



Committente: **STARGEST SRL**

Oggetto: **Pubblica Illuminazione Piano Urbanistico
Attuativo AREA IN VIA ASIAGO**

Comune di: **CASTELLO DI GODEGO**

Provincia di: **TREVISO**

RELAZIONE TECNICA

APRILE 2022



Il Tecnico

1. OGGETTO DEL PROGETTO



La presente relazione tecnica si riferisce alla progettazione definitiva ed esecutiva per **lavori illuminazione pubblica in via Asiago** del Comune di CASTELLO DI GODEGO (TV), al rispetto degli standards di sicurezza ed al contenimento dell'inquinamento luminoso.

2. NORME, LEGGI E REGOLAMENTI DI RIFERIMENTO

Tutti gli impianti, i materiali e le apparecchiature devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalla Legge n. 186 del 1/3/1968 e conformi a:

Leggi:

- Legge Regionale n. 17 del 2009 e s.m.i. "Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico";
- Legge n. 9 del 01/1991 "Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale";
 - Legge n. 10 del 09/01/1991 "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia";
- D.Lg.s n. 285 del 30/04/1992 : "Nuovo Codice della Strada";
- DPR 495/92: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada";
 - D.lgs. 360/93 : "Disposizioni correttive ed integrative del Codice della Strada" approvato con Decreto legislativo n. 285 del 30/04/1992;
- DPR 503/96: "Norme sulla eliminazione delle barriere architettoniche";
 - DM 5/11/2001: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione, il controllo e il collaudo delle strade, dei relativi impianti e servizi";
 - D.M. 12/04/95 Suppl. ordinario n.77 alla G.U. n.146 del 24/06/95 "Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani Urbani del traffico".
- Legge n. 120 del 01/06/2002: "Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l' 11 dicembre 1997";
- D.lgs. 25/07/2005, n. 151 "Attuazione delle direttive 2002/95/CE, 2002/96/CE e 2003/108/CE, relative alla riduzione dell'uso di sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche, nonché allo smaltimento dei rifiuti".
- D.lgs. 09.04.2008, n. 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- D.lgs. 03.08.2009, n. 106 Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- Legge 1/03/1968 n° 186: Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;



- DPR 462/01 Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi

- Decreto 22 Febbraio 2011 Attuazione dei criteri ambientali minimi da inserire nei bandi di gara della Pubblica amministrazione per l'acquisto dei seguenti prodotti: resili, arredi per ufficio, illuminazione pubblica, apparecchiature informatiche.

Norme:

- Norma UNI 11248: "Illuminazione stradale: selezione delle categorie illuminotecniche";
- Norma UNI EN 13201-1: "Illuminazione stradale – Parte 1 Selezione delle classi di illuminazione";
- Norma UNI EN 13201-2: "Illuminazione stradale – Parte 2 Requisiti prestazionali";
- Norma UNI EN 13201-3: "Illuminazione stradale – Parte 3 Calcolo delle prestazioni";
 - Norma UNI EN 13201-4: "Illuminazione stradale – Parte 4 Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche";
- Norma UNI EN 40: "Pali per illuminazione pubblica";
- Norma UNI 10671: "Misurazione dei dati fotometrici e presentazione dei risultati";
- Norma UNI 11431: "Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso";
 - Norma UNI 11356: "Luce e illuminazione – Caratterizzazione fotometrica degli apparecchi di illuminazione a LED";
- Norme CEI 34: "Apparecchiature di alimentazione ed apparecchi d'illuminazione in generale";
- Norma CEI 34-33: "Apparecchi di illuminazione. Apparecchi per l'illuminazione stradale";
- Norma CEI 11-4: "Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne";
 - Norma CEI 11-17: "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo";
- Norma CEI EN 50262 Classif. (CEI 20-57): "Pressacavo metrici per installazioni elettriche";
 - Norma CEI EN 60598-1 Classif. (CEI 34-21): "Apparecchi di illuminazione. Parte I: Prescrizioni generali e prove";
 - Norma CEI EN 60598-2-3 Classif. (CEI 34-33): "Apparecchi di illuminazione. Parte II: Prescrizioni particolari Apparecchi per illuminazione stradale";
 - Norma CEI EN 60825-1 Classif. (CEI 76-2): "Sicurezza degli apparecchi laser. Parte 1: Classificazione delle apparecchiature, prescrizioni e guida per l'utilizzatore";
 - Norma CEI EN 61547 Classif. (CEI 34-75): "Apparecchi per illuminazione generale –



Prescrizioni di immunità";

- Norma CEI EN 61347 – 1+A1 Classif. (CEI 34-90): "Unità di alimentazione di lampada. Parte 1: Prescrizioni generali e di sicurezza";
- Norma CEI EN 61347–2-13 Classif. (CEI 34-115): "Unità di alimentazione di lampada. Parte 2-13: Prescrizioni particolari per unità di alimentazione elettroniche alimentate in corrente continua o in corrente alternata per moduli LED";
- Norma CEI EN 62031 Classif. (CEI 34-118): "Moduli LED per illuminazione generale – Specifiche di sicurezza";
- Norma CEI EN 62384+A1 Classif. (CEI 34-116+V1): "Alimentatori elettronici alimentati in corrente continua o alternata per moduli LED – Prescrizioni di prestazione";
- Norma CEI EN 62471 Classif. (CEI 76-9): "Sicurezza fotobiologica di lampade e sistemi di lampade";
 - Norma CEI 76-10: "Sicurezza fotobiologica delle lampade e dei sistemi di lampada – parte 2: Guida ai requisiti costruttivi relativi alla sicurezza da radiazione ottica non laser";
- Norma CEI EN 50102 (CEI 70-3): "Gradi di protezione contro gli urti (Codice IK)";
 - Norma CEI EN 60998 (CEI 23-20): "Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per usi domestici o similari";
 - Norma CEI EN 60838-2-2 Classif. (CEI 34-112): "Portalampade eterogenei Parte 2-2: Prescrizioni particolari – Connettori per moduli LED";
- Norma CEI EN 60529 (CEI 70-1): "Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)";
 - Norma CEI EN 61439-1 Classif. (CEI 17-13): "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)";
- Norma CEI EN 61984 (CEI 48-70): "Connettori. Prescrizioni di sicurezza e prove";
 - Norma CEI EN 61000-3-2+A1/A2 Classif. CEI 110-31+V2: "Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-2: Limiti per le emissioni di correnti armoniche (apparecchiature con corrente di ingresso \leq 16 Ampere per fase);
 - Norma CEI EN 61000-3-3 Classif. CEI 210-96: "Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-3: Limiti delle variazioni di tensione, fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale \leq 16 Ampere per fase e non soggette ad allacciamento su condizione";
 - Norma CEI EN 62262 Classif. CEI 34-139: "Apparecchiature di illuminazione – Applicazione del codice 1K";
 - Norma CEI EN 55015+A1 Classif. CEI 110-2+V1: "Limiti e metodi di misura delle caratteristiche di radiodisturbo degli apparecchi di illuminazione elettrici e degli apparecchi analoghi";
- Norma CEI 64-8: "Esecuzione degli impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000 V";



nonché tutte le Leggi e Norme in vigore.

3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO SPECIFICHE E DI DETTAGLIO

Generalità.

Per la corretta definizione degli interventi progettuali occorre prima di tutto fissare i livelli di illuminamento necessari per la sicurezza dei cittadini e del traffico veicolare. Detti livelli sono contenuti nella Norma UNI EN 13201, che specifica i requisiti prestazionali per ogni categoria illuminotecnica e rilevati dal PCIL del Comune di CASTELLO DI GODEGO.

Le operazioni per l'identificazione della corretta categoria illuminotecnica sono contenute nella Norma UNI 11248.

Di seguito si riportano alcune indicazioni di carattere generale per la definizione della categoria illuminotecnica di riferimento per l'analisi dei rischi, della categoria illuminotecnica di progetto e di esercizio.

Classificazione viaria.

Nella tabella seguente (tratta dal DM 5 novembre 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade") vengono riportati gli elementi utili per definire la tipologia di strada.



	TIPO SECONDO IL CODICE	AMBITO TERRITORIALE	DENOMINAZIONE	CATEGORIE DI TRAFFICO													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
				PEDONI	ANIMALI	VEICOLI A BRACCIA E A TRAZIONE ANIMALE	VELOCIPEDI	CICLOMOTORI	AUTOVETTURE	AUTOBUS	AUTOCARRI	AUTOTRENI AUTOPARTICOLATI	MACCHINE OPERATRICI	VEICOLI SU ROTINA	SOSTA DI EMERGENZA	SOSTA	ACCESSI PRIVATI DIRETTI
AUTOSTRADA	A	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE	○	○	○	○	○	○	◆	◆	◆	◆	○	□	○	no
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	□	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	□	○
	URBANO	STRADA PRINCIPALE	○	○	○	○	○	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	□	○	no
		STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	○	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	□	○	si
EXTRAURBANA PRINCIPALE	B	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE	○	○	○	○	○	◆	◆	◆	◆	◆	○	◆	○	no
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	□	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	◆	□
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	EXTRAURBANO		□	□	◆	◆□ (1)	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	◆	□	si
URBANA DI SCORRIMENTO	D	URBANO	STRADA PRINCIPALE	○	○	○	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	◆	○	no
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	○	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	□	◆	□
URBANA DI QUARTIERE	E	URBANO		○	◆	◆	◆□ (1)	◆	◆	◆	◆	◆	◆	□	◆◆	□	si
LOCALE	F	EXTRAURBANO		□	◆	◆	◆□ (1)	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	□	□	si
		URBANO	○	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	◆	□	□	si	

○ non ammessa in piattaforma (3)

◆ in carreggiata

NOTE:

(1) vale se è presente una pista ciclabile.

(2) qualora le categorie 7 e 11 debbano essere ammesse, le dimensioni delle corsie e la geometria dell'asse vanno commisurate con le esigenze dei veicoli appartenenti a tali categorie.

(3) quando è presente una strada di servizio complanare, caso in cui la piattaforma delle due strade (principale e servizio) è unica, la non ammissibilità sulla strada principale è da intendersi limitata alla sola parte di piattaforma che la riguarda.

□ esterno alla carreggiata (in piattaforma)

◆ parzialmente in carreggiata

Classificazione illuminotecnica.

A seguito dell'individuazione della tipologia di strada e del limite di velocità del traffico veicolare, si definisce la categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi.

La procedura per la definizione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi ha inizio con la suddivisione delle strade in una o più zone di studio con condizioni omogenee dei parametri di influenza. Per ogni tratto omogeneo segue l'identificazione della tipologia di strada, attraverso i dati geometrici e funzionali propri della strada.

Nella tabella seguente vengono riportate le categorie illuminotecniche di ingresso per l'analisi dei rischi:

UNI 11248: INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI INGRESSO PER L'ANALISI DEI RISCHI

La valutazione della categoria illuminotecnica di progetto segue le indicazioni riportate nella norma UNI 11248.

Per l'individuazione dell'indice di categoria illuminotecnica di progetto si deve procedere con l'analisi dei rischi, mediante la valutazione dei parametri di influenza, seguendo la tabella sotto riportata.



Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Condizioni non conflittuali	1
Flusso di traffico <50% rispetto alla portata di servizio	
Flusso di traffico <25% rispetto alla portata di servizio	2
Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali	1
Assenza di pericolo di aggressione	1
Assenza di svincoli e/o intersezioni a raso	1
Assenza di attraversamenti pedonali	1

Partendo dall'indice di categoria illuminotecnica di ingresso si devono valutare i parametri di influenza più significativi, applicando un fattore massimo di riduzione pari ad una categoria illuminotecnica, salvo per flussi di traffico inferiori al 25% rispetto alla portata di servizio.

La categoria illuminotecnica derivante dovrà necessariamente ricadere in una di quelle prestabilite riportate di seguito.

La categoria illuminotecnica di progetto deve essere valutata per la portata di servizio della strada, indipendentemente dal flusso di traffico effettivamente presente.

Vi sono inoltre alcune condizioni che suggeriscono l'adozione di provvedimenti integrativi dell'illuminazione, ad esempio quelli elencati nel prospetto sottostante.

Condizione	Rimedio
Prevalenza di precipitazioni meteoriche	Ridurre l'altezza e l'interdistanza tra gli apparecchi di illuminazione e l'inclinazione massima delle emissioni luminose rispetto alla verticale in modo da evitare il rischio di riflessioni verso l'occhio dei conducenti degli autoveicoli
Riconoscimento dei passanti	Verificare che l'illuminamento verticale all'altezza del viso sia sufficiente
Luminanza ambientale elevata (ambiente urbano)	Adottare segnali stradali attivi e/o fluorifrangenti di classe adeguata
Elevata probabilità di mancanza di alimentazione	
Elevati tassi di malfunzionamento	
Curve pericolose in strade con elevata velocità degli autoveicoli	
Presenza di rallentatori di velocità	
Attraversamenti pedonali in zone con flusso di traffico e/o velocità elevate	Illuminare gli attraversamenti pedonali con un impianto separato e segnalarli adeguatamente
Programma di manutenzione inadeguato	Ridurre il fattore di manutenzione inserito nel calcolo illuminotecnico

Si riportano di seguito i limiti prestazionali definiti per le diverse categorie illuminotecniche.

Requisiti illuminotecnici per la categoria ME: traffico motorizzato, velocità superiore a 30 km/h.



Rete viaria e classificazione illuminotecnica di progetto.

Nella progettazione definitiva-esecutiva sono state individuate le zone omogenee per ciascuna strada di intervento. Per ciascuna zona omogenea si è proceduto alla valutazione della categoria illuminotecnica di ingresso e di progetto, secondo i dettami della Norma UNI 11248.

Essendoci la necessità di definire un parametro di qualità minima del servizio relativa all'impianto riqualificato, per garantire una prestazione di risparmio che consenta di ridurre la spesa energetica, si è provveduto ad identificare una classificazione illuminotecnica di progetto per la rete viaria. La classificazione illuminotecnica derivata dall'analisi dei rischi come da UNI 11248 diventa elemento vincolante nella costruzione dell'impianto.

4. MODALITA' OPERATIVA

Premesse relative alla progettazione dell'impianto.

L'evoluzione dei sistemi di illuminazione a LED ha permesso nei prodotti più recenti di sostituire con i prodotti tradizionali a scarica (sodio e JM). La raggiunta maturità del prodotto, confermata dalla drastica riduzione dei costi di acquisto e dall'efficienza delle sorgenti, arrivata a 140 - 160 lm/W, unitamente alla disponibilità di ottiche performanti e facilmente adattabili alle più svariate geometrie stradali, ha reso praticabile l'utilizzo del LED nell'illuminazione pubblica.

I vantaggi rispetto alla soluzione al sodio si possono così riassumere: - accensione istantanea;

- luce bianca con elevata resa di colore;
- guadagno di efficienza della sorgente luminosa durante la regolazione; - riduzione delle reti dorsali;
- minore costo della manutenzione ordinaria.

I principali svantaggi si possono riassumere: - maggiore costo iniziale; - sensibilità maggiore alle sovratensioni;

- manutenzione straordinaria più costosa.

La progettazione accurata dell'impianto di illuminazione permette di attenuare gli svantaggi derivati dalle soluzioni a LED. Il maggior costo iniziale può essere compensato da un minor consumo elettrico; la sensibilità alle sovratensioni può essere contenuta con un'adeguata scelta dei componenti e con soluzioni impiantistiche nella protezione dai contatti indiretti che permettono il funzionamento corretto degli apparecchi di protezione contro le sovratensioni.



Per il contenimento della manutenzione straordinaria è necessario agire sulla scelta degli apparecchi da installare, privilegiando prodotti di costruttori noti ed affermati, scegliendo armature non sigillate in fabbrica, ma che diano la possibilità di sostituire i gruppi LED, le ottiche e i componenti di alimentazione.

Modalità operativa.

Gli interventi previsti per l'ottenimento del risparmio energetico sugli impianti del comune di CASTELLO DI GODEGO sono di seguito elencati:

1) Illuminazione pubblica:

Sostituzione di tutte le sorgenti luminose con apparecchiature a Led e conseguente riduzione della potenza elettrica installata, procedendo nel seguente modo:

- Corretta valutazione della qualità del servizio suddividendo il territorio in zone omogenee di studio e conducendo per ciascuna zona una valutazione del rischio ai sensi della Norma UNI 11248, attribuendo così le categorie illuminotecniche di PROGETTO corrette per ogni zona considerata;
 - Calcoli illuminotecnici approfonditi per ciascuna zona omogenea per garantire le migliori performance illuminotecniche, una accurata scelta delle ottiche e **le minori potenze** da impiegare nella riqualificazione;
 - Scelta delle migliori apparecchiature con elevati rendimenti, sia sulla conversione della energia elettrica in luce, sia della performance delle ottiche;
 - Utilizzo di apparecchi con bassi fattori di manutenzione, ai sensi della norma CIE 154:2003, che permettano il mantenimento delle prestazioni illuminotecniche nel tempo.
- 2) Sistema di regolazione stand-alone del sistema illuminante che permetta:
- una regolazione definita per ogni zona, ricercando il livello massimo di riduzione compatibile con le geometrie della strada e la consistenza dell'impianto e la circolazione del traffico stradale;
 - una riduzione dei costi operativi e di installazione, essendo la funzione stand-alone con mezzanotte virtuale già compresa normalmente negli alimentatori per sistemi a led.
- 3) Scelta dei componenti costituenti l'impianto di illuminazione a led nel rispetto del Decreto del Ministero dell'Ambiente 23 dicembre 2013 Linea di azione PAN GPP "Criteri ambientali minimi".

Analisi degli interventi previsti per il rifacimento dell'impianto di illuminazione.

Ogni intervento sugli impianti di illuminazione deve essere supportato da una rispondenza alle leggi e norme specifiche. La rete viaria e pedonale esistente ha necessità di qualità del servizio di illuminazione definibile tramite il seguente percorso:

1. Attribuzione della classificazione della rete viaria ai sensi del codice della strada;
2. Definizione di una categoria illuminotecnica di ingresso assegnata in virtù della classificazione di cui sopra;
3. Valutazione del rischio e definizione degli elementi di conflitto;
4. Classificazione illuminotecnica di progetto, derivante dalla valutazione del rischio e che vincola nella installazione della potenza utile a ottenere gli illuminamenti associati;
5. Classificazione di varie categorie di esercizio in virtù della modifica dei parame-



tri di rischio. La valutazione della categoria illuminotecnica di progetto è l'elemento che contribuisce a determinare la quantità di luce presente sulla strada.

La quantità di luce è direttamente proporzionale al consumo di energia elettrica.

Valutazioni approssimative nella classificazione del rischio possono portare a basse classi illuminotecniche, quindi a buoni valori di risparmio, ma a scadenti qualità del servizio e, in alcuni casi, a

compromettere la sicurezza della circolazione stradale.

Per questo motivo la Norma UNI 11248 stabilisce **perentoriamente** che la valutazione del rischio propedeutica alla attribuzione della categoria illuminotecnica, sia debitamente firmata dal progettista dell'impianto.

La Norma UNI 11248 stabilisce che la categoria illuminotecnica ME6 possa essere attribuita solo come categoria di esercizio, e, nel caso sia prevista, visti i bassissimi livelli di illuminamento, necessita di una **dichiarazione aggiuntiva da parte del progettista**. Non solo, sono necessari diversi presupposti per poterla applicare, ovvero: bassa densità abitativa, ridotto rischio di incidenti, ridotto rischio di atti criminosi. Il progettista è tenuto a dichiarare e firmare una dichiarazione attestante la consapevolezza di attivare una condizione di illuminazione sufficiente ai fini della sicurezza solo nella detta zona di studio (Art. 7.4 Norma UNI 11248).

Quindi il primo elemento da considerare nell'efficienza di un impianto di illuminazione è stabilire in maniera appropriata la qualità del servizio e non confondere il risparmio con la bassa quantità di luce.

Definizione della qualità del servizio.

Come anticipato, a seguito di dettagliati rilievi in campo, si è provveduto alla suddivisione del territorio in zone di studio. Per ogni zona di studio è stata condotta una valutazione del rischio ai sensi dell'art. 7.4 della UNI 11248:2012 e assegnata una classe illuminotecnica. Vedasi le schede predisposte per la valutazione del rischio allegate al progetto e del PCIL Comune di CASTELLO DI GODEGO (TV)

L'attribuzione della classe di progetto ha portato, mediante calcoli illuminotecnici condotti per ogni zona studio, al dimensionamento specifico di ciascun sistema illuminante. Nelle schede di valutazione del rischio sono state attribuite anche le classi illuminotecniche di esercizio, mediante ulteriore valutazione.

Anche per l'esercizio sono stati condotti calcoli illuminotecnici per individuare la **massima regolazione possibile** del sistema illuminante onde non produrre una quantità di luce insufficiente rispetto a quanto previsto dalla norma.

Il limite di regolazione è importante in quanto, per i motivi esposti prima, regolazioni troppo spinte dell'impianto generano sì risparmi di energia, ma compromettono la sicurezza sulle strade per livelli di luce insufficienti.



5. ASPETTI TECNOLOGICI DELLA SCELTA PROGETTUALE

A seguito dell'efficientamento dell'impianto di illuminazione, dovranno essere soddisfatti i seguenti requisiti:

- adeguamento dell'impianto alle prescrizioni della Legge Regionale **Legge Regionale n.17 del 07.08.2009** e s.m.i., - raggiungimento dei requisiti illuminotecnici previsti dalla Norma UNI EN 13201; - riduzione della potenza totale dell'impianto e del consumo energetico dello stesso;

- utilizzo di sorgenti LED, se non diversamente specificato in relazione o nelle tavole di progetto, dotati di certificazione dei dati fotometrici e certificazione dell'assenza di rischio fotobiologico e con temperatura di colore massima di 4.000 °K per gli apparecchi stradali;

Nella scelta progettuale è stata posta cura nella installazione dei corpi illuminanti nei tratti stradali, cercando di mantenere la stessa tipologia di apparecchio e modalità installativa (testapalo, sbraccio) lungo tutto il tratto stradale. Questo per la cura dell'ordine visivo e architettonico anche di giorno, a impianto spento.

L'adeguamento prevederà la sostituzione di tutti i corpi illuminanti esistenti e l'installazione di nuovi corpi illuminanti a LED, opportunamente dimensionati per il rispetto della classe illuminotecnica individuata per ciascun tratto stradale.

I corpi illuminanti a LED, come tutte le apparecchiature costituite da circuiti elettronici sono esposti in modo particolare alle sovratensioni, siano esse di origine atmosferica o introdotte dalla linea di alimentazione. I corpi illuminanti scelti adottano un dispositivo contro le scariche atmosferiche per la protezione di sovratensioni di valore da 5kV fino a 10 Kv. Attraverso calcoli illuminotecnici specifici e l'utilizzo di corpi illuminanti architettonici a LED appositamente concepiti per le zone urbane, è stato possibile garantire ampiamente i requisiti illuminotecnici richiesti per tali zone.

Aspetti tecnologici.

Nella riqualifica di un impianto di illuminazione, l'efficienza energetica si ottiene con la **riduzione della potenza installata.**

La regolazione dell'impianto, ottenuta riducendo il flusso luminoso, permette un ulteriore contenimento della spesa energetica, ma a scapito del servizio, ovvero con meno luce sulle strade.

La regolazione non è un elemento che conferisce efficienza, ma semplicemente è un risparmio generato da un **utilizzo ridotto** dell'impianto.



Nel dimensionare un impianto è possibile condurre scelte progettuali importanti e scegliere accuratamente i componenti con le migliori caratteristiche per raggiungere elevati valori di efficienza; la regolazione dipende esclusivamente da fattori legati ai flussi veicolari o all'utilizzo della strada da parte dell'utenza. Da cui l'efficienza si progetta, la regolazione si subisce.

Elemento fondamentale per il risparmio è la riduzione della potenza installata a parità di valori di illuminamento richiesti dalla categoria illuminotecnica di progetto.

Ciò vuol dire utilizzare apparecchi più performanti dal punto di vista della resa luminosa.

Nel dimensionamento di un impianto di illuminazione pubblica, la migliore resa energetica si ottiene ottimizzando tutti gli aspetti legati alla produzione e distribuzione del flusso luminoso, ovvero:

- Sorgente;
- Alimentazione;
- Ottica.

Sorgente.

Utilizzando il LED si possono disporre di elevati valori di efficienza. E' importante non trascurare le qualità della luce prodotta e le sua qualità principali. Nei componenti LED le migliori efficienze si ottengono con bassa qualità della luce, in particolar modo nella resa colori e nella temperatura di colore. Per valutare correttamente i migliori prodotti a LED è necessario fissare i parametri di qualità della luce. Tra i principali produttori di Optoelettronica per illuminazione stradale ad alta potenza (Cree, Philips, Osram) i valori tra i prodotti della stessa fascia **oramai sono confrontabili** e equiparabili. Le vere diversità di individuano tra prodotti di fascia diversa.

Alimentazione.

L'alimentatore dei sistemi LED ha raggiunto oramai valori elevati di resa energetica, riducendo le perdite di alimentazione a qualche punto percentuale rispetto alla potenza installata e oramai gli alimentatori hanno parametri comparabili

Ottica.

Il vero vantaggio competitivo nella resa energetica negli apparecchi di illuminazione stradale a LED, si ottiene con l'utilizzo di ottiche performanti. Il controllo dell'emissione della luce ha visto i produttori di apparecchi proporre soluzioni diverse. L'emissione di un LED è Lambertiana a 180° mentre le strade da illuminare hanno superfici geometriche paragonabili a rettangoli molto lunghi e poco larghi (mediamente la distanza tra due pali di illuminazione, 30 metri, è circa 3, 4 volte la larghezza della strada). E' necessario dotare il Led

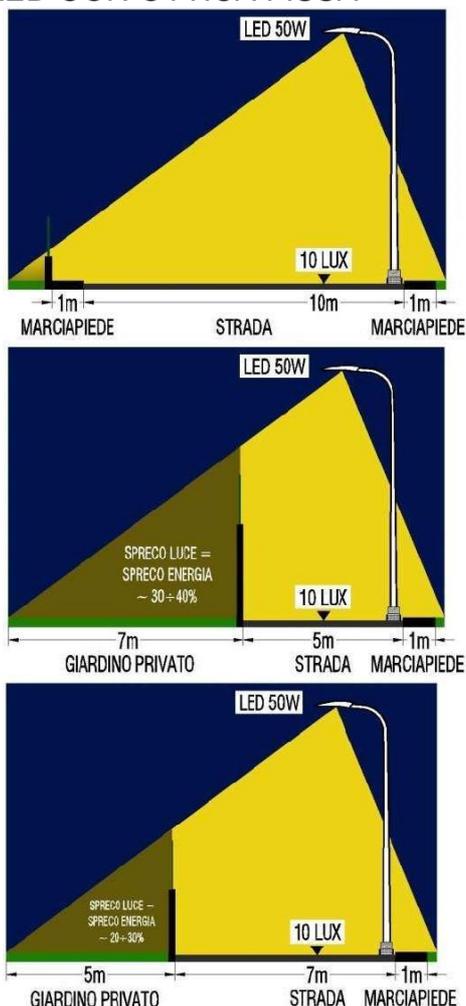


di un sistema di controllo di distribuzione della luce generata (ottica) in modo da ottimizzare i fasci emessi, distribuendoli sulla superficie senza sprechi.

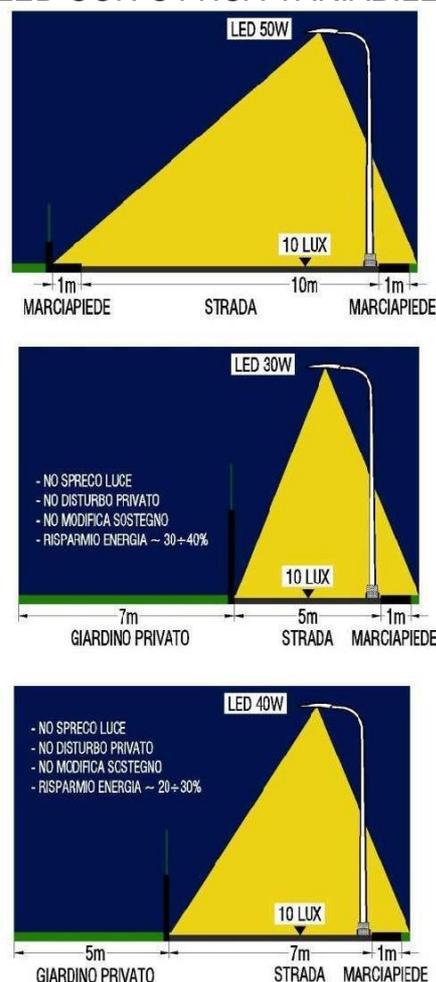
I costruttori hanno finora utilizzato, e tutt'ora utilizzano, lenti in PPMA stampate o micro riflettori in

materiale plastico con finitura metallica, utilizzando la tecnica multilayer per la distribuzione della luce. L'elevato costo di costruzione di stampi per le lenti / riflettori, ha imposto ai produttori di corpi illuminanti di utilizzare una sola ottica per gli apparecchi stradali, dimensionata per una geometria fissa. Nei rifacimenti, con la distribuzione dei sostegni esistente e non modificabile se non a scapito di elevati e inutili investimenti, il fatto di non poter disporre di ottiche ottimizzate per la geometria della strada, comporta uno spreco di luce.

LED CON OTTICA FISSA



LED CON OTTICA VARIABILE



Come sopra esposto risulta evidente che avere a disposizione geometrie ottiche diverse nella illuminazione stradale comporta notevoli benefici sia sotto il punto di vista dei consumi, che nella riduzione degli investimenti per adattare la rete o i sostegni esistenti e inoltre mitiga gli illuminamenti molesti o non richiesti all'interno di altre proprietà.

A parità di efficienza energetica della sorgente (LED), il poter disporre di ottiche idonee alle geometrie di installazione permette risparmi, a parità di livello di luce sulla strada, che possono arrivare al 30/40%. I corpi illuminanti scelti per la riqualifica dell'impianto di illuminazione del Comune di CASTELLO DI GODEGO sono stati scelti in quanto hanno la possibilità di avere di serie ottiche diverse e combinazioni di potenza LED in modo da poter ottimizzare al massimo i livelli di illuminamento stradali con il minor consumo di energia elettrica.

Elementi costituenti l'ottica.

I materiali utilizzati per le ottiche concorrono al risparmio complessivo di energia elettrica. Nei calcoli illuminotecnici è necessario introdurre un coefficiente di manutenzione che riduce l'emissione del corpo illuminante in virtù di un normale decadimento dell'ottica de-



rivante da sporcizia accumulata e dalla riduzione della trasparenza di lenti e riflettori.

Le modalità di attribuzione dei coefficienti di manutenzione derivano dalla CIE 154:2003 che definisce il fattore di manutenzione come il prodotto di:

$$MF = LMF \times LSF \times LLMF$$

dove.

- MF = fattore di manutenzione
- LMF = Fattore di manutenzione del punto luce
- LSF = fattore di mortalità sorgente (per il LED valore praticamente pari a 1)
- LLMF = Fattore di deprezzamento del flusso

Ne consegue che a parità di condizioni di manutenzione e di sorgente, il deprezzamento del flusso luminoso dipende di materiali con cui l'ottica è stata costruita. Nei corpi illuminanti utilizzati per la riqualifica dell'impianto di pubblica illuminazione del Comune di Tezze sul Brenta, le ottiche sono realizzate in materiale plastico ad alta efficienza in classe A+, protette da uno schermo in vetro a alta trasparenza.

Questo eccezionale binomio di materiali, assicura un'elevata qualità, alta efficienza e una facile pulizia dei prodotti.

L'invecchiamento dell'ottica è ridotto ai minimi termini per tipologia costruttiva.

Dalle schede tecniche del costruttore allegate si evidenzia come le temperature di funzionamento al PPMA che si ferma a 90-100°C.

Il deprezzamento derivante dall'invecchiamento del materiale plastico porta a una riduzione della trasparenza, ovvero all'utilizzo di un coefficiente di manutenzione più elevato nei calcoli illuminotecnici e a decadimento delle prestazioni nel corso degli anni.



ITALO 1

OTICHE DISPONIBILI				
NOME	DESCRIZIONE	DISEGNO	FOTOMETRIA	AMBIENTI OPERATIVI
STE-M	OTICA STRADALE EXTRA URBANO Ottica asimmetrica. Illuminazione stradale. Specifico per larghezza strada 1 volta l'altezza del polo.			
STE-S	OTICA STRADALE EXTRA URBANO Ottica asimmetrica. Illuminazione stradale. Specifico per larghezza strada 0,75 volte l'altezza del polo.			
STU-M	OTICA STRADALE URBANO Ottica asimmetrica. Illuminazione stradale e ciclopedonale. Specifico per larghezza strada 1 volta l'altezza del polo.			
STU-S	OTICA STRADALE URBANO Ottica asimmetrica. Illuminazione stradale e ciclopedonale. Specifico per larghezza strada 0,75 volte l'altezza del polo.			
STW	OTICA STRADALE WIDE EMISSION Ottica asimmetrica. Illuminazione di strade larghe e caselli/bagnoli. Specifico per larghezza strada 1,25 volte l'altezza del polo.			
SV	OTICA STRADALE SVINCOLI Ottica asimmetrica. Illuminazione di svincoli autostradali o strade urbane molto strette. Specifico per larghezza strada 0,5 volte l'altezza del polo.			

SCHEMA INDICATIVO SELEZIONE OTICHE PER CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE UNI EN 13201																								
Installazione Rapp. L/H	ITALO 1						ITALO 1																	
1.5											STW													
1.25							STW				STU-M													
1							STE-M				STU-M	STW												
0.75							STE-S				STU-S													
0.5											STU-S	STE-M												
0.25											SV													
Categorie UNI EN 13201	CEO	ME1	CE1	ME2	CE2	ME3	CE3	ME4	CE4	ME5	CE5	ME6	CE6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	MEW 1	MEW 2	MEW 3	MEW 4	MEW 5
	Applicazione Stradale						Applicazione Ciclopedonale						Applicazione Stradale WET Class											

**Sicurezza fotobiologica dell'apparecchio.**

La normativa di riferimento prescrive una classificazione redatta allo scopo di preservare l'osservatore da potenziali danni fotochimici e fotobiologici. La determinazione della classe di sicurezza è requisito obbligatorio per la marcatura CE. La determinazione della classe di sicurezza è redatta secondo la norma EN 62471. Gli apparecchi scelti per la riqualifica dell'impianto di illuminazione rientrano nella categoria EXEMPT GROUP (assenza di rischio fotobiologico), come da certificati presenti nelle schede tecniche allegate.

Misure di sicurezza e protezione

All'inizio dell'impianto deve essere installato un interruttore generale onnipolare.

Negli impianti in derivazione devono essere installati adeguati dispositivi di protezione contro i corto circuiti all'inizio dell'impianto e, dove necessario, anche lungo l'impianto; tali impianti si considerano non soggetti a sovraccarico. I trasformatori di sicurezza ed i trasformatori di isolamento devono risultare protetti contro i corto circuiti e contro i sovraccarichi. Tutte le parti metalliche accessibili degli impianti dei gruppi B, C, D, E, normalmente non in tensione, ma che per difetto d'isolamento o per altre cause accidentali potrebbero trovarsi sotto tensione, devono essere protette contro i contatti indiretti secondo uno dei sistemi descritti negli della Norme CEI 64-8 in base all'appartenenza ai vari gruppi. Tali articoli forniscono anche prescrizioni per il corretto coordinamento delle protezioni con l'impianto di terra viene data priorità ad impianti in classe II. Gli impianti devono essere disposti in modo che le persone non possano venire a contatto con le parti in tensione se non previo smontaggio o distruzione di elementi di protezione (protezione contro i contatti diretti). Gli elementi di protezione smontabili ed accessibili al pubblico devono potersi rimuovere solo con l'ausilio di chiavi o attrezzi speciali. I corpi illuminanti previsti nella riqualifica dell'impianto di illuminazione saranno a doppio isolamento e pertanto non necessitano di collegamento a terra. Per gli impianti realizzati in classe II è obbligatorio proteggere ogni circuito con protezione differenziale intesa come protezione aggiuntiva nella sicurezza elettrica.

Protezione contro i contatti accidentali.

E' obbligo di legge realizzare la protezione contro il contatto accidentale con conduttori ed elementi in tensione. I contatti che una persona può avere con le parti in tensione sono concettualmente divisi in due categorie:

- contatti diretti quando il contatto avviene con una parte dell'impianto elettrico normalmente in tensione;
- contatto indiretto quando il contatto avviene con una massa, normalmente non in tensione, ma che accidentalmente si trova in tensione in conseguenza di un guasto.

**Protezione contro i contatti diretti.**

La protezione totale si attua mediante l'isolamento, gli involucri e/o le barriere. Col termine isolamento si intende l'isolamento principale ossia l'isolamento delle parti attive, necessario per assicurare la protezione fondamentale contro i contatti diretti e indiretti.

Involucro - Elemento che assicura un grado di protezione appropriato contro determinati agenti esterni e un determinato grado di protezione contro i contatti diretti in ogni direzione.

Barriera - Elemento che assicura un determinato grado di protezione contro i contatti diretti nelle direzioni abituali di accesso.

La protezione addizionale si realizza mediante interruttori differenziali. L'impiego di interruttori differenziali, con corrente differenziale nominale d'intervento non superiore a 30 mA, , riconosciuto (art. 412.5.1 della Norma CEI 64-8) come protezione addizionale contro i contatti diretti in caso di insuccesso delle altre misure di protezione.

Protezione contro i contatti indiretti.

I sistemi di protezione contro i contatti indiretti possono essere di due tipi: passivi e attivi.

Sono passivi quei sistemi che non prevedono l'interruzione del circuito; in particolare:

il doppio isolamento

la protezione mediante bassissima tensione: SELV o PELV

la separazione dei circuiti.

Nell'impianto oggetto dell'intervento si è utilizzato un sistema a doppio isolamento, per precauzione e vista la necessità di mantenere altri parti di impianto esistente, si prescrive di utilizzare la protezione differenziale obbligatoria, anche in presenza di impianti in classe II, come protezione addizionale contro i contatti indiretti.

La protezione attiva, che prevede l'interruzione del circuito, si attua mediante la messa a terra.

Tale impianto, che deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza, comprende:

- il dispersore (o dispersori) di terra, costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizza il collegamento elettrico con la terra;
- il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno e destinato a collegare i dispersori fra di loro ed al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno, debbono essere considerati, a tutti gli effetti, dispersori per la parte interrata e conduttori di terra per la parte non interrata (o comunque isolata dal terreno);
- il conduttore di protezione che parte dal collettore di terra, deve essere collegato direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli appa-



recchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili.

Nei sistemi TT (quando le masse degli utenti sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente dall'impianto di terra del sistema elettrico), il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione.

Protezione contro le scariche atmosferiche.

Tutte le armature a LED scelte dovranno essere equipaggiate di protezione contro le scariche atmosferiche onde evitare il danneggiamento delle stesse in caso di scariche atmosferiche.

Materiale ed apparecchi.

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono resistere alle azioni meccaniche, chimiche e termiche alle quali possono essere esposti durante l'esercizio. I materiali conduttori dei cavi, devono essere il rame o l'alluminio; fanno eccezione i conduttori aventi funzione portante. Le eventuali giunzioni tra metalli diversi non devono dare origine a fenomeni di corrosione. I materiali ferrosi devono essere protetti contro la corrosione mediante zincatura a caldo o verniciatura. Tutti i componenti dell'impianto devono avere adeguato livello di isolamento verso terra. La classe degli apparecchi di illuminazione deve essere in funzione del gruppo a cui appartiene l'impianto.

Il grado minimo di protezione degli apparecchi deve essere IP44.

I componenti dei centri luminosi e, in particolare le lampade, i rifrattori, le coppe, gli accessori elettrici, devono consentire una facile sostituzione in opera, ma soprattutto devono essere rigorosamente sicuri agli effetti delle cadute a seguito di oscillazioni proprie o del sostegno provocate dal vento o dal traffico pesante.

Condutture.

I cavi devono essere provvisti di una guaina esterna in aggiunta al proprio isolamento.

L'isolamento e la guaina possono essere non distinti fra loro, purché l'insieme fornisca garanzie equivalenti. I conduttori di rame devono avere una sezione non inferiore a:
1,5 mmq per i conduttori a più fili cordati;
2,5 mmq negli altri casi.

La sezione dei conduttori di neutro non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Fanno eccezione i circuiti trifasi con conduttori di fase di sezione superiore a 16 mmq nei quali la sezione del conduttore di neutro può essere ridotta sino alla metà di quella dei conduttori di fase, col minimo di 16 mmq. Per l'identificazione delle anime dei cavi è necessario riferirsi alla tabella CEI-UNEL.

Posa di cavi elettrici isolati sotto guaina in tubazioni interrato

Tutte le distribuzioni verranno eseguite con tubazioni portaconduttori posate interrato. I



tubi dovranno essere esclusivamente di materiale termoplastico in PVC di tipo pesante rigido o flessibile secondo le norme CEI 23-8 e dovranno essere a marchio "IMQ". Resta escluso l'impiego delle tubazioni flessibili di tipo leggero. Le tubazioni dovranno risultare coi singoli tratti uniti tra loro o strette da collari o flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna. Il diametro interno della tubazione dovrà essere in rapporto non inferiore ad 1,3 rispetto al diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi, sistemati a fascia.

Per l'infilaggio dei cavi, si dovranno predisporre adeguati pozzetti sulle tubazioni interrato. Il distanziamento fra i pozzetti verrà stabilito in funzione della natura e della grandezza dei cavi da infilare.

I pozzetti dovranno rispondere ai requisiti della Norma UNI EN124 e saranno scelti in base alle seguenti indicazioni:

Classe **A 15** (Carico di rottura kN 15). Zone esclusivamente pedonali e ciclistiche superfici paragonabili quali spazi verdi.

Classe **B 125** (Carico di rottura kN 125). Marciapiedi - zone pedonali aperte occasionalmente al traffico - aree di parcheggio e parcheggi a più piani per auto veicoli.

Classe **C 250** (Carico di rottura kN 250). Cunette ai bordi delle strade che si estendono al massimo fino a 0,5 mt sulle corsie di circolazione e fino a 0,2 mt sui marciapiedi - banchine stradali e parcheggi per autoveicoli pesanti.

Classe **D 400** (Carico di rottura kN 400). Vie di circolazione (strade provinciali e statali) - aree di parcheggio per tutti i tipi di veicoli.

Classe **E 600** (Carico di rottura kN 600). Aree speciali per carichi particolarmente elevati quali porti ed aeroporti.

I chiusini utilizzati per l'illuminazione pubblica dovranno inoltre essere dotati di apposita tenuta stagna totale alle infiltrazioni di acqua di deflusso e piovana, per evitare il riempimento dei pozzetti di residui trasportati dall'acqua.

Per cavi aventi condizioni medie di scorrimento e di grandezza, il distanziamento, di massima il seguente:

ogni 30 m se in rettilineo;

ogni 15 m se con interposta una curva.

I cavi non dovranno subire curvature di raggio inferiore a 15 volte il loro diametro.

All'amministrazione spetta la costituzione dei pozzetti o delle cassette.

Isolamento dei cavi

I cavi elettrici utilizzati nei sistemi di Prima Categoria debbono avere tensioni U_0/U non inferiori a 600/1000 V (simbolo di designazione 1), dove:

U_0 = tensione nominale verso terra U = tensione nominale.

Colori dei cavi

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle tabelle CEI-UNEL. In particolare i conduttori di neutro e di prote-



zione devono essere contraddistinti rispettivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. I conduttori di fase, devono essere contraddistinti in modo univoco, in tutto l'impianto, dai colori: nero, grigio cenere, marrone.

Sezione minima del conduttore di neutro

I conduttori di neutro non devono avere la stessa sezione dei conduttori di fase.

Per i conduttori dei circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mmq, se in rame (25 mmq se in alluminio), , ammesso il neutro di sezione ridotta, ma comunque non inferiore a 16

mmq (rame), 25 mmq (alluminio), purché siano soddisfatte le seguenti condizioni:

- il carico sia essenzialmente equilibrato, e comunque il neutro di sezione ridotta assicuri la necessaria portata in servizio ordinario;
- sia assicurata la protezione contro le sovracorrenti.

Distanziamenti.

La distanza minima dei sostegni e di ogni altra parte dell'impianto dai limiti della carreggiata fino ad un'altezza di 5 m sulla pavimentazione stradale, deve essere:

- per le strade urbane dotate di marciapiedi con cordatura: 0,5 m;
- per le strade extraurbane e per quelle urbane prive di marciapiedi con cordatura: 1,4 m. L'altezza minima di una qualsiasi parte di impianto della carreggiata deve essere di 6 m.

Sostegni.

I sostegni devono avere adeguate caratteristiche meccaniche. I criteri di scelta e verifica sono indicati alla Sezione 7 delle Norme CEI 64-8.

I sostegni devono essere dimensionati in modo da resistere al carico della neve sull'apparecchio e alla spinta del vento secondo le Norme UNI/EN. Inoltre, la loro ubicazione dovrà essere tale da evitare il più possibile la probabilità che i veicoli possano entrare in collisione.

APRILE 2022

Il Tecnico

