, per quanto possibile, dalle concrezioni;
- limitare il tempo di esposizione alla luce della grotta con un'accurata gestione delle visite e dell'impianto;
- controllare le radiazioni emesse dalle lampade al di fuori della banda visibile riducendone l'intensità con opportuni filtri e con l'uso di riflettori dicroici.

Comunque per esigenze visive e di diversità degli ambienti da illuminare è necessario avere anche una resa cromatica buona o almeno sufficiente alla distinzione dei colori e un'ampia gamma di lampade con differenti quantità di luce emessa.

Dal punto di vista ecologico la lampada che interferisce meno con l'ambiente è quella al sodio bassa pressione che emette una luce monocromatica di colore giallo (lunghezza d'onda 589 e 589,5 nm), quindi in un campo dove è minimo

l'assorbimento di energia da parte dei ricettori fotosintetici. Purtroppo tale lampada è poco utilizzabile in grotte turistiche in quanto la luce emessa non consente la distinzione dei colori e provoca un appiattimento generale dell'immagine.

Dalla parte opposta troviamo lampade con elevata resa cromatica che consentono una distinzione perfetta dei colori e delle grotte ma nello stesso tempo emettono radiazioni che favoriscono lo sviluppo della flora. Queste lampade sono del tipo a incandescenza e a scarica di gas con ioduri metallici.

PROBLEMI E SOLUZIONI TECNICHE

Problemi

La particolarità dei luoghi comporta l'adozione di soluzioni ben diverse da quelle adottabili nella maggior parte dei luoghi ordinari, infatti:

- per quanto riguarda la penetrazione dell'acqua nei componenti elettrici le grotte sono molto peggio dell'ambiente esterno; è quindi necessario adottare elevati gradi di protezione degli involucri e prendere opportuni provvedimenti contro la formazione di condensa;
- essendo luoghi chiusi a scarsa ventilazione, con elevata densità di affollamento e con utilizzo di natura pubblica è necessario adottare particolari provvedimenti antincendio;
- per la protezione delle persone dai contatti indiretti è necessario l'uso di differenziali e di custodie per quanto possibile con isolamento in classe II (vedi quadri elettrici di zona) oltre all'uso per i comandi di bassa tensione di sicurezza;
- i particolari problemi di inquinamento da luce (fotobiochimico), già affrontati, che impongono l'uso di lampade a scarica che non consentono una riaccensione immediata e la particolarità dei luoghi hanno comportato la scelta di una gestione delle accensioni da PLC (computer industriale);
- l'impianto si sviluppa in lunghezza e spesso su un unico percorso, questo comporta l'uso di cavi di sezione elevata per limitare la caduta di tensione.

Soluzioni adottate

Cavi Per la scarsa ventilazione dei luoghi e il particolare utilizzo pubblico con elevata densità di affollamento i cavi principali, già installati e da installare entro cavidotto plastico interrato, sono in rame isolati in gomma etilpropilenica tipo G10, sotto guaina di materiale M1, tipo FG100M1, non propagante l'incendio secondo le norme CEI 20.22 III, con assenza di gas tossici (acido cloridrico), ridottissima emissione di fumi opachi e ridottissima emissione di sostanze tossiche secondo le norme CEI 20.38 e le prove previste dalle norme CEI 20.37.

Quadri di zona e logica delle accensioni I quadri di zona installati e di futura installazione sono del tipo a isolamento in classe II e grado di protezione IP65 al fine di garantire la massima sicurezza degli operatori.

La grotta sarà suddivisa in zone al limite delle quali saranno installate le pulsantiere di comando. Tali pulsantiere, munite di comando a chiave a tre posizioni, consentono i seguenti funzionamenti:

MAN = comando manuale fisso dell'impianto luci di zona

0 = pulsantiera non abilitata

AUT = pulsantiera abilitata per comandi ON - OFF

Le zone sono così individuate:

ZONA A: Grave, Lupa e Corridoio freddo, Monumenti, Calza e Civetta;

ZONA B: Fonte, Corridoio del ritorno, Precipizio, Altare, Piccolo paradiso;

ZONA C: Corridoio del deserto;

ZONA D: Duomo di Milano, Torre di Pisa;

ZONA E: Corridoio rosso, Cupola;

ZONA F: Grotta bianca.

Il comando delle pulsantiere, in condizioni ordinarie (posizione AUT), non interverrà direttamente sui contattori di potenza poiché, prevedendo l'impianto l'utilizzo di lampade a scarica, si correrebbe il rischio di non poter riaccendere una zona spenta da poco e per la mancanza di visibilità fra i diversi punti di un'intera zona si potrebbe verificare che il comando di spegnimento di un gruppo uscente dalla zona lascerebbe al buio un eventuale altro gruppo entrato nella stessa.

Pertanto la gestione delle accensioni e spegnimenti sarà demandata a controllori (PLC) installati uno per quadro. I controllori programmabili situati nei quadri di zona saranno collegati con un controllore master e fra di loro in rete locale. Questo consentirà lo scambio delle informazioni da zona a zona con la possibilità di riportare in superficie sia i segnali di zona occupata che tutti i possibili comandi di accensione o spegnimento oltre agli eventuali segnali di allarme di scatto protezioni.

L'uso di PLC consentirà anche di accendere in modo differenziato le lampade utilizzate e di eseguire la sostituzione programmata delle lampade stesse:

lampade al sodio alta pressione SAP: quasi sempre accese nel periodo di visita per problemi di durata e di riaccensione a caldo;

lampade al sodio di mercurio HQL: accensione e spegnimento in dipendenza anche di zone attigue occupate (problema della riaccensione a caldo);

lampade alogene dicroiche: accensione e spegnimento immediato;

lampade a scarica a riaccensione rapida: accensione e spegnimento immediato.

Nell'impianto realizzato è già attivo lo spegnimento differenziato dei circuiti lampade e inoltre è possibile prenotare l'accensione della zona, al suo ingresso, per il suo tempo medio di percorrenza. In questo periodo un qualsiasi comando di spegnimento rimane sospeso per avere effetto (spegnimento differenziato) solo a fine periodo.

Illuminazione ordinaria

Nelle grotte di Castellana, tenendo conto di quanto esposto in precedenza e in relazione alla particolarità dei luoghi da illuminare, sono/saranno utilizzate le seguenti principali lampade:

- lampade a incandescenza con riflettore dicroico, 12 V con potenze di 20÷50W (flusso luminoso <1000 lumen);
- lampade a scarica di gas (flusso luminoso >1000 lumen):

vapori di mercurio alta pressione con potenze da 50 a 250 W
vapori di sodio alta pressione con potenze da 50 a 400 W
vapori di sodio alta pressione a luce bianca White Son con potenze di 50 e 100 W
vapori di alogenuri con potenze fino a 400 W (solo nella Grave).

Quelle di cui conviene fare un maggiore utilizzo sono le lampade a vapori di sodio alta pressione. Nella Grave, invece, si può far uso di lampade a vapori di alogenuri (250 e 400 W), infatti in questa caverna non vi sono problemi di tutela da microflora poiché di giorno è illuminata dalla luce solare. Le lampade dicroiche a bassa tensione sono necessarie dove il flusso luminoso delle più piccole lampade a scarica risulta essere molto elevato rispetto alle esigenze locali.

Rispetto agli impianti finora realizzati nello stralcio che completerà i lavori fino al Precipizio è stata introdotta una nuova sorgente di luce, la lampada a vapori di sodio alta pressione a luce bianca White Son. La White Son è una lampada nuova, progettata espressamente per l'illuminazione di oggetti sensibili alla luce (opere d'arte e vetrine di esposizione). Questa lampada, oltre ad avere le caratteristiche delle lampade fredde con bassissima emissione di calore, ha una contenuta emissione di ultravioletti (una delle componenti energizzanti della microflora); la componente rossa potrà essere corretta con opportuni filtri; inoltre ha il vantaggio di riaccendersi a caldo in pochi secondi, il che consente di spegnerla immediatamente dopo il passaggio dei turisti. In considerazione della realizzazione nei prossimi mesi del nuovo impianto in un tratto limitato della grotta si installeranno alcune di queste nuove lampade per sperimentare gli effettivi vantaggi in attesa del futuro completamento.

Un sistema che in futuro bisognerà sperimentare è quello che utilizza come mezzo di trasmissione la fibra ottica. Questo sistema consente di allontanare la sorgente di luce (lampada), e quindi anche la fonte di calore, dall'oggetto da illuminare. La radiazione ultravioletta, inoltre, è naturalmente schermata dalla guida di luce (la fibra ottica). Per l'utilizzo sperimentale in grotta vi sono ancora da superare problemi di tenuta alle particolari condizioni ambientali, infatti gli apparecchi finora costruiti sono adatti per ambienti di tipo civile.

Una lampada che sicuramente in futuro potrà dare ottimi risultati è la QL a induzione che ha uno spettro di emissione a righe, prevalentemente nel campo verde-giallo da 540 a 640 nm. Altri importantissimi vantaggi della lampada a induzione sono la riaccensione a caldo e l'alta efficienza. Attualmente non è stato ancora possibile sperimentarla poiché non sono stati ancora costruiti apparecchi di illuminazione adatti all'ambiente ipogeo.

È da mettere in evidenza l'importanza della sperimentazione sul campo delle fonti luminose, infatti, poiché i fattori che influenzano lo sviluppo della microflora sono tanti (umidità, ventilazione, substrato, ecc.) è sufficiente spostarsi di pochi metri per avere risultati completamente diversi.

Illuminazione di sicurezza

Sarà (in parte è stato) realizzato un impianto di illuminazione di sicurezza con plafoniere di illuminazione di tipo autonomo, dotate di batterie ricaricabili e carica

batterie, con autonomia di almeno 2 ore. Tale soluzione consente di aumentare notevolmente l'affidabilità dell'intero impianto di sicurezza, infatti in questo caso l'avaria di un apparecchio non determina nessun effetto sugli altri. Le plafoniere di illuminazione di sicurezza avranno grado di protezione IP65, idoneo all'ambiente.

Le plafoniere di sicurezza saranno del tipo Central Test e, collegate tramite linea dati a un'unità centrale, consentiranno un controllo centralizzato e periodico dello stato di efficienza con segnalazione delle eventuali plafoniere in avaria.

Impianti ausiliari di sicurezza

Tutti gli impianti di notevole importanza per la funzionalità delle grotte quali

- cabina di trasformazione,
- gruppo elettrogeno,
- quadri elettrici di zona,
- impianto di immissione aria in grotta (ventilatore),

saranno dotati di impianto di segnalazione allarme guasti, tali segnalazioni saranno raccolte da PLC locali (già in dotazione nei quadri elettrici di zona installati) e tramite rete locale saranno raccolte in un'unica unità centrale master di telecontrollo e segnalazione che darà in chiaro il tipo di allarme avvenuto e le istruzioni per il pronto intervento.

La stessa unità master consentirà dal suo luogo di installazione (per esempio la Direzione) di:

- ricevere gli allarmi per guasti elettrici;
 - comandare, tramite PLC, i nuovi pannelli sinottici delle grotte che andranno a sostituire quelli esistenti;
 - visualizzare a video lo stato degli impianti;
 - comandare l'accensione e lo spegnimento delle varie zone in grotta (ad esempio per spegnere zone dimenticate accese);
 - di contabilizzare le ore di accensione dei vari gruppi omogenei di lampade per le manutenzioni programmate (come il cambio lampade);
 - di accendere e spegnere a distanza il ventilatore che immette aria nelle grotte;
 - eventualmente di raccogliere informazioni analogiche (per esempio dati climatici) in grotta (solo con l'installazione di opportuni sensori e interfacce).
- Presso l'unità master di cui sopra sarà installata anche la centralina di controllo Central Test delle luci di sicurezza che consentirà di effettuare:
- test di funzionamento (commutazione, inverter, tubo fluorescente);
 - test di autonomia;
 - inibizione apparecchi di illuminazione di sicurezza;

I test verranno eseguiti automaticamente dalla centralina con una programmazione per giorni e saranno stampati su carta.

PROBLEMI NORMATIVI

Le norme e leggi sulla sicurezza delle persone applicabili alle grotte di Castellana sono senz'altro il DPR 547/55 e le norme CEI di carattere generale.

Il DPR 547/55, nella parte relativa agli impianti elettrici, detta provvedimenti di sicurezza a tutela dei lavoratori dipendenti, in massima parte però superati di fatto dalle normative elettriche in vigore.

Alle grotte turistiche sono senz'altro applicabili le norme di carattere generale del CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) ma difficilmente applicabili quelle di carattere specifico relative ai locali di pubblico spettacolo (cinematografi, teatri, circhi, ecc.). Essendo un ambiente naturale mal si adattano, infatti, tutte quelle prescrizioni dettate per i locali di pubblico spettacolo. D'altronde, la Commissione di vigilanza sui locali di pubblico spettacolo, interpellata per rilasciare il suo parere, ha espresso solo la sua non competenza. È evidente, comunque, la necessità da parte di tutti di fare ogni sforzo, sia tecnico che economico, nel realizzare opere che tutelino nello stesso tempo l'ambiente e la sicurezza delle persone.