

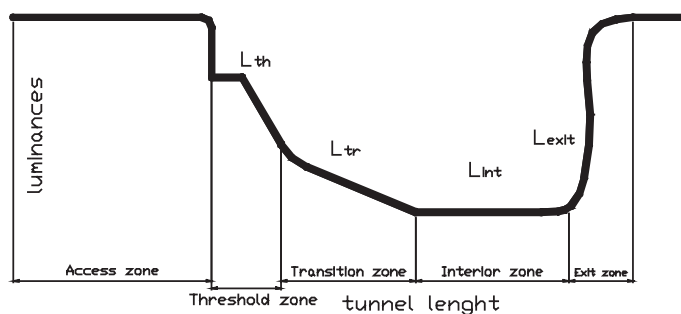


Impianti di illuminazione delle gallerie stradali con potenza elettrica condizionata

Gli assorbimenti di energia elettrica e la pianificazione e gestione delle infrastrutture suggeriscono configurazione flessibili e modulabili¹

di Giuseppe Parise
(Università "La Sapienza" di Roma)

Una caratteristica delle gallerie stradali è che la potenza elettrica impegnata per l'illuminazione elettrica dipende dalla velocità del traffico e da fattori caratteristici come l'ubicazione geografica, l'orientamento e le dimensioni della galleria, la pendenza e il senso di marcia. Essa cambia notevolmente in relazione a fattori variabili, come lo stato idrome-



1



trico della carreggiata, le condizioni atmosferiche, la presenza di neve, i cambiamenti stagionali.

Durante il servizio, la luminanza di entrata nelle gallerie è generalmente controllata automaticamente da sensori, in correlazione con la luminanza esterna. L'obiettivo della regolazione della luminanza interna è quello di mantenere il suo valore in un rapporto di sicurezza con la luminanza esterna, in modo da garantire sempre come sicura la velocità di progetto illuminotecnico. L'andamento stes-

so della luminanza all'interno della galleria, a partire dal valore di entrata, deve svilupparsi secondo un profilo decrescente per un tratto della lunghezza (se disponibile), correlato alla distanza di arresto (fig. 1).

In altri termini, la potenza elettrica globale necessaria dipende sia dalla luminanza, che deve garantire l'impianto di illuminazione, sia dalla penetrazione della sua estensione. Pertanto, a parità di potenza impegnata, la diminuzione della velocità di traffico

Nelle immagini il Passante Nord-Ovest in Roma che connette Via del Foro Italico, nei pressi del Lungotevere della Farnesina, a Via della Pineta Sacchetti e al Policlinico Gemelli, in zona Trionfale, per una lunghezza di 1.260 m in galleria naturale e 1.640 m in galleria artificiale. Progettazione galleria: ing. Remo Calzona, ing. Vincenzo Calzona (Co.Re. Ingegneria Srl) – Roma; ing. Pietro Lunardi (Rocksoil SpA) – Milano; ing. Natali (Ita Ingegneria Srl)

- 1 Le cinque zone di luminanza delle gallerie per i progetto illuminotecnico
- 2 Ripartizione della potenza elettrica impegnata tra illuminazione e ventilazione, e tra illuminazione di base e di rinforzo

comporta la riduzione della distanza di arresto e così si rende disponibile una quota della potenza stessa da utilizzare con maggiore densità nella zona di entrata.

È evidente che durante l'esercizio della galleria, la potenza elettrica effettiva da impegnare risulta ridotta rispetto al valore di progetto, correlato alla condizione critica. Tale riduzione si consegue configurando opportunamente l'impianto d'illuminazione nel numero di apparecchi illuminanti e nel dimensionamento delle lampade in maniera da poterlo parzializzare. La normativa UNI 11095² assume, come valore di riferimento per la progettazione, la luminanza di entrata nella condizione critica che si verifica con una sufficiente frequenza durante l'anno (almeno 75 ore, art. 4.1 UNI 11095). Pertanto, per una breve durata dell'anno (<75h) l'impianto può non riuscire a garantire i requisiti di sicurezza per condizioni eccezionalmente critiche.

Assorbimenti di energia elettrica di infrastrutture elettromeccaniche

Una galleria stradale, sulla base di progettazioni effettuate con una illuminazione conforme alla norma UNI 11095 (CIE 88-1990) e con ventilazione prevista per lunghezza superiore a 1 km (circolari dell'Ente Nazionale per le Strade-ANAS), si profila come un'utenza elettrica di tutto rispetto. Per una lunghezza complessiva di galleria fino a non più di 2 km e considerando valori caratteristici della velocità di progetto (130 km/h) e per valori critici dei parametri della galleria (come pendenza, orientamento) e dei fattori variabili ambientali (come fondo stradale bagnato, foschia), l'utenza elettrica può essere stimata con una densità di carico luce pari a $45 \text{ W/m}^2 \pm 30\%$ e con una densità di carico FM per ventilazione pari a $125 \text{ W/m}^2 \pm 50\%$. Complessivamente può essere valutata una densità media di carico elettrico pari a 170 W/m^2 assumendo un coefficiente di contemporaneità pari a 0,94.

Il carico contemporaneo delle gallerie, trascurando gli altri ausiliari che impegnano non più del 1%, è costituito da (fig. 2):

- ventilatori che rappresentano il 70-75% circa del totale, con un impegno di potenza di 2,7 MW per chilometro;
- illuminazioni di base (20%) e di rinforzo (80%) che rappresentano complessivamente il 30-25% circa del totale, con un impegno di potenza di 1 MW per chilometro.

Per gallerie di lunghezza inferiore a 1 km, la ventilazione può non essere prevista e l'illuminazione mantiene la stessa densità di carico con una eccezione fino al raddoppio per le gallerie di lunghezza compresa tra 100 e 200 m. Per valutare i costi di energia, un diagramma di carico giornaliero di riferimento può essere quello di previsione dei carichi luce base per 24 ore, luce di rinforzo per 10 ore e ventilazione per 1 ora. Il rilievo sistematico

della gestione delle gallerie esistenti al variare delle situazioni caratteristiche parametriche è certamente importante per una valutazione statisticamente più centrata.

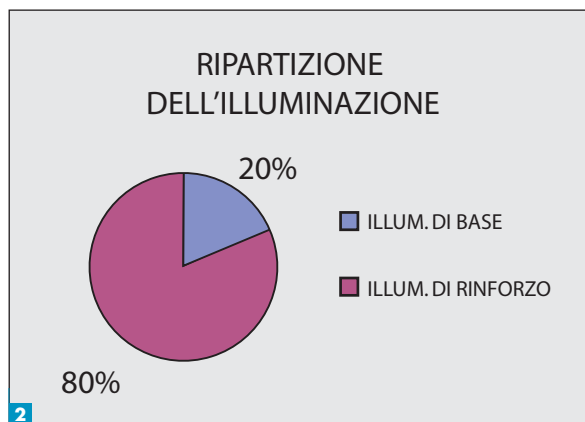
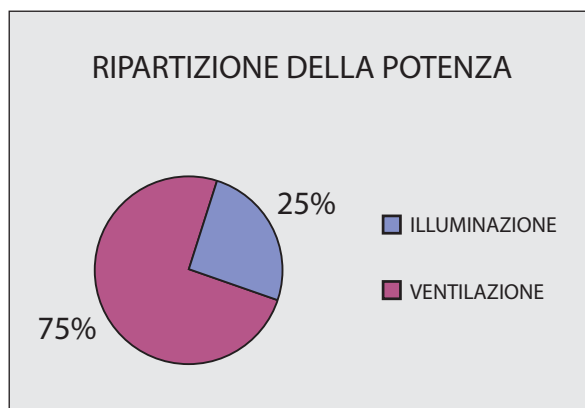
Impatto sulla rete elettrica esistente: pianificazione e gestione delle infrastrutture

Per l'esecutività dei lavori di adeguamento delle gallerie esistenti alle prescrizioni della norma UNI 11095, è necessario valutare l'impatto che le infrastrutture elettriche delle gallerie eserciteranno sulla disponibilità energetica della rete elettrica esistente nelle aree interessate dal percorso. Considerando che una galleria può essere ubicata in siti remoti, un elevato valore di potenza può risultare critico e insostenibile in ragione del fatto che la distribuzione elettrica locale potrebbe essere inadeguata a fornirla e il criterio costi-benefici potrebbe rivelare non conveniente adottare il valore suddetto per il dimensionamento delle apparecchiature e per i consumi di energia.

Per quanto riguarda gli aspetti strutturali delle reti elettriche, occorre valutare la necessità di adeguamenti e/o ristrutturazioni della distribuzione elettrica primaria per garantire la operatività degli impianti. A tal fine è necessario:

- inquadrare l'ubicazione degli impianti di galleria nell'ambito del contesto locale e generale della rete di distribuzione dell'energia elettrica interessata dal percorso della strada/autostrada;
- analizzare e valutare i fabbisogni previsti di energia e le variazioni rispetto allo scenario della distribuzione esistente.

Per quanto riguarda gli aspetti gestionali dei fabbisogni di energia elettrica, non si può prescindere dall'attuale quadro energetico di libero mercato. L'utilizzazione di energia elettrica va opportunamente gestita in una visione integrata e in un tutt'uno con il sistema elettrico a monte. Le società concessionarie



delle autostrade, per soddisfare il proprio fabbisogno di energia elettrica, possono organizzarsi come produttori e distributori in analogia agli enti ferroviari. In altri termini, la strada/autostrada in generale e ciascuna serie di gallerie in particolare vanno considerate come polo di assorbimento elettrico. Gli impianti elettrici, gravitando su di una stessa rete di alimentazione, si configurano come agglomerati di utilizzazione, che come tali possono organizzarsi per il conseguimento di obiettivi di qualità, continuità, risparmio energetico e tariffario.

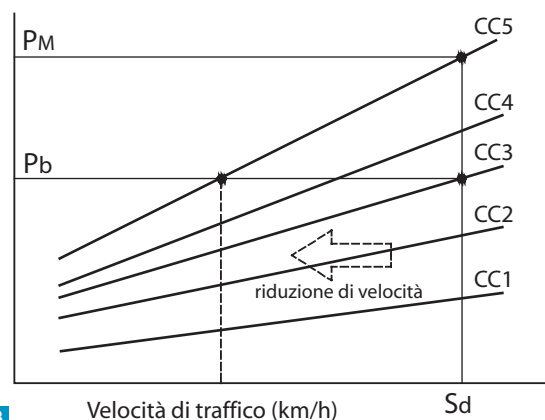
Soluzione energetica mirata: la potenza elettrica massima come parametro di progetto

Una soluzione di compromesso che può soddisfare alle varie esigenze di capacità di distribuzione e di economia di gestione, è quella di assumere quale valore di riferimento di progetto illuminotecnico la massima potenza elettrica da prevedere, perché disponibile o economicamente più conveniente, e quindi assumere quale valore della velocità del traffico quello corrispondente nella garanzia di sicurezza per la condizione critica assunta come riferimento. Questa soluzione per essere applicata richiede certamente un controllo automatico dell'esercizio della galleria. Questo controllo dovrà ade-

guare automaticamente la potenza di illuminamento alle migliori condizioni. In tutti i casi, quando il valore massimo di luminanza ottenibile dall'impianto di illuminazione, completamente acceso, diventa insufficiente a soddisfare le condizioni di luminanza esterna per garantire in sicurezza la velocità di progetto, il controllo automatico con la segnaletica a messaggio variabile imporrà la velocità di marcia al valore adeguato ovvero al valore minimo prefissato (fig. 3).³

Una *soluzione operativa*, pertanto, per soddisfare le esigenze di distribuzione e di economia, è quella di limitare la velocità al valore di sicurezza correlato alle condizioni climatiche variabili e in riferimento al valore massimo della potenza di progetto o disponibile. La zona di galleria da illuminare si riduce e una maggiore densità di potenza si rende disponibile sul tratto ridotto.

Una *soluzione strutturale* è quella di installare un portale speciale progettato per limitare la luminanza diurna e creare una zona naturale di transizione esterna. Il numero medio di veicoli (volume di traffico) potrebbe essere tenuto in considerazione non solo per fissare i livelli di luminanza interna, ma anche per stabilire la qualità dell'illuminazione, della manutenzione e delle procedure di esercizio.



3

Conclusioni

Tenuto conto degli assorbimenti di energia elettrica dell'impianto elettrico di illuminazione delle gallerie stradali, la soluzione operativa proposta è quindi quella di assumere quale parametro di riferimento di progetto e di gestione la potenza massima disponibile e limitare conseguentemente la velocità di progetto al valore di sicurezza correlato alle condizioni climatiche variabili. La configurazione dell'impianto deve essere prevista in maniera da modulare in riduzione il tratto complessivo illuminato in penetrazione di galleria e in maniera da incrementare opportunamente la luminanza sul tratto ridotto. Un notevole contributo alla messa a punto e ottimizzazione dei criteri progettuali può derivare da una indagine sistematica e dalla raccolta dati sperimentali delle gallerie esistenti. La disponibilità di dati e correlazioni reali può consentire di apportare opportuni e adeguati correttivi ai modelli di riferimento per le gallerie nuove o comunque individuare i migliori margini di flessibilità per gli impianti che è opportuno e necessario soddisfare. ■

3 Soluzione mirata: adozione di un valore limite di potenza (Pb) che corrisponde alla velocità di traffico Sd per la condizione climatica CC3. Se si determinano le condizioni climatiche critiche CC5 che fanno diventare insufficienti le luminanze interne, sarà necessaria la corrispondente riduzione di velocità S.



La bibliografia di questo articolo è consultabile sul sito: www.mancosueditore.it (alla voce "riviste")