

LAMPADE A INDUZIONE INNOVATIVE PER UNA NUOVA ERA DELL'ILLUMINAZIONE DEI TUNNEL

INDUCTION TUNNEL COMFORT PLUS È STATO STUDIATO PER DARE AI VIAGGIATORI IL MASSIMO COMFORT VISIVO E UNA ELEVATISSIMA EFFICIENZA ENERGETICA IN GRADO DI AUMENTARE AL MASSIMO LA SICUREZZA E DI RIDURRE AL MINIMO I COSTI DI MANUTENZIONE E DI GESTIONE

L'illuminazione delle gallerie stradali rappresenta uno degli interventi più critici sulle strade ed autostrade e ha un impatto diretto sul comfort e sulla sicurezza dei viaggiatori. Le gallerie sono ambienti molto particolari e unici, che sono esposti a molteplici fattori ambientali, tra i quali smog, umidità, temperature elevate e forte corrosione. Le principali Normative e Direttive a livello nazionale ed europeo in materia d'illuminazione e di sicurezza stradale impongono l'utilizzo di sistemi d'illuminazione atti a garantire la messa in sicurezza degli utenti.

La progettazione dell'illuminazione delle gallerie si basa sulla luminanza ed è condizionata da molteplici aspetti, tra i quali anche i riflessi sulle varie superfici (pareti, pavimentazione, mezzi di trasporto), oltre all'importanza dell'impatto della luce sul guidatore all'ingresso e all'uscita dal tunnel, per il quale l'occhio deve adattarsi a continue variazioni di livelli di luce,

che aumentano a seconda delle condizioni esterne (es. orario e condizioni metereologiche).

Il Comfort Visivo è un aspetto fondamentale da considerare nella progettazione dell'illuminazione dei Tunnel, ed ha un impatto diretto sulla sicurezza dei viaggiatori.

Nel corso degli anni sono state installate diverse tecnologie con risultati molto diversi, ma nessuna di queste è riuscita a combinare l'efficienza energetica con l'efficienza tecnologica e con il perfetto comfort visivo.

L'ILLUMINAZIONE A INDUZIONE MAGNETICA TUNNEL COMFORT PLUS

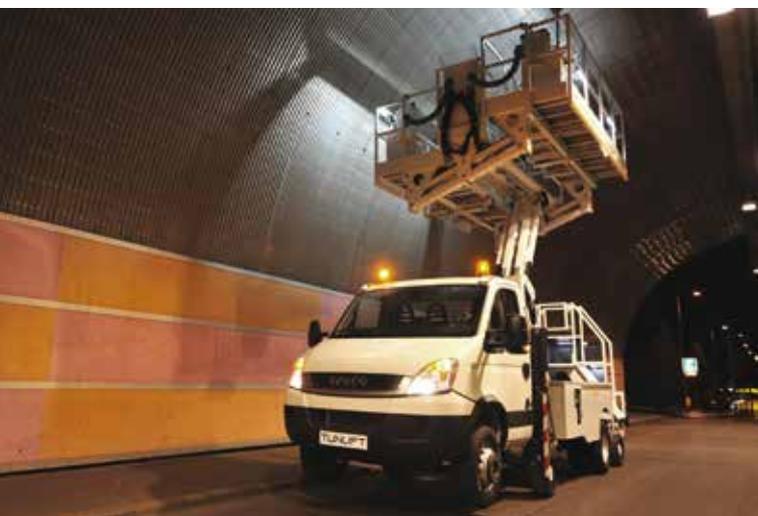
Da questa premessa nasce un prodotto molto innovativo: l'illuminazione ad induzione magnetica Tunnel Comfort Plus.

La tecnologia è l'illuminazione a fluorescenza indotta, anche chiamata lampada a induzione magnetica, inventata molto tempo fa da Nikola Tesla e totalmente rivista e adeguata alle esigenze odierne: essa permette un'illuminazione molto efficiente e uniforme delle gallerie stradali, con l'obiettivo di dare il miglior comfort visivo al guidatore.

L'apparecchio è composto da due corpi stagni in alluminio pressofuso, contenenti rispettivamente la sorgente luminosa ad induzione e il rispettivo alimentatore, fornito assemblato o separato dal singolo corpo illuminante per una distanza variabile massima di 75 m.

L'alimentatore separabile permette di rendere ancora più semplici le eventuali operazioni di manutenzione, essendo posizionabile in luoghi facilmente accessibili (ad esempio, quadri di nicchia), in totale sicurezza per gli operatori e per i viaggiatori, e senza alcuna interruzione del traffico che - oltre a creare enormi disagi ai guidatori e alla circolazione - è una voce di costo molto rilevante.

Il continuo sviluppo tecnologico e l'evoluzione nel campo dell'illuminazione, legato all'aumento della sensibilità della nostra società a tutti quei fattori associati al benessere umano, hanno fatto capire che la semplice misura del flusso luminoso non cor-



1. Le interruzioni del traffico per manutenzione straordinaria dell'illuminazione di tunnel con evidenti disagi e costi



2A, 2B e 2C. Le interruzioni del traffico per manutenzione straordinaria dell'illuminazione di tunnel con evidenti disagi e costi

risponde più al valore reale della percezione dell'occhio umano. La visione è affetta da molteplici fattori quali l'intensità luminosa, la distribuzione, il colore, i contrasti, l'abbagliamento, i riflessi, la qualità dell'aria, il movimento dell'oggetto e le caratteristiche intrinseche dell'osservatore.

Questa consapevolezza ha portato a rivedere i concetti fondamentali nel campo dell'illuminazione con l'introduzione di due parametri basilari: la "Prestazione Visiva" (Visual Performance) e "l'Impatto Psicologico della Luce" (Psychological impact of lighting). Oltre a questi due parametri si aggiungono l'Indice di Resa Cromatica

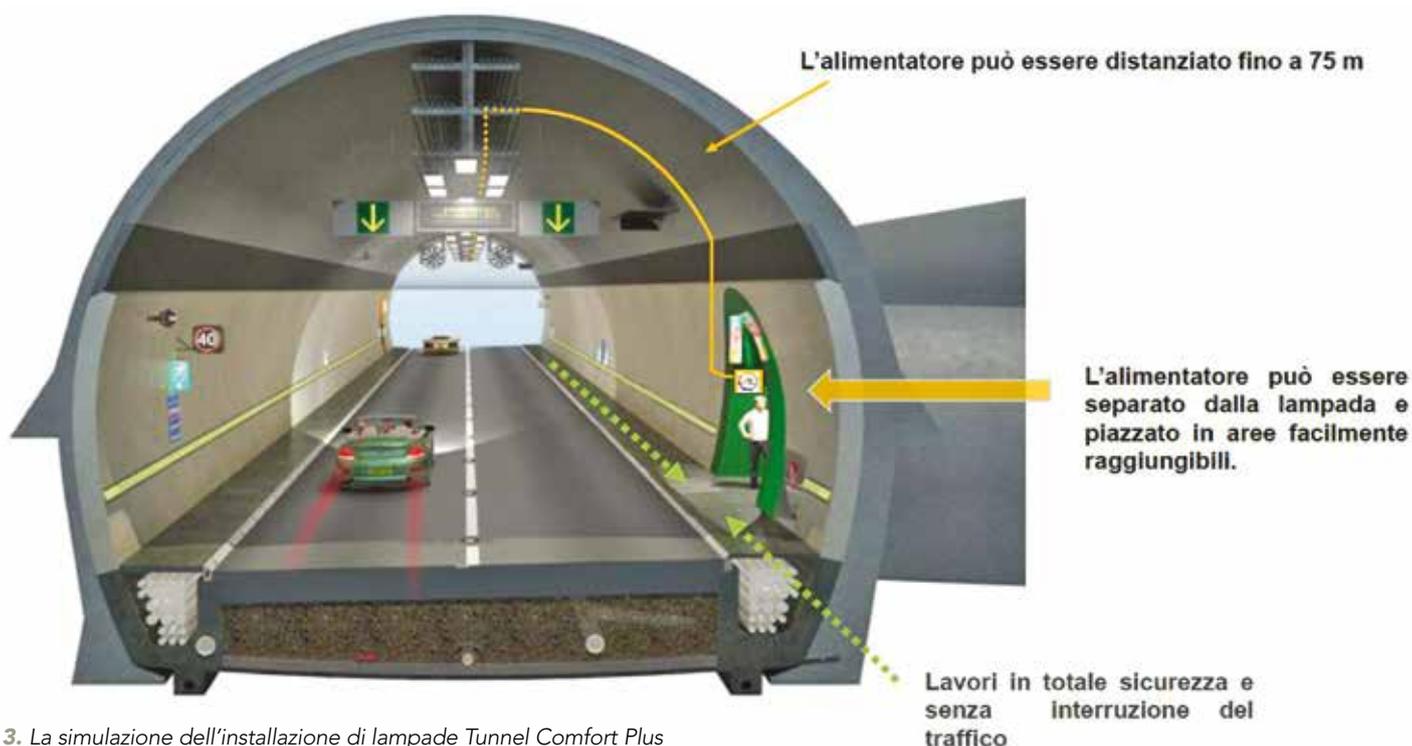
(CRI) e la Temperatura di Colore (CCT). In funzione dello spettro emesso dalle differenti fonti luminose, il nostro occhio ha una percezione luminosa differente. Questo parametro è stato scientificamente denominato "Luminosità Percepita" PLM o Pupil Lumen.

I nostri occhi usano diverse parti per vedere in diverse condizioni di luce:

- visione fotopica, dovuta all'attività dei soli coni della retina, è la visione diurna consente di rilevare differenze cromatiche;
- visione scotopica, monocromatica, dovuta all'attività dei soli bastoncelli della retina, rileva differenze di brillantezza ma non di cromaticità;
- visione mesopica, dovuta

all'attività contemporanea dei coni e dei bastoncelli della retina, consente di rilevare differenze cromatiche e di brillantezza.

In funzione di questo, è stato definito un fattore di correzione P/S da moltiplicare per i lumen output di varie sorgenti luminose, esprimendo così i lumen effettivamente percepiti dall'occhio. Per le lampade ad induzione per tunnel Comford Plus si riscontra uno dei più alti fattori di correzione, $P/S = 1,96$, fondamentale per il comfort visivo ed anche a livello di risparmio energetico.



3. La simulazione dell'installazione di lampade Tunnel Comfort Plus con alimentatore separabile fino a 75 m



4A e 4B. Vista frontale (4A) e posteriore (4B) del Tunnel Comfort Plus con le caratteristiche principali

Altre Normative e studi importanti come la IES TM 24-13 parlano di lumen E.V.E. (Effective Level of Illumination), quindi dell'effettivo livello di illuminamento percepito dall'occhio, misurabile con uno spettrofotometro. Anche in questo caso, si riscontra un elevatissimo valore, fino a 216 lumen E.V.E./W.

Alla base della realizzazione del sistema di illuminazione a induzione, vi è la necessità di creare un flusso luminoso il più possibile confortevole e uniforme in tridimensionalità degli spazi da illuminare, evitando nel contempo abbagliamenti e/o compensazioni visive dovute a conicità di zone chiaro/scure, entrambi effetti molesti e debilitanti per la guida.

L'illuminazione a induzione enfatizza la tridimensionalità degli spazi da illuminare creando una vera e propria "bolla" di luce che colpisce piani orizzontali ma anche verticali; inoltre, il fascio luminoso non è "netto" ma "morbido", non causa quindi spiacevoli effetti tipo "spot-light" ed illumina anche le zone immediatamente limitrofe all'area interessata rispettando quindi Norme e raccomandazioni sulle "zone di sfondo". Peculiarità questa che permette di sopperire egregiamente nella corretta illuminazione della zona del compito visivo, non solo per la strada, ma certamente le zone limitrofe ad essa, la segnaletica ivi presente e, ancor più importante, consente di illuminare in modo armonico i mezzi che la percorrono.

Nella logica di funzionamento del sistema, vengono inoltre considerati i seguenti parametri:

- illuminamento e sua uniformità;
- illuminamento delle pareti e del soffitto;
- distribuzione delle luminanze;
- abbagliamento e sua limitazione;
- direzione della luce;
- aspetti cromatici della luce;
- sfarfallamento ed effetti stroboscopici;
- illuminamento dello spazio interno;
- efficienza energetica;
- integrazione della luce diurna;
- valutazione del rischio foto-biologico;
- fattore di manutenzione (cilindrico, modellato, direzionale).

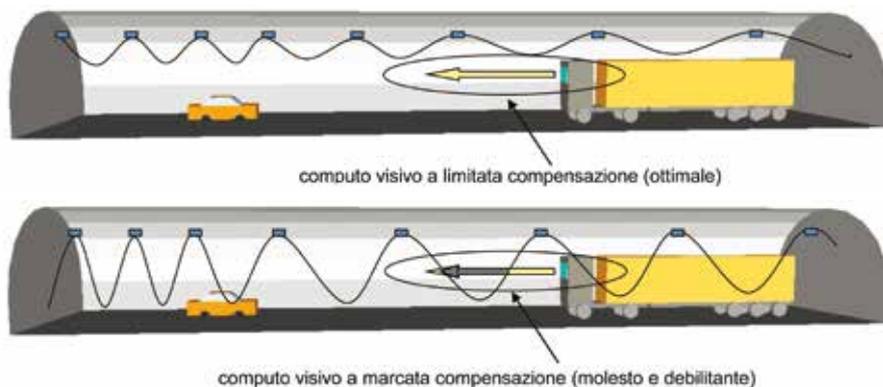
Dal punto di vista illuminotecnico, il sistema è in grado di raggiungere un notevole grado di uniformità luminosa in galleria migliorando quindi le condizioni di guida.

Tale fascio luminoso è inoltre esente da sfarfallio (Flickering), un fattore che, di fatto, affatica la vista degli utenti, oltre a creare altri problemi. I valori contenuti di abbagliamento uniti a un CRI fino a 91 migliorano notevolmente il comfort visivo.

Inoltre, l'ampia scelta di temperatura colore (da 2.700 fino a 6.500 K) facilita ulteriormente il compito visivo senza causare danni fotobiologici; difatti, a 6.500 K l'occhio percepisce al meglio i contrasti con il minor impiego di risorse, ma tale valore risulta conseguibile senza provocare danni fotobiologici o fotochimici solo dalla tecnologia a fluorescenza.

Il gruppo di alimentazione è dimmerabile e consegue risultati eccellenti ottenendo variazioni di flusso lineari rispetto ai consumi impostati dalle varie regolazioni: ad esempio, una dimmerazione del 30% porta una riduzione dei consumi del 30%, a differenza delle altre tecnologie che non hanno variazioni di consumo lineari. Questa tecnologia permette di regolare il flusso luminoso in tutte le condizioni sia ambientali che di traffico e ha la possibilità di avere un sistema di diagnostica e di controllo con gestione attraverso sistemi intelligenti (onde convogliate, Wi-Fi, LoRa, DALI, ecc.).

Il sistema ha accensione e riaccensione immediata, inoltre garantisce operatività



5A e 5B. La grafica esplicativa dell'illuminazione con flusso a "bolla" (5A) e dell'illuminazione con flusso a "cono" (5B)

anche con temperature "estreme" (il range va da -55 °C a + 85 °C).

Il gruppo di alimentazione consente di ottenere parametri elettrotecnici ben al di sopra dei valori richiesti dalle Normative:

- + $\cos \phi \geq 0,98$
- + distorsione armonica (THD) < 2,5%
- + 120 Vac - 277 Vac (+/-10%)

La lampada a induzione Tunnel Comfort Plus ha un elevato fattore di potenza $\cos \phi$ (maggiore di 0,98% con punte di 0,995%): ne consegue che il suo utilizzo comporta un minore impegno di potenza reattiva dell'intero impianto. Il sistema sopporta molto bene sbalzi termici repentini: è quindi possibile effettuare operazioni di pulizia con getti d'acqua anche su lampade in funzione, a differenza di altre tecnologie che subirebbero stress importanti a discapito dell'affidabilità.

Un'altra caratteristica importante del Tunnel Comfort Plus è la sua resistenza al calore; di fatto, in caso di incendio ha una comprovata e certificata resistenza ad alte temperature. Inoltre, l'emissione del fascio luminoso in multifrequenza facilita il passaggio della luce attraverso i fumi generati in caso d'incendio all'interno delle gallerie.

Queste caratteristiche sono estremamente importanti perché, in caso di incendi, le lampade devono funzionare il più a lungo possibile per far sì che venga evacuato e salvato il più alto numero possibile di vite umane.



I PRINCIPALI VANTAGGI

- Elevato grado di uniformità luminosa e distribuzione;
- nessun abbagliamento né sfarfallio;
- assenza di rischi foto-biologici (Gruppo R0 - Esente IEC 62471);
- ampia scelta di temperatura di colore (da 2.700 a 6.500 K);
- elevato Indice di Resa Cromatica (CRI) fino a 91;
- elevata vita utile della lampada (fino a 200.000 h) sostituibile;
- elevata vita utile dell'alimentatore AGE (> 300.000 ore);
- efficienza luminosa fino a 130 lm/W e fino a 254 Plm/W;
- accensione e riaccensione immediate;
- elevato fattore di potenza ($\cos \phi \geq 0,98$);
- ridottissimo valore di distorsione armonica THD < 2,5%;
- flusso regolabile e con riduzione dei consumi lineare;
- possibilità di separare il ballast fino a 75 m;
- funzionamento nominale in presenza di alte temperature (> 480 ore a 80 °C);
- distribuzione multifrequenza che facilita il passaggio della luce attraverso i fumi. ■

⁽¹⁾ *Ingegnere, Amministratore Delegato di Italoiberica Engineering Group S.L.*

⁽²⁾ *CEO di AGE International Srl - AGE Advanced Green Economy Group*