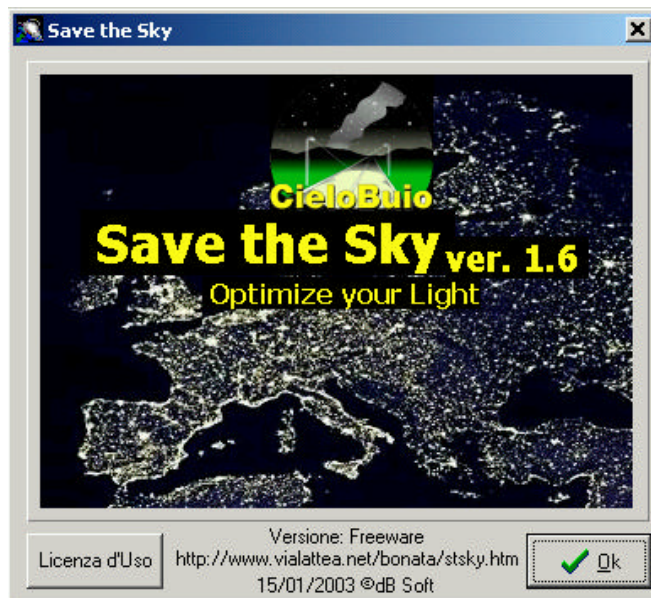


Save the Sky – Un nuovo modo di affrontare la progettazione illuminotecnica stradale

Ottimizzare il progetto illuminotecnico stradale non è più una chimera: l'utilizzo di apparecchi di elevate prestazioni permette di ottenere risparmi in termini di installazione e di gestione superiori al 30-40% rispetto ad un impianto realizzato con tecniche e mentalità progettuali tradizionali.

Save the Sky si presta anche come un ottimo strumento di analisi e verifica.

Diego Bonata



Le leggi regionali 17/00 della Lombardia e 10/02 delle Marche 10/02 prescrivono un valore massimo dell'intensità luminosa di 0.49cd/klm a 90° ed oltre ma allo stesso tempo non specificano come ottenere tali risultati: è lasciato libero arbitrio, libertà di evoluzione tecnologica e totale sfogo alla fantasia di produttori e *designer* di corpi illuminanti.

Nonostante questo, una delle ricorrenti critiche che vengono mosse a tali leggi è di rendere obbligatorio l'utilizzo di apparecchi a vetro piano le cui interdistanze sarebbero inferiori a quelle di analoghi apparecchi a vetro prismatico. La critica è in ogni caso priva di qualsiasi fondamento: in figura 1 è illustrato come ottemperare alle prescrizioni delle citate leggi regionali utilizzando vetri curvi e vetri prismatici.

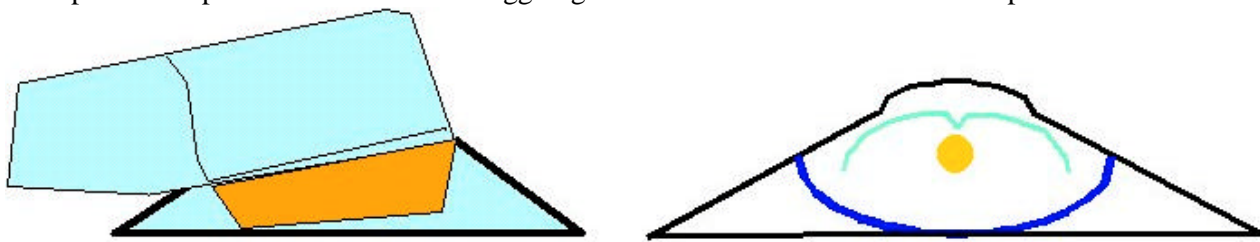


Fig.1 – Apparecchi a vetro curvo o prismatico che mediante degli schermi sono diventati conformi alla LR10/02 e LR17/00.

Rimanendo tuttavia nell'ambito del confronto vetro piano-vetro prismatico (o curvo) bisogna precisare che è un errore confrontare le prestazioni dello stesso apparecchio in configurazione con coppa prismatico e con il vetro piano.

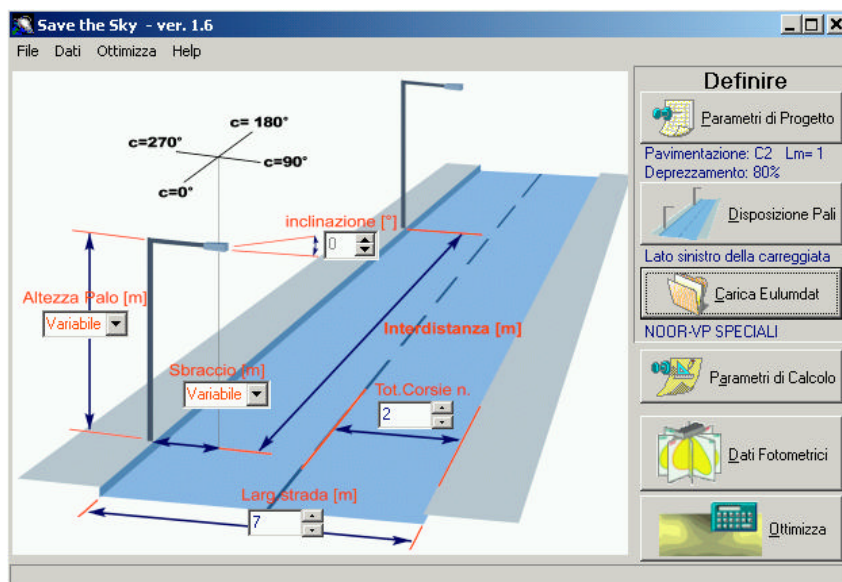
La realtà dei fatti è che bisognerebbe confrontare apparecchi concepiti per la coppa prismatico con apparecchi progettati per il vetro piano e non degli ibridi. Infatti se si inserisce un vetro piano su un apparecchio nato per funzionare con coppa prismatico (per il quale il controllo del flusso è affidato soprattutto alla coppa stessa) è evidente che il suo rendimento diventa scadente. Viceversa, negli apparecchi progettati per funzionare con il vetro piano, è il riflettore a controllare il flusso luminoso. Quindi i due apparecchi funzionano su due principi assolutamente differenti. Non è perciò corretto confrontare un apparecchio nato con la coppa prismatico con un altro apparecchio riadattato con il vetro piano dalla sua originaria configurazione a coppa prismatico o a vetro curvo. Per ottenere risultati corretti, il confronto va fatto tra buoni apparecchi a coppa prismatico (o vetro curvo) e buoni apparecchi nati appositamente per supportare il vetro piano (quindi, ripetendo, non i pessimi apparecchi a vetro piano frutto della semplice

sostituzione della coppa prismatica con il vetro piano). Anche in tal caso risulta complesso un corretto confronto paritetico.

In realtà esistono ormai in commercio numerosi apparecchi a vetro piano con prestazioni notevoli ben superiori a 3 volte l'altezza del sostegno che è il valore massimo adottato nella grande maggioranza (oltre 80%) degli impianti d'illuminazione stradale. Basterebbe questo fatto a confutare il luogo comune di molti illuminotecnici conservatori: è prassi comune dei maggiori operatori del settore adottare interdistanze che RARAMENTE superano le 2,5 volte l'altezza del palo e con tali valori vengono poi installati indistintamente apparecchi a vetro piano, curvo o prismatico. E' inutile fare accademia con le coppe prismatiche e i loro interessi mirabolanti, tutti da verificare (ed irraggiungibili con i "poveri" vetri piani) quando nella pratica le cose stanno in maniera ben diversa: di impianti a vetro curvo o prismatico con interessi elevati sinceramente non ne ho mai visti (se non vecchi di alcune decine di anni, quando ancora nemmeno si progettava l'illuminazione stradale).

Comunque può essere utile capire quanto permettano di ottenere gli apparecchi a vetro piano e soprattutto se davvero si ottengano risultati illuminotecnici che favoriscano il risparmio energetico. La possibilità mi è offerta dal programma *Save the Sky*, realizzato appunto per soddisfare in modo adeguato le richieste della LR17/00 e LR10/02 e, più in generale, anche delle altre leggi regionali contro l'inquinamento luminoso.

Il principio che mi ha spinto alla sua realizzazione era la possibilità di realizzare un impianto di illuminazione stradale senza doversi affidare al caso: possibile non esistesse un sistema per ottimizzare il processo di progettazione che, a mio modesto parere, deve essere sempre uno dei principali obiettivi del buon progettista. Non serve essere progettisti per fare impianti scadenti! Una volta era giustificabile, pensando alle difficoltà di calcolo, assai laboriose anche per i progettisti più esperti. Oggi con i moderni mezzi informatici il problema in teoria non dovrebbe sussistere più ma, ancora peggio di un tempo (e purtroppo con ancora minore consapevolezza), ci si affida ai software illuminotecnici senza assolutamente comprenderne il significato e, soprattutto, perdendo la padronanza del metodo, della teoria e la coscienza di quanto si sta facendo. Acriticamente si accettano i risultati di tali *software*, qualsiasi essi siano, purché rispettino le norme tecniche, come la UNI 10439, e si dichiara la regola dell'arte sui valori di luminanza ed uniformità senza neppure rendersi conto che il risultato è spesso mediocre ed assolutamente inappropriato.



ESEMPIO

Consideriamo un corpo illuminante con vetro piano della potenza di 100W che chiameremo per comodità e per non far pubblicità a nessuno PIPPO (questo apparecchio esiste, ha dati fotometrici certificati ed è di un noto produttore italiano).

Supponiamo inoltre di avere una tipica strada a doppio senso di marcia di 7 metri di larghezza a 2 corsie, corrispondente alla categoria illuminotecnica 4 ($L_m=1\text{cd/m}^2$ $U_g=0.4$ $U_l=0.5$), con apparecchi illuminanti

sul lato sinistro della carreggiata. Confrontiamo alcuni progetti illuminotecnici, ugualmente conformi alle norme tecniche, e per i quali può essere ugualmente dichiarata la regola d'arte.

Progetto 1.

Altezza corpi: 8m Interdistanza: 14m Sbraccio=0m Rapporto I/A=1.75 Potenza installata/km= 7.1kW

Progetto 2.

Altezza corpi: 8.5m Interdistanza: 26.6m Sbraccio=0m Rapporto I/A=3.12 Potenza installata/km= 3.8kW

Progetto 3. Ottimizzato con Save the Sky

Altezza corpi: 7m Interdistanza: 30.5m Sbraccio=1m Rapporto I/A=4.36 Potenza installata/km= 3.3kW

E' evidente la differenza fra il 1° progetto ed il 2° nel quale viene quasi raddoppiata la distanza fra i pali e quasi dimezzata la potenza installata. Passando poi al 3° progetto, ottimizzato con Save the Sky, l'interdistanza è ulteriormente aumentata del 15% con un rapporto I/A pari a 4.36 volte.

Il primo ed evidente risultato è che pur avendo 3 progetti a "regola d'arte" il primo costa praticamente il doppio del secondo, sia dal punto di vista della realizzazione (ho un numero doppio di punti luce) sia per quanto riguarda i consumi energetici mentre il terzo permette un ulteriore risparmio del 15% rispetto al secondo.

Il secondo risultato è quello di avere ottenuto con un vetro piano interdistanze pari a 4.36 volte l'altezza del palo, ben oltre qualsiasi impianto d'illuminazione che io abbia visto sino ad ora, sia esso con vetro piano che con coppa prismatica!

Non sto auspicando il ritorno al calcolo a mano, tuttavia ritengo che le conquiste dell'informatica non debbano rappresentare il successo dell'ignoranza professionale; solo un punto di partenza per un maggiore approfondimento e comprensione del problema. Il peggiore errore per un progettista, è "pensare" che i *software*, in particolare illuminotecnici, si sostituiscano al nostro cervello, esentandoci dal "pensare" a quello che si sta facendo.

Per questo ulteriore motivo, unitamente al mio piacere alla programmazione, ho deciso di approfondire alcuni aspetti illuminotecnici facendo quello che a me sembrava ovvio, sebbene mi fossi accorto non fosse così naturale in illuminotecnica l'ottimizzazione dei processi di progettazione, unitamente al far "pensare" almeno un pochino un programma illuminotecnico laddove ci sia il rifiuto nel farlo da parte del professionista. Infatti se è vero che Save the Sky fornisce molti risultati, i migliori ottenibili con un corpo illuminante, questi devono però comunque essere valutati e scelti con raziocinio e consapevolezza.

Scopi:

Si prefigge di ottimizzare i processi relativi alla progettazione illuminotecnica delle strade a traffico veicolare, fra cui in particolare:

- Ottimizzazione delle interdistanze degli apparecchi di illuminazione,
- Minimizzare le potenze installate per km di strada,
- Minimizzare (compatibilmente con le normative tecniche e/o di sicurezza) la luminanza media mantenuta,
- Sfruttare al meglio e scegliere le migliori ottiche stradali,
- Ed infine, ma è il motivo principale per cui è stato realizzato, abbattere il flusso luminoso inviato direttamente o indirettamente verso il cielo, nel rispetto delle più recenti normative nazionali in ambito riduzione dell'inquinamento luminoso (quali la LR della Lombardia 17/00 o la più recente legge delle Marche).

Con i normali programmi di progettazione illuminotecnica:

Il progettista decide i parametri della strada, quindi quelli di calcolo; e il risultato conseguente viene poi confrontato acriticamente con le norme tecniche. Se si rientra nei valori prefissati il progetto è fatto.

Con Save the Sky:

Stabiliti i parametri della strada ed i valori da rispettare per soddisfare le norme tecniche, il programma ottimizza le variabili di calcolo al fine di ottenere gli obiettivi sopra prefissati, in particolare le

configurazioni che consentono il maggior risparmio energetico (ma anche di realizzazione, manutenzione e gestione).

Basi di Calcolo

Il programma è stato costruito in conformità della norme UNI 10439, revisione 1 del Dicembre 2001 e fa riferimento ai sistemi di calcolo propri delle CIE 30.

Di fatto, ogni programma di calcolo illuminotecnico utilizza specifiche ed algoritmi di calcolo leggermente diversi, sia per motivi tecnici (riferimenti alle norme CEI 140-144 o altre norme tecniche europee) che interpretativi (almeno il 40% dei programmi in commercio sembrano non avere la stessa interpretazione delle norme tecniche e diversi programmi, a nostro modesto parere, commettono anche numerosi errori concettuali).

Save the Sky è stato verificato con alcuni dei più noti programmi di calcolo illuminotecnico: LiteStar, Relux e EwoExCalc, per fare alcuni nomi; questo per motivi di convenienza e semplicità non certo perché tali programmi siano i più corretti in assoluto: anche se i relativi risultati differiscono fra loro di una quantità inferiore al 2-3% sul valore della luminanza.

Risultati

I risultati di Save the Sky NON costituiscono il progetto illuminotecnico in quanto Save the Sky non si pone come obiettivo quello di sostituirsi ai più comuni e diffusi software illuminotecnici, ma sono la base per un progetto illuminotecnico ottimizzato.

I risultati che verranno presentati sono frutto di alcuni studi presentati ai convegni QLight 2002 del Politecnico di Milano e Light Evolution 2003 all'Università di Ancona nonché in alcuni corsi di approfondimento regionali.

Sempre per evitare di parlare spiacevolmente di produttori e di fare pubblicità alcuna, chiameremo i corpi

Calcola
Risultati: Ottimizzazione dei Parametri di Progetto
 La potenza al metro permette di confrontare a parità di condizioni di progetto apparecchi con lampade di diverse potenze. Impotanti sono inoltre I_{max} e I_o
Parametri di Progetto: L_m = 1cd/m² U_o = 40 U_l = 50
 N. Risultati: 133
 L_m max +20% di L_m
 Stampa Help
 Esci
 Applica Filtro Vedi Tutto
 I_{max} I_o max I_o min

Altezza Sostegno	Sbraccio Sostegno	Inclinazione apparecchio	Luminanza media mant.	Uniformità generale	Uniformità longitudinale	Interdistanza MAX	Rapporto I _{max} /H _{palo}	Potenza al metro
[metri]	[metri]	[gradi]	I _m [cd/m ²]	U _o	U _l	I _{max} [metri]	I _o	I _p [W/m]
9	1	0	1.04	0.45	0.6	40.5	4.5	3.7
9	1.5	0	1.04	0.45	0.57	40.5	4.5	3.7
9	2	0	1.03	0.41	0.54	40.5	4.5	3.7
9	0.5	0	1.01	0.42	0.61	41	4.56	3.66
9	1	0	1.03	0.45	0.59	41	4.56	3.66
9	1.5	0	1.03	0.44	0.56	41	4.56	3.66
9	2	0	1.02	0.4	0.53	41	4.56	3.66
9	0.5	0	1	0.41	0.6	41.5	4.61	3.61
9	1	0	1.01	0.45	0.58	41.5	4.61	3.61
9	1.5	0	1.02	0.43	0.55	41.5	4.61	3.61
9	1	0	1	0.45	0.57	42	4.67	3.57
9	1.5	0	1	0.43	0.54	42	4.67	3.57

illuminanti (anche se sono reali con curve fotometriche certificate) con nomi di fantasia.

Supponiamo sempre:

- Corpo illuminante con vetro piano della potenza di 150W
- Strada a doppio senso di marcia di 7 metri di larghezza a 2 corsie, corrispondente alla categoria illuminotecnica 4 (L_m=1cd/m² U_g=0.4 U_l=0.5) e apparecchi illuminanti sul lato sinistro della carreggiata.

Progetto 1. Corpo Illuminante Pippo di produttore A

Altezza corpi: 8.5m Interdistanza: 43.5m Sbraccio=1m Rapporto I/A=5.12 Potenza installata/km= 3.45kW

Progetto 2. Corpo Illuminante Pluto di produttore A

Altezza corpi: 7.5m Interdistanza: 39m Sbraccio=0.5m Rapporto I/A=5.2 Potenza installata/km= 3.85kW

Progetto 3. Corpo Illuminante Paperino di produttore B

Altezza corpi: 11.5m Interdistanza: 44m Sbraccio=1.5m Rapporto I/A=3.8 Potenza installata/km= 3.41kW

Progetto 4. Corpo Illuminante Minni di produttore C

Altezza corpi: 8m Interdistanza: 33m Sbraccio=0.5m Rapporto I/A=4.12 Potenza installata/km= 5.9kW

Progetto 5. Corpo Illuminante Topolino di produttore D

Altezza corpi: 6.5m Interdistanza: 32m Sbraccio=1.5m Rapporto I/A=4.9 Potenza installata/km= 4.7kW

Progetto 6. Corpo Illuminante Paperoga di produttore E

Altezza corpi: 6m Interdistanza: 24m Sbraccio=-3.5m Rapporto I/A=4 Potenza installata/km= 7kW

Progetto 7. Corpo Illuminante Gastone di produttore F

Altezza corpi: 8m Interdistanza: 25.5m Sbraccio=1m Rapporto I/A=3.2 Potenza installata/km= 3.57kW

I relativi confronti non sono ancora una volta particolarmente corretti ma questo non è il nostro scopo, come non lo è (anche per motivi di pubblicità) il trovare quale sia il migliore apparecchio d'illuminazione del mercato italiano; lo scopo invece è fare alcune più utili considerazioni:

1- E' particolarmente difficile confrontare apparecchi d'illuminazione diversi in quanto lo si dovrebbe fare nelle stesse circostanze e con gli stessi parametri d'installazione ma in questo modo si favorirebbe l'apparecchio che meglio funziona in quella particolare configurazione. Le circostanze e le configurazioni di installazione sono molteplici e per ciascuna di esse si potrebbero avere corpi con caratteristiche assolutamente diverse fra loro che soddisfino il problema. In parole povere, un apparecchio che è il "migliore" (per modo di dire) nelle nostre ipotesi di calcolo potrebbe invece risultare il peggiore sotto altre ipotesi di calcolo.

RISULTATO: Ogni progetto ha un apparecchio che meglio si adatta alle circostanze e per questo motivo il progetto ottimale non è mai scontato, come non lo sono le prestazioni degli apparecchi d'illuminazione.

2- Nella nostra configurazione di calcolo, i primi due progetti sembrano quelli migliori anche se si diminuisce il rapporto I/A a scapito di uno sbraccio nullo. Il Progetto 3 presenta un corpo illuminante che, a parità di potenza installata, deve essere posto ad una altezza superiore ai precedenti sino a 3 a 4 metri più in alto ed ha un rapporto I/A di gran lunga inferiore (3.8) ma una potenza installata per chilometro paragonabile in quanto le interdistanze fra gli apparecchi sono molto elevate. RISULTATO: Indipendentemente dai costi di manutenzione ed installazione, oltre che dei maggiori problemi di dispersione di luce, il progetto 3 permette di conseguire gli stessi risparmi in termini di potenze installate per chilometro dei primi 2 progetti.

3- L'apparecchio del progetto 4, seppure posto ad analoghe altezze e sbracci dei Progetti 1 e 2 e soprattutto con ottimi valori I/A (4.12), di fatto in tale configurazione di calcolo consegue interdistanze da 6 a 10m minori, con conseguente aumento della potenza installata per chilometro di strada. RISULTATO: Il parametro I/A è molto indicativo ed esprime certamente una buona capacità di "illuminare" uniformemente una certa sezione di strada ma non è indicativo del risparmio che si può ottenere solo valutando anche il parametro della potenza installata al chilometro, che in questo caso è quasi doppia rispetto a quella dei progetti 1 e 2.

4- Il Progetto 5, se visto in termini di rapporto I/A, sembra veramente un ottimo progetto (4.9) però la ridotta altezza di installazione impone interdistanze ridotte circa pari a quelle del progetto 4. In questo caso però è necessario precisare come l'apparecchio in questione fosse una lanterna stradale in stile e quindi progettata per lavorare a basse altezze. Da questo punto di vista, trattandosi di progetto d'illuminazione stradale di arredo urbano, i risultati ottenuti sono comunque notevoli, con potenze installate molto buone ed inferiori anche a quelle del progetto 4. RISULTATO: anche in questo caso particolare, con apparecchi di arredo urbano, si possono ottenere risultati ottimi nonostante si continuino a vedere "palificate" in tutte le nostre città. Più in generale, abbiamo constatato con *Save the Sky* come spesso le migliori configurazioni di progetto siano ottenute con altezze dei supporti inferiori a quelle di consueto utilizzate (9,10,12m); i risultati conseguenti sono nettamente superiori a qualsiasi altro risultato ottenibile con tali corpi illuminanti ad altezze superiori. E' come se, in generale, sino ad ora non avessimo valorizzato le potenzialità di ciascun apparecchio d'illuminazione, pensando erroneamente che più in alto si mette un apparecchio più porzioni della strada illuminiamo.

5- Il progetto 6 sembra il peggiore in assoluto fra quelli presentati, in quanto le potenze installate per chilometro di strada sono quasi doppie rispetto a quelle dei progetti 1,2 e 3 nonostante il rapporto I/A

sia piuttosto buono (sui livelli del progetto 4) ma emerge un nuovo interessante risultato: la migliore condizione di installazione di questo apparecchio d'illuminazione si ottiene con sbraccio negativo di 3.5 m. Questo apparecchio è perciò sicuramente molto buono nelle non proprio così rare circostanze nelle quali sia necessario, per qualsiasi ragione, arretrare di molto l'apparecchio rispetto al ciglio della strada. **RISULTATI:** ripetendo quanto già detto in parte al punto 1, la varietà dei corpi d'illuminazione in commercio permette, se opportunamente valutata, di soddisfare ogni esigenza di progetto. Mai fossilizzarsi su un corpo illuminante, mai ritenere che un corpo illuminante sia migliore degli altri in ogni circostanza e soprattutto è buona norma procurarsi i dati fotometrici certificati di apparecchi di ogni tipo e di fornitori diversi per poter fare volta per volta le corrette valutazioni (che con Save the Sky sono veramente rapide ed alla portata di tutti)!

- 6- Il progetto 7 non c'entra nulla con gli altri in quanto non è paragonabile sia per la potenza utilizzata (90W) sia per il tipo di lampada utilizzata (Sodio Bassa Pressione). Mi è sembrato comunque doveroso ed interessante mostrare come un corpo illuminante progettato per alte potenze, con vano ottico di grandi dimensioni e vetro piano, possa essere adattato per ospitare lampade al sodio bassa pressione con risultati notevoli sia in termini di interdistanze (25.5m) e rapporto I/A (3.2) che di potenza installata per chilometro, paragonabile a quella dei progetti che ottengono il maggiore risparmio. **RISULTATO:** Escludendo le valutazioni sui costi di installazione e di successiva manutenzione, non è detto che le potenze per chilometro siano inferiori per apparecchi che permettono le interdistanze massime: talvolta analogo e superiore risultato si può ottenere con apparecchi dotati di lampade con potenza inferiore.

Indipendentemente dalle considerazioni appena espresse è necessario ricordare che:

- abbiamo considerato le condizioni ottimali di progetto per i corpi d'illuminazione considerati,
- tutti i risultati sono stati verificati e confermati con i programmi LiteStar, Relux e ExoExCalc,
- gli apparecchi sono comunque conformi alla LR17/00 ed alla LR10/02, con vetro piano e inclinazione dell'apparecchio nulla.

I risultati ottenuti con apparecchi di 6 produttori diversi permette di dire che in queste circostanze non è difficile raggiungere rapporti A/I superiori a 3 , con risultati talvolta di gran lunga superiori.

Queste non sono le uniche considerazioni che permettono di ottenere i risultati visti con Save the Sky. Proviamo a confrontare, sempre con beneficio d'inventario visto che i confronti in questo campo sono assolutamente poco appropriati, i risultati con 2 corpi illuminanti sul medesimo tipo di strada ma con potenze installate diverse.

Per tale studio utilizziamo per semplicità la configurazione stradale già vista, utilizzando gli apparecchi dei progetti 1 e 2, del medesimo produttore e con caratteristiche paragonabili (sebbene per applicazioni diverse) in quanto permettono di coprire con il primo le potenze di 70, 100 e 150W e con il secondo di 150, 250 e 400W.

Altezza Sostegno [m]	Sbraccio [m]	Lm [cd/m ²]	UI	Uo	Interdistanza [m]	I/A	Pmin [W/km]	Pali x km [N°]
Pippo 70W								
5	0.5	1.02	0.4	0.57	18	3.6	3.9	56
Pippo 100W								
7	1	1.01	0.46	0.65	30.5	4.36	3.28	33
8	0.5	1.01	0.46	0.76	28	3.5	3.57	36
Pippo 150W								
7.5	0	1.01	0.4	0.53	41.5	5.47	3.66	25
7.5	0.5	1.04	0.41	0.51	41	5.53	3.61	25
Pluto 150W								
7.5	0	1.01	0.43	0.53	44.5	5.93	3.37	23
Pluto 250W								
11	0.5	1.06	0.54	0.5	56	5.09	4.46	18
Pluto 400W								
15.5	0.5	1.01	0.55	0.5	71.5	4.51	5.59	14

Considerazioni (premesso sempre che queste sono le migliori condizioni ottenibili con tali apparecchi nelle configurazioni di progetto prescelte):

- 1- Dal punto di vista del rapporto I/A l'apparecchio migliore è Pluto da 150W, con il suo valore di 5.93, ed una interdistanza fra gli apparecchi di 44.5 metri. Un altro aspetto da osservare è che quest'apparecchio normalmente viene utilizzato almeno a 9,10 metri d'altezza mentre le sue prestazioni migliori si ottengono a 7.5 metri d'altezza. Esaminando il calcolo con Save the Sky si vede come a 9 metri d'altezza le massime prestazioni si ottengano con I/A di 4.33 (inferiore al valore trovato con una l'altezza di 7,5 m) ma soprattutto ponendo i corpi ad una distanza fra loro di 39 metri, ben 5 metri meno che nella situazione ottimale.
- 2- Dal punto di vista della potenza installata per chilometro di strada, l'impianto che sicuramente permette il massimo risparmio energetico è quello realizzato con Pippo da 100W, con corpo illuminante posto a 7 metri d'altezza. Ancora una volta bisogna notare come posizionando l'apparecchio Pippo ad una altezza maggiore (8m) si ottenga una diminuzione dell'interdistanza massima d'installazione di oltre 2 metri e, soprattutto, diminuisca moltissimo il rapporto I/A (da 4.36 a 3.3) con un aumento della potenza installata per km. La seconda migliore configurazione di minima potenza installata per km è quella di Pluto 150W che però detiene il miglior rapporto I/A. Per concludere può essere interessante guardare quanti sostegni sono necessari per chilometro di strada: con Pippo da 100W (33) e con Pluto 150W (23). Essendo quindi la potenza installata per chilometro quasi identica fra i due corpi illuminanti il progetto che permette maggiori risparmi è quello con Pluto 150W per il quale servono, in queste circostanze, ben 10 sostegni meno che con Pippo 100W.
- 3- Dal punto di vista del numero di sostegni e dell'interdistanza l'apparecchio migliore è sicuramente Pluto da 400W (seguito da Pluto 250W) con un interdistanza fra i sostegni pari a 71.5m ed un numero di sostegni per chilometro paria 14. Apparentemente sembra che tale apparecchio permetta di raggiungere le condizioni di installazione migliori; sono però evidenti i seguenti logici inconvenienti:
 - Posizione d'installazione 15.5 metri di altezza,
 - Potenza installata per chilometro di strada quasi doppia rispetto alle migliori situazioni riscontrate, Vi è inoltre un altro meno evidente problema ma di gran lunga il più importante: le potenze installate sono eccessive (lo evidenzia anche la Pmin), logica conseguenza di un pessimo fattore di utilizzo del flusso luminoso (solo una minima parte illumina la strada, il resto essendo inutilmente disperso nell'ambiente). *Save the Sky* non è al momento in grado di fornire questo importante parametro; nei successivi sviluppi si vedrà come implementare in tal senso il *software*. E' comunque assurdo utilizzare lampade da 250 e 400 W per strade a 2 corsie da soli 7 metri di larghezza.

Questo ultimo punto, a nostro modesto parere, sembra il più interessante di tutti in un'ottica di ottimizzazione e per fugare qualsiasi dubbio interpretativo sui fini della mia azione e di *Save the Sky*. Lo scopo cui aspiro è:

- dare un'informazione e trovare un parametro che faccia capire quale apparecchio, oltre ad possedere le più elevate prestazioni nelle condizioni d'installazione, riversi la maggior parte del flusso luminoso sul percorso stradale,
- definire un parametro, denominabile Fattore di qualità Illuminotecnica (Fqi), che permetta di classificare gli apparecchi d'illuminazione per classi di prestazioni illuminotecniche.

Questo fa parte delle prossime versioni di *Save the Sky*; per il momento ci è sufficiente aver fornito un valido strumento di ottimizzazione illuminotecnica, già molto apprezzato (ad esempio è stato scaricato da oltre 800 progettisti nel sito www.ingegneri.info). Ci gratifica soprattutto avere dimostrato come con vetro piano e senza inclinare l'apparecchio d'illuminazione stradale si possano ottenere prestazioni di gran lunga superiori a quelle quotidianamente adottate dai progettisti di tutta Italia con apparecchi inclinati ed a vetro curvo o prismatico.

Per scaricare *Save the Sky* da internet collegarsi al sito:
<http://www.vialattea.net/bonata/stsky.htm>