



ANAS S.p.A.

DIREZIONE REGIONALE PER LA SICILIA

PA17/08

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 - Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121

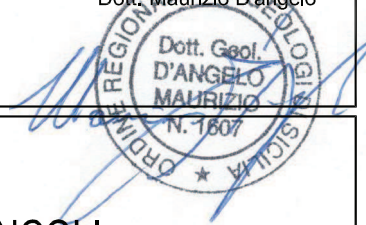
Bolognetta S.c.p.a.

Contraente Generale:
Ing. Pierfrancesco Paglini

Il Responsabile Ambientale:
Dott. Maurizio D'Angelo

- PERIZIA DI VARIANTE N.2 -

BOLOGNETTA S.c.p.a.



Titolo elaborato:

IMPIANTI TECNOLOGICI E ILLUMINAZIONE DEGLI SVINCOLI RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA

Codice Unico Progetto (CUP): F41B03000230001

Codice elaborato:	OPERA	ARGOMENTO	DOC. E PROG.	FASE	REVISIONE
PA17/08	PE	IE	RT01	5	0

CARTELLA:	FILE NAME:	NOTE:	PROT.	SCALA:
1 2	PEIERT01_50_4137.pdf	1=1	4 1 3 7	-
5				
4				
3				
2				
1				
0	PRIMA EMISSIONE		Marzo 2017	P. Li Castri S. Fortino D. Tironi
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO VERIFICATO APPROVATO

Progettista :

Il Progettista Responsabile
Ing. Pietro Li Castri

Il Geologo
Dott. Stefano Ferro

Il Coordinatore per la Sicurezza
in fase di esecuzione:
Ing. Francesco Cocciante

Il Direttore dei Lavori:
Ing. Sandro Favero



Il Coordinatore per la sicurezza
in fase di Esecuzione
Ing. Francesco Cocciante

Il Direttore dei Lavori
Ing. Sandro Favero

ANAS S.p.A.

DATA: _____ PROTOCOLLO: _____

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

CODICE PROGETTO LO410C E 1101

Dott. Ing. Ettore de Cesbron de la Grennelais

INDICE

1	PREMESSA.....	2
1.1	INTERVENTI PREVISTI	2
1.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
2	PROGETTO ILLUMINOTECNICO.....	4
2.1	CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI INGRESSO	5
2.2	CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI PROGETTO E DI ESERCIZIO	6
2.3	DATI DI PROGETTO.....	7
2.4	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE NEI SOTTOPASSI E NELLA GALLERIA	8
2.5	CALCOLI ILLUMINOTECNICI.....	8
3	IMPIANTI ELETTRICI.....	8
3.1	PROTEZIONI CONTRO I CONTATTI INDIRETTI	9
3.2	PROTEZIONI CONTRO LE SOVRACORRENTI.....	9
3.3	QUADRI ELETTRICI	9
3.4	TUBAZIONI PORTACAVI	9
3.5	IMPIANTO DI PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE.....	10
4	INTERVENTO DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO.....	10

1 PREMESSA

La presente relazione è parte integrante della revisione del progetto delle opere impiantistiche elettriche e speciali relative ai *“Lavori di ammodernamento del Tratto Palermo – Lercara Friddi, lotto funzionale dal km. 14,4 (km 0,0 del lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km 33,6 del lotto 2 – svincolo Manganaro incluso), compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS. N.121”*.

Tale revisione nasce sia come adeguamento normativo in virtù soprattutto della nuova norma UNI11248 in vigore dal novembre del 2016, sia come ammodernamento tecnologico al fine di ridurre sensibilmente i costi di gestione dovuti all'energia e alla manutenzione.

La relazione è suddivisa in tre parti: la prima, denominata *progetto Illuminotecnico*, contiene le informazioni specialistiche in accordo con la norma UNI 11630, la seconda, denominata *progetto elettrico*, contiene le informazioni riguardo l'impianto elettrico di alimentazione degli svincoli e della galleria ed infine la terza, denominata *intervento di efficientamento energetico*, riporta i vantaggi, dal punto di vista economico e di ritorno dell'investimento, rispetto alla soluzione di progetto.

1.1 INTERVENTI PREVISTI

La presente relazione è relativa ai seguenti interventi:

- Svincolo Tumminia - da 2250 m a 2950 m
- Svincolo Ciminna – da 5080 m a 5560 m
- Svincolo Baucina – da 6300 m a 7060 m
- Svincolo Cefalà – da 9180 m a 9650 m
- Svincolo Mezzojuso – da 12800 m a 13150 m
- Svincolo Villafrati Sud – da 15500 m a 16200 m
- Svincolo Campofelice – da 17500 m a 18000 m
- Svincolo Vicari Nord – da 9180 m a 9650 m

- Nuovo Svincolo – da 21800 m a 22500 m
- Svincolo Vicari Sud – da 25384 m a 25910 m
- Galleria artificiale – da 31503 m a 31627 m
- Bivio Manganaro – da 33400 m a 34000 m

1.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per quanto attiene gli svincoli e la galleria sono state seguite le seguenti norme:

- UNI 11248 Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche - ed. novembre 2016
- UNI EN 13201-2 Illuminazione stradale - Requisiti prestazionali - ed. febbraio 2016
- UNI EN 13201-3 Illuminazione stradale - Calcolo delle prestazioni - ed. febbraio 2016
- UNI EN 13201-3 Illuminazione stradale – Metodi di misurazione - ed. febbraio 2016
- UNI 11095 Illuminazione delle gallerie stradali – ed. aprile 2013
- UNI 11630 Criteri per la stesura del progetto illuminotecnico - ed. marzo 2016

Per quanto riguarda il progetto elettrico sono state seguite le seguenti norme:

- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V e in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua – ed. giugno 2012
- CEI 64-20 Impianti elettrici nelle gallerie stradali – ed. agosto 2015
- CEI 0-21 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica – ed. luglio 2016

oltre ovviamente tutte le norme tecniche di prodotto che qui si devono intendere da rispettare.

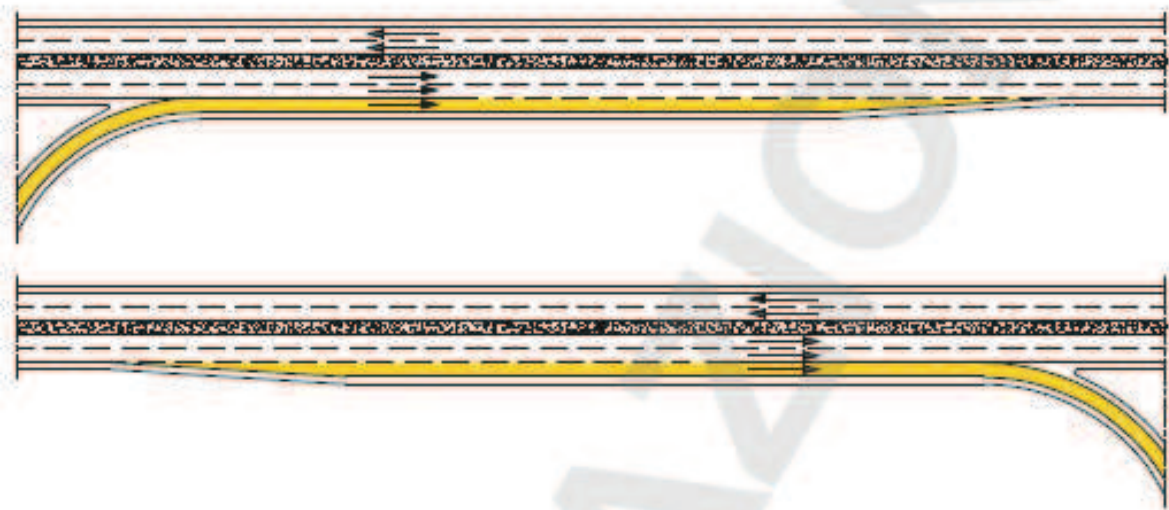
2 PROGETTO ILLUMINOTECNICO

La nuova norma UNI 11248, entrata in vigore nel novembre del 2016, ha meglio dettagliato l'analisi degli svincoli e delle rotatorie intese in generale come *zone di conflitto*.

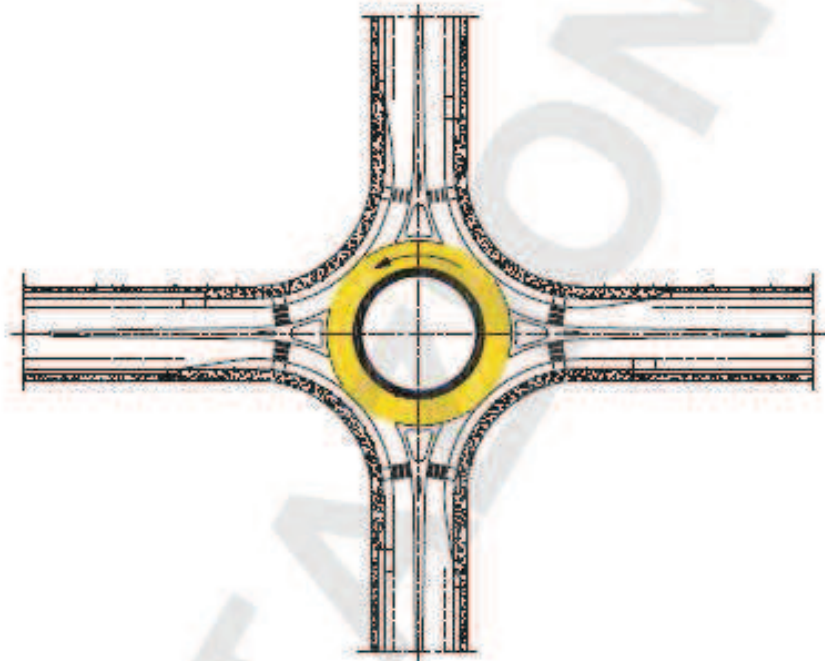
Le intersezioni lineari a raso, a livelli sfalsati o a rotatoria, per le loro caratteristiche geometriche e funzionali devono essere illuminate applicando le categorie illuminotecniche C (UNI EN 13201-2) integrate con i requisiti sull'abbagliamento dell'appendice C della UNI EN 13201-2:2016.

Per fare ciò è importante identificare correttamente la zona di studio, ovvero la zona che effettivamente deve essere considerata come zona di conflitto rispetto alla viabilità ordinaria. A seguire due esempi tratti proprio dalla norma UNI 11248 relativi ad una immissione in strada e ad una rotatoria:

figura A.1 Esempi di intersezioni lineari a raso con indicazione della zona di studio evidenziata



Esempio di intersezione a rotatoria con indicazione della zona di studio evidenziata



2.1 CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI INGRESSO

Per la valutazione delle categorie illuminotecniche di ingresso si farà riferimento al punto A.2.1.4 “strade di accesso non illuminate” e come categoria illuminotecnica di ingresso si sceglierà la maggiore tra le categorie illuminotecniche di ingresso previste per le strade di accesso se venissero illuminate.

La nuova norma UNI 11248 indica, al punto A.2.1, di trattare in via generale gli svincoli lineari e le rotatorie applicando le categorie illuminotecniche della serie C integrate con i requisiti sull’abbagliamento dell’appendice C della UNI EN 13201-2. La categoria esatta da scegliere è in relazione alla categoria della strada principale cui detti svincoli o rotatorie insistono, anche nel caso in cui tale strada non sia illuminata.

Nel caso in esame, secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792 la strada principale risulta essere una “*Strade extraurbane secondarie di tipo C1*” che corrisponde ad una categoria illuminotecnica di ingresso pari a M2.

Le rotatorie sono invece raggiunte dalle bretelle di collegamento alle strada principale e dalle strade extra secondarie, cui corrisponde ad una categoria illuminotecnica di ingresso pari a M3.

2.2 CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI PROGETTO E DI ESERCIZIO

Così come previsto dalla Norma, partendo dalla categoria di ingresso è necessario stabilire le categorie di progetto e quella di esercizio. La categoria illuminotecnica di progetto è valutata per la portata di servizio massima della strada, indipendentemente dal flusso orario di traffico effettivamente presente.

Le categorie illuminotecniche di esercizio sono derivate da quella di progetto considerando parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale, come, ad esempio, la variazione del traffico nel corso della giornata.

Per quanto attiene la categoria di progetto, in base alle indicazione fornite al punto 8.3 e al prospetto 2 della stessa norma, si è considerato il campo di visione migliorato grazie all'utilizzo degli apparecchi a LED che hanno un alto rapporto scotopico/fotopico ($>1,10$), il basso rischio di aggressione e la cospicua presenza di segnaletiche prima delle zone di conflitto. Partendo da queste considerazione è possibile ridurre la classe di ingresso di un valore compreso da 0 e 3: si è scelto di operare una riduzione pari a 1 portando la categoria illuminotecnica a M3 per la strada principale e M4 per le strade secondarie.

Per le intersezioni lineari, considerando un manto stradale con $0,05 < q_0 \leq 0,08$ (nei calcoli di progetto si è posto $q_0=0,07$) si perviene alla categoria illuminotecnica comparabile C3.

Per le intersezioni a rotatoria, facendo riferimento al punto A.3.1.3 "*rami di approccio illuminati*", si considererà una categoria illuminotecnica di livello superiore rispetto ai rami di accesso e , pertanto, si otterrà la categoria illuminotecnica C3.

Inoltre, per evitare il brusco passaggio da zone illuminate a zone non illuminate e viceversa, in accordo a quanto stabilito al punto A.2.1.4, si illumineranno le zone di transizione in modo tale da avere una zona ad illuminazione progressiva di lunghezza almeno pari allo spazio percorso in 3 s alla velocità massima prevista di percorrenza dell'intersezione; considerando una velocità di 90Km/h lo spazio suddetto sarà pari a circa 75m.

Per la categoria di esercizio, in base al punto 8.3 e al prospetto 3 della norma, si è valutato che durante le prime ore di accensione luce si possa mantenere la stessa categoria di progetto, mentre per le ore notturne, dopo la mezzanotte, in base ai rilevamenti sul traffico forniti da ANAS S.p.A.¹ si stima una riduzione del flusso orario di traffico <50% rispetto alla portata di servizio. In queste condizioni è possibile scendere la categoria illuminotecnica di 1.

2.3 DATI DI PROGETTO

Sulla base delle valutazioni fatte nel precedente paragrafo e facendo riferimento alla UNI EN 13201-2 (febbraio 2016) "Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali", si assumono come grandezze illuminotecniche per i calcoli di verifica, i seguenti valori:

Categoria	Grandezza		Valore
	Nome	Simbolo	
Categorie per le ore a flusso di traffico normale			
C3	Illuminamento medio minimo mantenuto	E_m	≥ 15
C3	Uniformità di illuminamento	U_0	$\geq 0,40$
Categorie per le ore a flusso di traffico ridotto			
C4	Illuminamento medio minimo mantenuto	E_m	≥ 10
C4	Uniformità di illuminamento	U_0	$\geq 0,40$

¹ Elaborato P00_IA35_AMB_SZ00_A: previsione media giornaliera 310 veicoli/ora per corsia. In ora di punta 521 veicoli/ora per corsia.

In accordo con quanto previsto dal punto A.2.3 per le intersezioni lineari e il punto A.3.3 per le rotatorie, non sarà necessario effettuare il calcolo dell'incremento di soglia in quanto i corpi illuminanti che si utilizzeranno sono classificati come G3.

2.4 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE NEI SOTTOPASSI E NELLA GALLERIA

Ai sensi della Norma UNI 11095 sia i sottopassi che la galleria artificiale oggetto della presente relazione sono definiti come "galleria corta" in quanto minore di 125m. In base al punto 5.5 della UNI 11095 in considerazione del fatto che la sezione di uscita è totalmente visibile dalla distanza di riferimento (che per 90km/h è pari a 138 m) e non è prevista presenza di animali e pedoni, si può limitare l'illuminazione a quella permanente. Per i sottopassi si manterrà l'illuminazione pari a quella della strada (ME3) mentre per la galleria, facendo parte di una strada non illuminata, l'illuminazione sarà pari a $1 \text{ cd} \times \text{m}^{-2}$ (Norma UNI 11095 punto 6.1).

2.5 CALCOLI ILLUMINOTECNICI

Sono stati predisposti i documenti relativi ai calcoli illuminotecnici per ogni svincolo.

Secondo quanto previsto dal punto A.3.2 essendo la disposizione degli apparecchi d'illuminazione regolare per l'intera corona, il campo di calcolo è stato limitato al settore di corona circolare compreso tra 2 apparecchi.

I calcoli sono stati redatti per mezzo del software DIAL GmbH ver. 4.13, validato all'interno dei "test cases" della CIE 171:2006.

3 IMPIANTI ELETTRICI

L'impianto elettrico è specifico per ogni svincolo e per la galleria; esso è composto da un quadro elettrico inserito su conchiglia stradale da cui si dipartono i cavidotti interrati per l'alimentazione di tutti i corpi illuminanti. Negli attraversamenti, nei sovravia o nei sottovia e nella galleria, laddove non sia possibile il passaggio interrato, si ricorrerà alle canaline a vista di tipo metallico.

Tutti gli impianti saranno completamente in classe II, garantendo una maggiore affidabilità e sicurezza intrinseca.

3.1 PROTEZIONI CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

La protezione contro i contatti indiretti sarà realizzata mediante componenti elettrici di classe II o isolamento equivalente (Art. 714.413.2 della Norma CEI 64-8).

Saranno quindi impiegati solo componenti di classe II, o comunque componenti privi di masse (totalmente isolati). I cavi saranno a doppio isolamento, isolati per una tensione pari a 1kV.

3.2 PROTEZIONI CONTRO LE SOVRACORRENTI

La linea monofase è protetta con un interruttore onnipolare, potere di cortocircuito 6kA e corrente nominale adeguata (riportata nell'elaborato del quadro elettrico relativo allo svincolo), posto sul quadro di comando. La singola derivazione è protetta da fusibili sulla morsettiera.

Il circuito è trifase e comprende linee e derivazioni con cavi e formazioni diverse, che sono riportate in apposito elaborato. La derivazione ad ogni lampada è effettuata con cavo FG7OR 0,6/1kV, sezione 2x2,5 mm², che ha una portata pari a $I_z=30A$ ed è protetta *ad abundantiam* dal fusibile in morsettiera.

3.3 QUADRI ELETTRICI

Per l'alimentazione degli svincoli e della galleria saranno realizzati quadri elettrici di tipo a "conchiglia" da collocare a bordo strada ed alimentati direttamente in bassa tensione.

Ogni quadro è costituito un armadio a due scomparti in vetroresina.

Nel vano superiore saranno allocate le apparecchiature di protezione e di controllo, composte da un interruttore magnetotermico, un contattore di potenza comandato da interruttore astronomico con selettore automatico-manuale e protetto da fusibile e tre interruttori magnetotermici per la protezione delle singole fasi. I quadri avranno un grado di protezione IP54.

Nel vano sottostante troveranno posto le apparecchiature di misura dell'ente gestore.

3.4 TUBAZIONI PORTACAVI

La tubazione portacavi sarà in PVC di tipo 450 o 750, senza protezione meccanica supplementare. Saranno interrati ad una profondità di 0,5m con diametro esterno 110mm.

Alla base del palo sarà realizzato un pozzetto, dimensioni interne 40x40 cm con chiusino in ghisa di tipo carrabile; nel pozzetto sono effettuate le giunzioni dei cavi e le derivazioni in morsettiera.

3.5 IMPIANTO DI PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE

Secondo quanto indicato nella Norma CEI 64-8 art. 714.35, la protezione dei sostegni contro i fulmini non è necessaria.

3.6 PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER LA GALLERIA

In accordo con quanto stabilito dalla Norma CEI 64-20 l'alimentazione della galleria avverrà attraverso canalina metallica in acciaio inox AISI 304, staffata a parete. Ai sensi dell'art. 6.7 della Norma CEI 64-20 le derivazioni saranno realizzate per mezzo di cassette di derivazione in tecnopolimero rinforzato a perforazione di isolante per cavi unipolari con presa per circuiti ordinari IP66.

I cavi saranno del tipo non propagante l'incendio e a bassa emissione di fumi tossici (FG7-M1) unipolari di sezione 4 mm².

Il Quadro elettrico è posto al di fuori della galleria e pertanto non rientra nelle indicazioni del punto 6.4 della Norma.

4 INTERVENTO DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO

Il presente progetto di revisione tende ad introdurre l'uso dei corpi illuminati LED e dei regolatori di flusso integrati al fine di ridurre i costi per l'energia e per la manutenzione.

Il regolatore di flusso sarà integrato in ogni singolo apparecchio illuminante e agirà sul driver dello stesso, secondo una logica preimpostata che riduce il flusso del 30%² intorno alle ore 24.

A seguire sono riportate le configurazioni di progetto con l'uso di lampade SAP da 150W (lampada 150W + Acceditore 22W) permanentemente accese:

² Corrisponde mediamente ad una categoria illuminotecnica

	Numero apparecchi	Potenza singolo apparecchio [kW]	Potenza Totale [kW]
Svincolo Tumminia	52	0,172	8,94
Svincolo Ciminna	43	0,172	7,40
Svincolo Baucina	50	0,172	8,60
Svincolo Cefalà	55	0,172	9,46
Svincolo Mezzojuso	39	0,172	6,71
Svincolo Villafrati Sud	50	0,172	8,60
Svincolo Campofelice	60	0,172	10,32
Svincolo Vicari Nord	49	0,172	8,42
Nuovo Svincolo	40	0,172	6,88
Svincolo Vicari Sud	55	0,172	9,46
Bivio Manganaro	54	0,172	9,29
	547	Potenza totale	94,08

Con il nuovo progetto e le nuove categorie illuminotecniche il nuovo quadro di insieme è il seguente:

	Numero apparecchi	Potenza singolo apparecchio [kW]		Potenza Totale [kW]	
		Ante 12 p.m.	Post 12 p.m.	Ante 12 p.m.	Post 12 p.m.
Svincolo Tumminia	49	0,140	0,10	6,86	4,80
Svincolo Ciminna	44	0,140	0,10	6,16	4,31
Svincolo Baucina	49	0,140	0,10	6,86	4,80
Svincolo Cefalà	55	0,140	0,10	7,70	5,39
Svincolo Mezzojuso	41	0,140	0,10	5,74	4,02
Svincolo Villafrati Sud	46	0,140	0,10	6,44	4,51
Svincolo Campofelice	54	0,140	0,10	7,56	5,29
Svincolo Vicari Nord	47	0,140	0,10	6,58	4,61
Nuovo Svincolo	36	0,140	0,10	5,04	3,53
Svincolo Vicari Sud	52	0,140	0,10	7,28	5,10
Bivio Manganaro	55	0,140	0,10	7,70	5,39
	528		Potenza totale	73,92	51,74

Da quanto sopra considerando l'attuale costo del kilowattore pari a 0,29 €/kWh ed in considerazione delle ore convenzionali di accensione e spegnimento per la fascia geografica centrale³ indicate nella Delibera n.52/04 dell'*Autorità Nazionale per l'energia ed il gas* si ottiene:

Energia		ore Full	Ore Half	giorni	Costo energia	Costo annuo
Potenza Progetto	94,08 kW	4.493	0	365	0,29	€ 122.587,96
Potenza Revisione	73,92 kW	1.811	2.681	365	0,29	€ 79.052,49
Risparmio annuo						€ 43.535,47

Da quanto sopra si evince come il solo passaggio dalla tecnologia SAP a quella LED e l'applicazione della nuova Normativa sulla classificazione stradale porta ad un risparmio pari a 21% (94,08 kW contro i 73,92 kW installati nelle due configurazioni) che raggiunge il 35% con l'uso del regolatore di flusso integrato nelle ore tra la mezzanotte e l'ora convenzionale di spegnimento. Oltre a questo si prevede anche un risparmio sulla manutenzione ordinaria in quanto l'aspettativa di vita media delle lampade SAP è di circa 30.000 ore contro le 60.000 ore delle lampade a tecnologia LED.

³ fascia geografica centrale è l'insieme delle regioni Abruzzo, Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia, Lazio, Marche, Sicilia, Toscana, Trentino Alto Adige, Umbria e Veneto