



L'illuminazione è un elemento essenziale della nostra quotidianità.

Oltre all'utilizzo domestico, viene usata come elemento di richiamo per gli esercizi commerciali, attraverso insegne e fari, e più recentemente ha assunto un ruolo chiave anche per la sicurezza. Spesso, ma erroneamente, si tende a far corrispondere ad una maggiore illuminazione una maggior sicurezza; questo ha determinato una costante crescita della quantità (purtroppo non sempre della qualità) di illuminazione erogata, che alcune stime identificano nell' 8-10 % annuo. Questa crescita è stata disordinata ed ha portato ad avere un'illuminazione non sempre adeguata alle reali esigenze: si è reso necessario cercare di ottenere maggiore efficacia e soprattutto una maggiore efficienza dell'illuminazione.

La Regione Lombardia, a questo scopo, ha emanato, nel marzo del 2000, la legge regionale **“Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso”**. Fra i nuovi compiti dell'Amministrazione Provinciale c'è quello di *“diffondere i principi dettati della Presente Legge”*.

Per riuscire a definire la situazione attuale il Settore Educazione e Tutela Ambientale della Provincia di Milano ha inviato a tutti i Comuni del proprio territorio un questionario specifico sull'inquinamento luminoso. Su 188 questionari inviati sono state ricevute ad oggi circa 100 risposte: solo 8 Comuni hanno dichiarato di aver predisposto il Piano di Illuminazione previsto dalla legge.

A fronte di questi risultati la Provincia di Milano ha organizzato la giornata di informazione del 12 dicembre **“L.R. 17/00: Luci e ombre”** indirizzata, in prima battuta, proprio alle Amministrazioni Comunali per fornire loro un valido supporto informativo.

In questa newsletter vengono ripresi alcuni aspetti emersi dalla giornata di informazione in particolare viene dato un inquadramento generale al problema dell'inquinamento luminoso (Daniela De Bartolo - ARPA Lombardia) e vengono approfonditi gli effetti che esso provoca sull'ambiente e sull'uomo (Silvano Minuto - Unione Astrofili Italiani).

Nelle prossime newsletter verranno riprese le altre problematiche trattate nel corso della giornata di informazione.

COME CONTATTARCI:



Provincia di Milano - Direzione centrale ambiente

Settore educazione e tutela ambientale

Via Pusiano, 22 - 20132 Milano

e-mail: s.bellinzona@provincia.milano.it

Fax: 02/ 7740 3874



COS'È L'INQUINAMENTO LUMINOSO?

L'inquinamento luminoso è ogni forma di irradiazione di luce artificiale al di fuori delle aree a cui essa è funzionalmente dedicata, in particolare modo verso la volta celeste, ed è riconosciuto dalla comunità scientifica internazionale come indicatore dell'alterazione della condizione naturale con conseguenze non trascurabili per gli ecosistemi vegetali, animali nonché per la salute umana come evidenziate da diversi studi sulla flora (la riduzione della fotosintesi clorofilliana) e sulla fauna (il disorientamento delle specie migratorie).

All'origine del fenomeno vi è il flusso luminoso disperso verso il cielo, proveniente dalle diverse attività di origine antropica a causa sia di apparati inefficienti sia di carenza di progettazione.

In media almeno il 25% ÷ 30% dell'energia elettrica degli impianti di illuminazione pubblica viene diffusa verso il cielo, mentre una quota ancora maggiore è quella di gestione privata.

La riduzione di questi consumi contribuirebbe al risparmio energetico e alla riduzione delle relative emissioni.

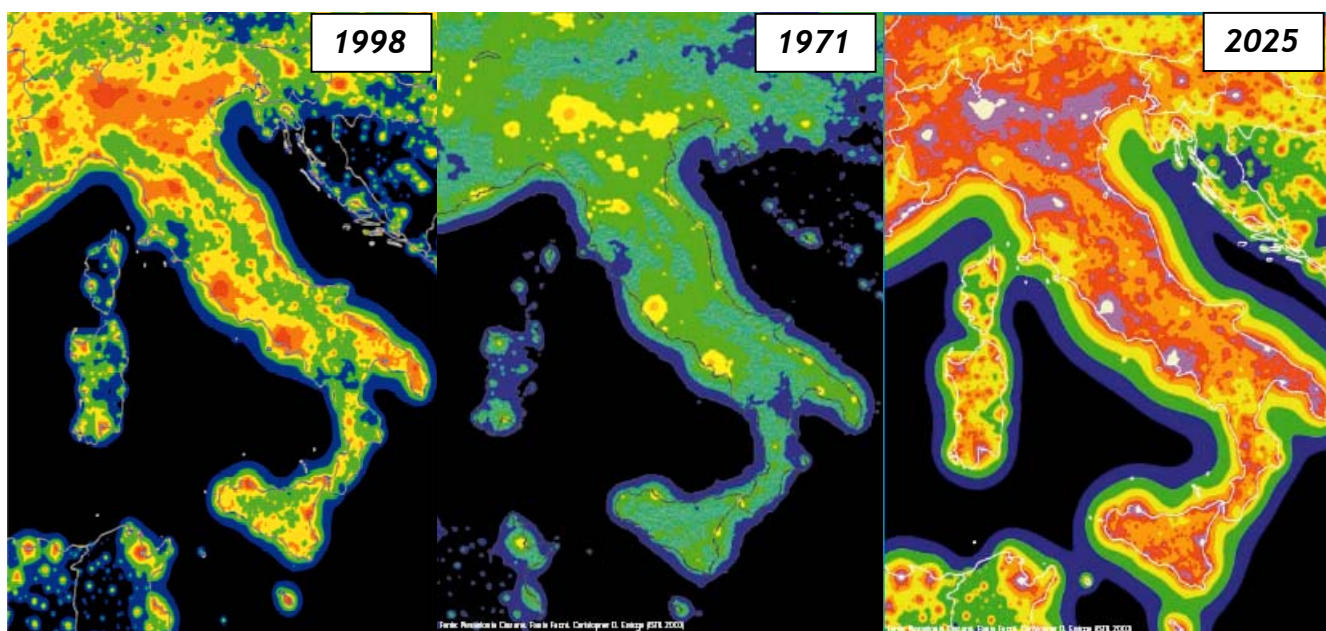
Come indicatore dell'inquinamento luminoso si utilizza la "Brillanza relativa del cielo notturno", che rende possibile la quantificazione del grado di inquinamento luminoso dell'ambiente notturno per la valutazione degli effetti sugli ecosistemi e il degrado della visibilità stellare. Secondo l'Unione Astronomica Internazionale: *"L'incremento della luminosità del cielo notturno a 45° di elevazione dovuta alla diffusione di luce artificiale nel cielo pulito, dovrebbe non eccedere il 10% del livello naturale più basso in ogni parte dello spettro tra le lunghezze d'onda di 3.000 Å e 10.000 Å. Al di sopra di questo livello il cielo deve essere considerato "inquinato"* (Smith F.G., 1979, Report on Astronomy, IAU Trans., XVIIA, 218-222).

L'indicatore rappresenta il rapporto tra la luminosità artificiale del cielo e quella naturale media, come rapporto dei rispettivi valori di brillanza, espressa come flusso luminoso (per es. in candele) per unità di angolo solido di cielo per unità di area di rivelatore.

In Europa solo l'Istituto di Scienza e Tecnologia dell'Inquinamento Luminoso (ISTIL) di Tione (Vicenza), fornisce una mappatura della luminosità artificiale del cielo per ampi territori (Italia, Europa e intero Globo) con una risoluzione di circa 1 km², nelle bande fotometriche di interesse astronomico, grazie ad un modello di stima della "brillanza" del cielo notturno, basato su rilevazioni da satelliti e calibrato con misure da terra (Cinzano P., 2000, Measuring and Modeling Light Pollution, Mem. Soc. Astron. Ital., 71).

Le mappe in figura rappresentano il livello di inquinamento luminoso dell'atmosfera nel 1998, nel 1971 e quelle previste per il 2025. Il calcolo viene eseguito a livello del mare e per atmosfera limpida standard allo zenit nella banda di luce visibile, il che permette il confronto tra aree con diverse caratteristiche altimetriche e meteorologiche (ISTIL Report 2001, Pierantonio Cinzano, Fabio Falchi, Christopher D. Elvidge).

Al nero corrisponde una eccedenza di brillanza artificiale inferiore all'11% di quella naturale, al blu tra l'11% e il 33%, al verde tra il 33 e il 100%, al giallo tra il 100% e il 300%, all'arancio tra il 300% e il 900%, al rosso oltre il 900%.

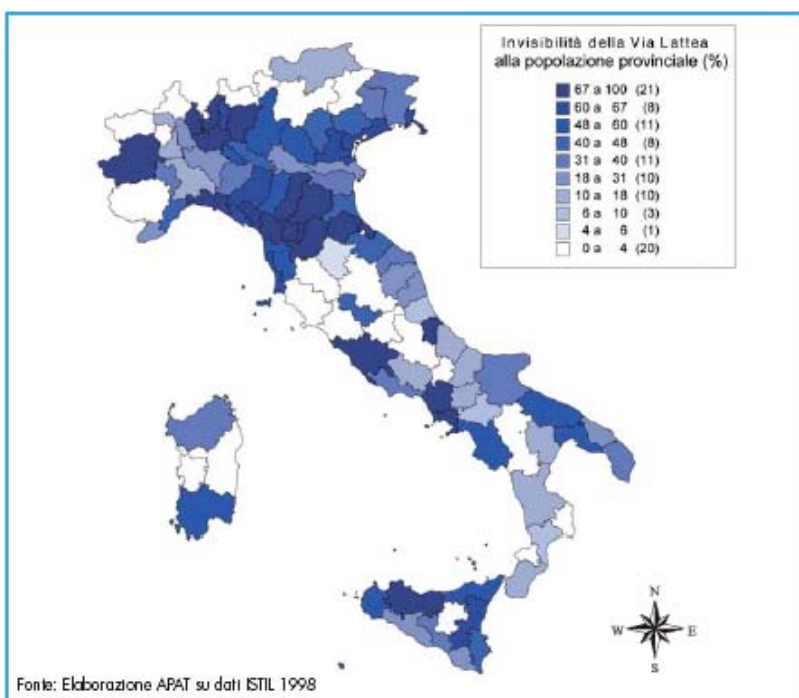


Nella tabella seguente vengono riportati gli indicatori dell'inquinamento luminoso:

Grandezza	Cosa indica
Brillanza artificiale a livello del mare	Inquinamento luminoso in atmosfera, aree più inquinate e più inquinanti
Brillanza totale	Luminosità del cielo
Magnitudine limite	Visibilità delle stelle
Perdita di magnitudine	Degrado della visibilità delle stelle
Visibilità della Via Lattea	Aree ove la nostra galassia è ancora visibile

Fonte: Istituto di scienza e tecnologia dell'inquinamento luminoso- Thiene (VI)

Altro dato interessante è quello relativo alla percentuale di popolazione che vive in luoghi da dove la Via Lattea non è più visibile in notti normalmente serene. La figura seguente (ISTIL Report 2001, Pierantonio Cinzano, Fabio Falchi, Christopher D. Elvidge) mostra la situazione presente nelle diverse Province italiane: più della metà della popolazione italiana ha perso la possibilità di vedere la Via Lattea, anche nelle notti più serene.





QUALI SONO GLI EFFETTI CHE PROVOCA?

E' certamente necessario illuminare le strade per assicurare sicurezza agli utenti: automobilisti, ciclisti e pedoni. La luce che raggiunge la strada deve quindi essere sufficiente al riconoscimento del percorso, dei pedoni e degli eventuali ostacoli. I tecnici devono creare le condizioni per far arrivare agli utenti della strada, attraverso la vista, le informazioni necessarie, ma devono anche fornire una buona gestione dei servizi ed evitare il più possibile interferenze con l'ambiente poiché l'eccessiva illuminazione può provocare danni all'ambiente.



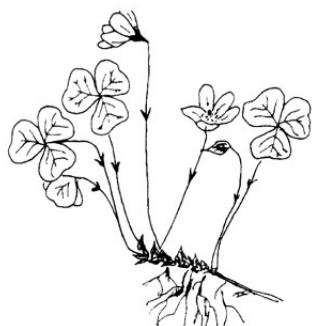
Inoltre, se l'illuminazione è superiore ai valori sopportabili dalla vista, ovvero se la potenza installata della lampada è superiore a quella necessaria, non solo aumenta lo spreco energetico e quindi economico, ma si generano fenomeni di abbagliamento; se la sorgente di illuminazione ha valori troppo elevati il contrasto delle immagini si abbassa portando ad una diminuzione del riconoscimento dei pedoni od ostacoli, ottenendo così un effetto opposto a quello desiderato. Un'elevata illuminazione inoltre disturba il sonno delle persone portando a pericolose alterazioni del ritmo circadiano.

La luce per la maggior parte dei sistemi biologici è un fattore vitale: tutte le forme di vita nella loro evoluzione non hanno potuto prescindere dall'esistenza della principale sorgente di luce per il nostro pianeta, il Sole. È quindi chiaro come l'alternarsi tra giorno e notte, tra luce e buio, sia un fattore fondamentale per la vita degli esseri viventi siano essi animali o piante. Nel momento in cui si altera questo equilibrio con l'irraggiamento di luce artificiale sugli ecosistemi in cui vivono e si riproducono gli esseri viventi, vi è il rischio molto concreto di creare danni irreversibili alle piante, agli animali e all'uomo.

Effetti sulle piante

Gli effetti provocati sulle piante sono principalmente:

- l'alterazione dell'efficienza del processo di fotosintesi
- l'alterazione della reazione al fotoperiodismo



Tutte le attività delle piante sono in qualche modo legate alle stagioni: la sensibilità delle piante all'alternarsi delle stagioni è evidente nelle funzioni fondamentali (fotosintesi, respirazione, trasporto di acqua e soluti, ecc.), ma si nota maggiormente nelle grandi tappe del ciclo vitale: germinazione, crescita, sviluppo degli organi vegetativi, riposo invernale, fioritura, maturazione dei frutti

e dei semi...

Le lampade ad incandescenza ed al quarzo-iodio, ad esempio, presentano ampie emissioni che interferiscono con le radiazioni assorbite dalle clorofille e dai fitocromi.



Diversi studi hanno evidenziato, già nel 1983, che gli alberi dei viali cittadini che si trovavano in prossimità dei lampioni stradali avevano le chiome protendenti verso le sorgenti luminose in maniera vistosa.

Gli studi condotti dal professor Giulini, dal professor Giacometti e dal dottor Cinzano presso il dipartimento di Biologia dell'Università di Padova su due piante di *Magnolia Grandiflora* presenti all'orto botanico della città stessa, hanno evidenziato una diminuzione dell'efficienza fotosintetica delle foglie direttamente illuminate da una lampada ai vapori di mercurio. Si è concluso che la presenza di una sorgente luminosa, in prossimità della pianta, causa uno stress alle foglie direttamente esposte alla luce, alterandone il normale processo fotosintetico.

Infine, è ipotizzabile che le sorgenti luminose possano incidere sul microclima delle foglie a più diretto contatto con esse (a causa dell'aumento della temperatura, dell'umidità relativa ed estensione della luce diurna), favorendo il prolungamento del normale periodo.

Effetti sugli animali

I principali effetti dell'inquinamento luminoso sugli animali sono:



- l'alterazione delle abitudini di vita e di caccia
- il disturbo dei processi riproduttivi
- pericoli di vario genere nei periodi migratori
- le alterazioni dell'ecosistema
- le interferenze con i ritmi Circadiani

Witherington (1992) ha studiato la risposta comportamentale delle tartarughe di mare nella deposizione delle uova (che avviene di notte), in presenza di luce artificiale. Egli ha condotto i propri studi su due specie di testuggini marine (*Caretta Caretta* o tartaruga verde e *Chelonia Mydas* o tartaruga di mare), le quali nidificano rispettivamente sulle spiagge di Melbourne Beach in Florida e Tortuguero in Costa Rica. Witherington ha selezionato un settore di spiaggia isolata, in ciascuno dei due luoghi, che presentasse condizioni di buio e fosse lontano da attività umane; qui vi ha effettuato esperimenti in condizioni di buio e di illuminazione prodotta da lampade ai vapori di mercurio ed al sodio a bassa pressione. I risultati ottenuti hanno evidenziato un influsso molto evidente della luce prodotta dalle lampade ai vapori di mercurio in un'area di 50 metri circa di raggio intorno al lampione; qui il numero di tartarughe verdi e tartarughe marine che si annidano è significativamente ridotto rispetto a condizioni di buio; per ciò che riguarda l'illuminazione con lampade LPS la differenza rispetto alle condizioni di buio appare meno marcata. Inoltre, ha riscontrato anche la diminuzione del numero di tartarughe

che transitavano in prossimità dei lampioni senza annidarsi, e che nel ritorno verso l'oceano gli animali non seguivano il percorso usuale più diretto. Egli attribuì questi fenomeni al fatto che le radiazioni luminose emesse dalle lampade ai vapori di mercurio (e quindi anche da tutte quelle lampade che hanno emissioni spettrali ampie) interferivano con lo spettro di sensibilità visiva



delle tartarughe, le quali confondevano le luci delle lampade con la luce diurna. È ovvio che la presenza di luce artificiale sulle spiagge di nidificazione sia una seria minaccia per la sopravvivenza della specie stessa, è quindi necessario trovare alternative accettabili, per evitarne la completa estinzione.

Un altro ordine di animali che subisce un pesante effetto di disorientamento da parte delle luci artificiali è quello dei lepidotteri: è dimostrato, infatti, che le falene impostano la loro rotta migratoria basandosi sulla Luna o su stelle particolarmente luminose; singole sorgenti luminose e la concentrazione di luce artificiale degli agglomerati urbani competono con le luci celesti disorientando e attraendo le falene; la conseguenza è la disgregazione dello sciame migratorio e soprattutto la decimazione degli individui (con l'altissimo rischio dell'estinzione di intere specie), in quanto essi si vengono a trovare in ambienti non idonei alla loro sopravvivenza.

Infine anche le specie di uccelli, che usano l'orientamento astronomico (come alcuni passeriformi) nelle loro migrazioni notturne, possono essere disturbate dalla presenza di fonti luminose artificiali.

È curioso il caso riscontrato alla periferia di Cagliari di un Falco Pellegrino, che attendeva sui tralicci di una raffineria di petrolio gli uccelli notturni attratti, durante la migrazione, da un potentissimo faro che illuminava a giorno gli impianti per motivi di sicurezza, disperdendo però una notevole quantità di luce verso l'alto.

Effetti sull'uomo

Gli effetti sull'uomo dovuti all'inquinamento luminoso sono principalmente:

- l'abbagliamento e la distrazione che possono provocare incidenti stradali
- i disturbi da luce intrusiva
- la miopia dei bambini
- le alterazioni del sistema della melatonina che può provocare lo sviluppo di tumori

In particolare durante la giornata è stato approfondito il problema relativo all'abbagliamento stradale.

Quando si guida di notte, l'83 % delle informazioni che giungono al nostro cervello sono inviate da stimoli visivi. Il nostro cervello non può ricevere ed elaborare una quantità illimitata di informazioni; bisogna evitare il sovraccarico, per ridurre il rischio di affaticamenti inutili a tutto il corpo, che mettono in seria difficoltà la capacità di guida.

Solo le informazioni utili devono arrivare al cervello e provocare così le reazioni riflesse indispensabili.

Il cervello, oltre ad elaborare la visione provvede a far secernere ormoni dagli effetti diversi, in particolare è responsabile della produzione di una sostanza chimica, la "rodopsina", o porpora retinica, che viene utilizzata quale segnalatore fotochimico per trasmettere il messaggio nella fibra del nervo ottico.

Nella visione diurna, per la quale i recettori retinici attivi sono i coni, all'aumentare della luminanza, la curva dell'acuità visiva assume un andamento asintotico. Superato un certo livello

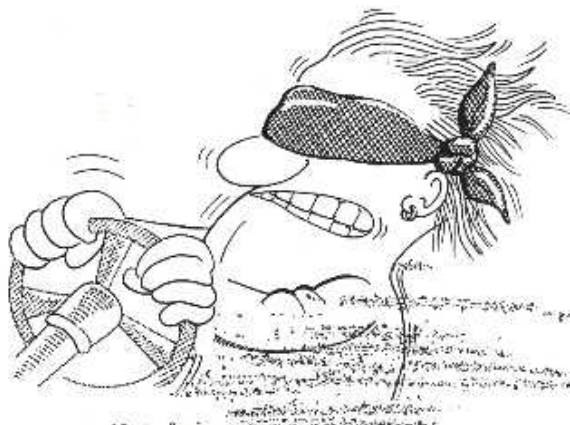


di illuminazione si raggiunge la saturazione, fino al suo raggiungimento ad una maggiore illuminazione corrisponde una migliore visibilità.

I recettori retinici utili alla visione notturna sono i bastoncelli. Essi sono più numerosi dei coni ma a differenza di questi ultimi ogni bastoncello dispone di una propria terminazione nervosa, di conseguenza le informazioni sono meno distinte e l'acuità visiva è minore.

La retina invia delle informazioni differenti a causa dei diversi tipi di collegamenti; se eccessivamente sollecitata, causa una ulteriore distorsione delle informazioni trasmesse al cervello. Se la retina riceve sollecitazioni superiori a quelle che è possibile trasmettere correttamente, il nostro cervello non è in grado di fornire agli organi le informazioni necessarie per evitare ad esempio un ostacolo e scansare un pedone.

Nella visione notturna occorre anche considerare l'adattamento visivo, ovvero la facoltà

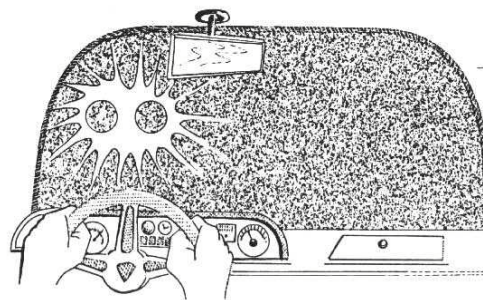


dell'occhio di adattarsi all'illuminamento a mezzo di modificazioni della pupilla e della sensibilità fotochimica della retina. E' qui infatti che si trova un liquido, la "rodopsina", di colore rosso intenso che funziona da materiale sensibile alla luce. Questo liquido sbianca molto rapidamente se esposto alla luce. L'intensità di colorazione della retina si modifica al modificarsi dell'illuminazione dell'oggetto osservato. Questo adattamento non è istantaneo, ma richiede un certo tempo. Avviene molto più rapidamente l'adattamento dell'occhio dall'osservazione di un

soggetto poco illuminato all'osservazione di oggetti molto illuminati che non in senso contrario. L'adattamento completo dai due estremi di sensibilità richiede, nel primo caso, pochi minuti, nel secondo circa un'ora.

E' per questo motivo che se si passa da una stanza fortemente illuminata ad una meno illuminata si vede male per alcuni minuti.

Appare quindi evidente che per avere una visione corretta occorre che il nostro occhio riceva delle informazioni precise, essenziali e più semplici possibili. Ciò vuol dire che sulle strade dove circolano le autovetture la luminanza deve essere molto contenuta, non deve subire degli aumenti improvvisi e ancora più importante non ci devono essere zone isolate di forte illuminamento. Inoltre non devono essere presenti dei segnali di informazione non necessari e neanche delle fonti di illuminazione visibili lateralmente che potrebbero distogliere l'attenzione del guidatore.





Fonti intense di illuminazione in prossimità di svincoli, rotonde, ecc. riducono le capacità visive di una percentuale rilevante (del 30% e oltre). Alcune misurazioni hanno rilevato zone isolate con illuminazione a terra 100 volte superiore ai valori previsti dalle norme. Nei lunghi viali e nelle circonvallazioni si va incontro anche ad un effetto di tipo stroboscopico; la luce entra nell'abitacolo dell'autovettura con diversa intensità



man mano che si superano i punti luce. Questa situazione può provocare notevoli disturbi e favorire i colpi di sonno.

Anche l'illuminazione interna dei negozi che, in questi ultimi tempi, sta aumentando a dismisura di intensità e viene utilizzata quasi come faro attrattivo, può provocare fastidi. In questi casi si deve tenere conto di due importanti fattori: il primo è che un aumento di intensità sproporzionato provoca delle malattie sia fisiche che comportamentali. La permanenza in ambienti illuminati deve essere la più confortevole possibile e non provocare alterazioni del ritmo circadiano. Il danno causato può portare alla miopia, ma c'è la possibilità che alcuni tumori siano legati all'eccessiva esposizione alla luce notturna. Il secondo è quello relativo all'adattamento visivo. Se si esce da uno di questi negozi e si sale su una autovettura, per alcuni minuti la strada ci appare buia. Lo stesso problema si pone nei confronti dei luoghi di sosta quali distributori di carburante ecc. L'intensità luminosa va quindi commisurata alle effettive necessità e non deve mai superare se non di una minima percentuale quella delle zone circostanti.

Vanno inoltre decisamente evitati tutti gli impianti che attirano l'attenzione degli automobilisti. Per distinguere un monumento dal fondo circostante (che risulta sempre fortemente illuminato) il primo deve essere illuminato con una potenza almeno doppia di quella delle strade.

Difficilmente si percepisce il rischio di incidenti causati dalle distrazioni provocate da un'insegna, un monumento o un faro fisso o rotante (questi ultimi sono i più pericolosi). Purtroppo è sufficiente che una persona si distraga per causare un incidente. La distrazione è causa del 30% dei problemi stradali.

Queste strutture sono giustamente vietate dal codice della strada (art. 23 - capo 1).

Nella circolazione notturna, un elemento che incide sul deterioramento dell'acuità visiva è il fenomeno provocato dall'abbagliamento delle goccioline d'acqua della nebbia. I raggi luminosi emessi dai fanali della macchina del guidatore, ma anche dai fari di quelle che si incrociano, subiscono un fenomeno di riflessione, dispersione e assorbimento, originando un velo davanti agli occhi del guidatore (una specie di muro bianco).



Questi fenomeni amplificano l'area luminosa, causando la sensazione di abbagliamento. Sensazione che è tanto più grave quanto più i fanali sono collocati alla stessa altezza del conducente; esempio tipico sono quelli dei fuoristrada. I fendinebbia sono posti molto in basso per cercare di ridurre questo sgradevole effetto.

La luce emessa dagli impianti di illuminazione fissi su pali peggiora ulteriormente il problema, specialmente se questi non sono perfettamente schermati. Possono quindi essere addirittura controproducenti.

L'effetto nebbia, amplificato dalla luce, provoca poi nel guidatore un effetto psicologico che fa alterare la percezione della velocità. In altre parole, chi guida crede di andare molto più lentamente di quanto effettivamente non vada.

SCADENZE ED APPUNTAMENTI:

31 maggio 2003

entro questa data i **Comuni** devono munirsi di un piano di illuminazione esterna per disciplinare le nuove installazioni (L.R. n.17/00);

NELLE PROSSIME NEWSLETTER

- Interventi e commenti alla **giornata di informazione** "Inquinamento luminoso - L.R. 17/00: luci e ombre" del 12 dicembre p.v.
- **Risultati** del primo rilevamento dello stato del territorio e delle esigenze informative degli operatori nell'ambito dell'inquinamento luminoso