

COMUNE DI ROVETTA

Provincia di Bergamo



RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA MUNICIPIO

Piazza Ferrari, 24 - 24020 Rovetta (BG)

PROGETTO ESECUTIVO

00005.ROV.P.GEN.R.E001

“Relazione tecnica specialistica Opere elettriche”



Il progettista
Per. Ind. Diego Ardizzone

SOMMARIO

CAP. 0	OGGETTO DEL PROGETTO
CAP. 1	DATI DI PROGETTO, CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO, CLASSIFICAZIONE DEI LOCALI ED ESCLUSIONI
CAP. 2	REQUISITI DI RISPONDERA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI
CAP. 3	PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI
CAP. 4	IMPIANTO DI TERRA E COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI
CAP. 5	QUADRI ELETTRICI
CAP. 6A	IMPIANTO FORZA MOTRICE E LUCE
CAP. 6B	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE - DESCRIZIONE DELLE SOLUZIONI TECNICHE ESECUTIVE
CAP. 6C	ANALISI ENERGETICA
CAP. 6D	RELAZIONE SPECIALISTICA DI CALCOLO ILLUMINOTECNICO
CAP. 7	CALCOLI ESECUTIVI DEGLI IMPIANTI
CAP. 8	CONSEGNA, VERIFICHE E COLLAUDO DEGLI IMPIANTI
CAP. 9	PIANO DI MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO ELETTRICO
ALLEGATO	TABELLE CAVI E COORDINAMENTO PROTEZIONI.
ALLEGATO	CALCOLI ILLUMINOTECNICI
ALLEGATO	SCHEDE TECNICHE DEI MATERIALI UTILIZZATI
ALLEGATO	SCHEMI QUADRI ELETTRICI

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

CAP. 0 OGGETTO DEL PROGETTO.

L'impianto elettrico esistente risulta essere escluso dal presente progetto che riguarda l'aspetto di efficientamento dell'impianto di illuminazione ed asservimenti nuovo impianto di riscaldamento.

La seguente relazione tecnica, i calcoli e i disegni, si riferiscono alle opere elettriche legate all'intervento di efficientamento del municipio in Piazza Ferrari n. 24 a Rovetta (BG).

Il municipio è costituito da n. 3 piani fuori terra.

Il presente progetto riguarda l'efficientamento interno dei locali del municipio come riportato nelle tavole planimetriche e l'asservimento elettrico al nuovo impianto di riscaldamento.

Sono esclusi dal progetto gli impianti elettrici bordo macchina e gli utilizzatori mobili.

Non è inoltre compresa nella presente progettazione la classificazione dei locali con pericolo di esplosione.

Nella realizzazione del presente progetto, in osservanza alle disposizioni normative e di legge, è stata prestata particolare attenzione alla sicurezza delle persone, sia in relazione alla protezione contro i contatti diretti, sia alla protezione contro i contatti indiretti.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

CAP. 1 DATI DI PROGETTO, CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO, CLASSIFICAZIONE DEI LOCALI ED ESCLUSIONI.

DATI DI PROGETTO DI CARATTERE GENERALE	
• Committente	• Comune di Rovetta - Provincia di Bergamo • Piazza Ferrari n. 24 Rovetta (BG)
• Utilizzatore finale (Titolare dell'attività)	• Comune di Rovetta - Provincia di Bergamo • Piazza Ferrari n. 24 Rovetta (BG)
• Ubicazione dell'edificio	• Piazza Ferrari n. 24 Rovetta (BG)
• Scopo del lavoro	• Efficientamento energetico municipio

DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'EDIFICIO	
• Destinazione d'uso	• Uffici - municipio
nota: per le destinazioni d'uso dei singoli locali fare riferimento alle tavole planimetriche	
• Destinazione d'uso degli edifici (secondo Guida CEI 0-2)	• Opere pubbliche • Soggetto a obbligo di progetto
• Barriere architettoniche	• È richiesto il requisito della accessibilità • È richiesto il requisito della visitabilità
• Luoghi conduttori ristretti	• Non sono presenti
• Luoghi contenenti bagni o docce	• Esclusi dal presente progetto come area di intervento
• Luoghi adibiti ad uso medico	• Non sono presenti
• Ambienti a maggior rischio in caso di incendio	• Non sono presenti
• Luoghi con pericolo di esplosione	• Locale centrale termica a gas metano (esclusa la classificazione ATEX)
• Luoghi di pubblico spettacolo	• Esclusi dal presente progetto come area di intervento
• Altitudine (maggiore o minore 1000 m s.l.m.)	• < 1000 m
• Temperatura: - Min./Max. all'interno degli edifici - Min/Max all'esterno - Media giorno più caldo - Media max. mensile - Media annuale	+5°C / +40°C -10 °C/+40°C +30 °C +25 °C +15 °C

DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'IMPIANTO ELETTRICO	
• Tipo di intervento	• Efficientamento energetico

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'IMPIANTO ELETTRICO					
• Limiti di competenza	<ul style="list-style-type: none"> Le competenze hanno origine dal punto di consegna da allacciamento dell'impianto elettrico da modificare Le competenze terminano alle prese a spina e alle alimentazioni di : <ul style="list-style-type: none"> - macchine e/o quadri di bordo macchina; - apparecchi fissi utilizzatori 				
• Impianti speciali da realizzare:	• Esclusi				
• Linea di alimentazione in ingresso	• Cavo linea Energia 400V				
• Punto di consegna	• Vano contatori Energia esistente				
• Tensione nominale di consegna ENERGIA e massima variazione	• $(400 \pm 10\%)V$				
• Frequenza nominale e massima variazione	• $(50 \pm 1\%)$ Hz				
• Icc presunta nel punto di consegna ENERGIA	• 10 kA (trifase inferiore ai 33kW) CEI 0-21				
• Vincoli del distributore	• DIRETTIVE BT ENEL				
• Tensione nominale degli utilizzatori e apparecchiature B.T.	• 230 V – 400 V				
• Sistema di distribuzione	• TT				
• Potenza contrattuale	• - (esistente non viene modificata)				
• Elenco carichi e loro ubicazione	• Vedi allegati di progetto				
• Prescrizioni relative ad apparecchi e motori	• Vedi allegati di progetto				
• Illuminazione secondo norma UNI EN 12464-1 : 2021	Uffici 34	Em (lx)	UGR _L	U ₀	Ra
	Archiviazione, copiatura, ecc – 34.1	300	19	0,40	80
	Scrittura, dattilografica, lettura, elaborazione dati – 34.2	500	19	0,60	80
	Disegno tecnico – 34.3	750	16	0,70	80
	Postazioni CAD – 34.4	500	19	0,60	80
	Sale conferenze e riunioni – 34.5.1	500	19	0,60	80
	Tavolo conferenze – 34.5.2	500	19	0,60	80
	Banco della reception – 34.6	300	22	0,60	80
	Archivi – 34.7	200	25	0,40	80

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'IMPIANTO ELETTRICO			
	Destinazione	Autonomia (min)	t int. (s)
• Alimentazioni di sicurezza	Illuminazione di emergenza	60	$\leq 0,5$
• Max cadute di tensione	<ul style="list-style-type: none"> • Motori a pieno carico • Motori all'avviamento • Illuminazione • Prese a spina 		4% 12% 4% 4%
• Sezioni minime ammesse	• Come da Norme CEI		

Vincoli da rispettare derivanti da altre discipline tecniche coinvolte e compatibilità con gli impianti elettrici esistenti:

VINCOLI DA RISPETTARE	
• Rientra nelle attività soggette al controllo dei vigili del fuoco e rilascio del C.P.I.	• NO
• Esiste il C.P.I.	• -
• Esiste un progetto termotecnico	• SI
• Particolari richieste dipendenti dalla tipologia della struttura:	<ul style="list-style-type: none"> • Sgancio generale di emergenza (centrale termica) • Compartimentazione antincendio sugli attraversamenti elettrici • Illuminazione di sicurezza • Classificazione aree pericolose centrale termica a gas metano (esclusa dal presente progetto)
• Compatibilità con impianti elettrici esistenti:	<ul style="list-style-type: none"> • Nell'intervento di efficientamento, dove sarà necessario installare delle apparecchiature già presenti all'interno dello stabile, saranno della medesima tipologia delle esistenti (vedasi apparecchiature all'interno dei quadri elettrici). Le apparecchiature di nuova installazione e tipologia dovranno essere perfettamente compatibili con le esistenti
Il Committente dovrà comunicare eventuali variazioni dei parametri sopra riportati e delle indicazioni dei VVF	

Esclusioni:

Rimangono esclusi dal presente progetto:

- L'impianto di terra in quanto esistente e non ispezionabile;
- Gli oneri per la nuova consegna ENERGIA;
- Le opere murarie, le assistenze murarie, la realizzazione dei cavidotti interrati con scavi, ripristini, fornitura e posa delle tubazioni interrate e relativi pozzetti di derivazione;
- Il ripristino delle compartimentazioni REI negli attraversamenti elettrici;
- Gli impianti elettrici non riportati nelle tavole di progetto;
- I quadri elettrici non riportati negli schemi unifilari allegati alla presente relazione;

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

- Gli impianti elettrici dei restanti locali non oggetto di intervento;
- La classificazione delle zone pericolose della centrale termica a gas metano;
- La valutazione del rischio dovuto al fulmine ai sensi della Norma CEI EN 62305-2.

DENOMINAZIONE LOCALE	CLASSIFICAZIONI	NORMATIVA PARTICOLARE APPLICATA	NOTE
SERVIZI	MAGGIOR RISCHIO ELETTRICO	CEI 64-8 Sez. 701	(solo se ci sono le docce o vasche)
CENTRALE TERMICA A GAS METANO	RISCHIO DI ESPLOSIONE	CEI 31-87	-
UFFICI	ORDINARIO	CEI 64-8	-

Ogni variazione nei dati di ingresso o delle caratteristiche dei locali qui classificati potrà inficiare la corretta rispondenza del progetto alle norme di regola d'arte.

Il Committente accetta la presente valutazione e i dati di ingresso sopra esposti.

CAP. 2 REQUISITI DI RISPONDEZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI

Tutti gli impianti, i materiali e le apparecchiature devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dal D.M. n. 37 del 22 gennaio 2008.

Le caratteristiche degli impianti e dei loro componenti, devono essere conformi:

- alle Leggi ed ai Regolamenti vigenti alla data del contratto;

ed in particolare devono essere conformi:

- alle Norme CEI;
- alle prescrizioni dei VV.FF. e delle Autorità Locali;
- alle prescrizioni ed alle indicazioni dell'Ente fornitore di Energia o dell'azienda di telecomunicazioni.

CAP. 3 PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI E MISURE DI PROTEZIONE.

Tutti i materiali impiegati nell'esecuzione delle opere saranno scelti fra quanto di meglio offre il mercato, considerando il rapporto qualità/prezzo, l'importanza della continuità di servizio e la facilità di reperimento delle apparecchiature in fase di esecuzione e/o manutenzione. Tutti gli apparecchi dovranno riportare i dati di targa e le eventuali istruzioni d'uso, utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana. In ogni caso dovranno essere provvisti di un Marchio di Qualità e della marchiatura CE. Come prescritto dalle Norme di installazione degli impianti elettrici, i materiali utilizzati per l'esecuzione dell'impianto dovranno essere provvisti di uno dei seguenti marchi:

- IMQ (Marchio Italiano di Qualità) su tutti i prodotti per i quali il marchio è ammesso;
- CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), se sussiste il regime di concessione di tale contrassegno;

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

- Marchio di Enti Autorizzati per tutti i componenti sottoposti a certificazioni.

N.B. Tutti i materiali avranno caratteristiche elettriche, meccaniche, climatiche e termiche ampiamente idonee all'esercizio normale e comunque adatti alle caratteristiche ambientali, alle condizioni di posa e di impiego per i quali sono destinati.

Di seguito vengono riportate alcune parti delle prescrizioni previste dalle normative vigenti.

Conduttori

Saranno impiegati conduttori dotati di marchio IMQ, scelti in base alla classificazione degli ambienti in cui verranno installati ed alla tipologia del servizio svolto; dovranno rispondere alle Norme costruttive stabilite dal CEI ed alle Norme dimensionali stabilite dall'UNEL.

Per la determinazione della portata dei cavi (Iz) in regime permanente, sarà impiegata la tabella CEI UNEL 35024/1 e 35026 applicando i coefficienti di riduzione relativi alle condizioni di installazione ed al raggruppamento dei cavi, considerando una temperatura ambiente di 30°C.

La sezione dei cavi non dovrà essere mai inferiore a:

- 1 mmq. per impianti di segnalazione e diffusione sonora;
- 1,5 mmq. per le derivazioni ai punti luce;
- 2,5 mmq. per le dorsali distribuzione luce e per le prese forza motrice;
- 4 mmq. per le dorsali distribuzione forza motrice.

La caduta di tensione percentuale dell'impianto elettrico a regime, tra la fonte di energia e l'utilizzatore più lontano, non dovrà essere superiore al 4%.

Tubazioni protettive

Un sistema di tubi è costituito dai tubi protettivi destinati a ricevere i cavi per infilaggio e dai relativi accessori (manicotti, curve, raccordi, sistemi di fissaggio, ecc.).

Le Norme di riferimento che trattano i tubi protettivi sono:

- EN 61386-1 (CEI 23-80): Prescrizioni generali;
- EN 61386-21 (CEI 23-81): Tubi rigidi;
- EN 61386-22 (CEI 23-82): Tubi pieghevoli;
- EN 61386-23 (CEI 23-83): Tubi flessibili.

In base alla resistenza delle tubazioni alle prove prescritte dalle normative, vengono identificati tra:

- 1) molto leggero;
- 2) leggero;
- 3) medio;
- 4) pesante;

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

5) molto pesante.

Nel presente progetto dovranno essere adottati tubazioni in PVC per posa a vista e sotto traccia, serie “pesante”, tipo Gewiss serie RKB.

Il diametro del tubo dovrà garantire la sfilabilità dei cavi e a tal fine il diametro interno dei tubi dovrà essere pari almeno a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che essi sono destinati a contenere.

Le derivazioni saranno eseguite esclusivamente impiegando le apposite scatole di derivazione; per i tratti particolarmente lunghi o dopo 3 curve consecutive dovranno essere utilizzate apposite scatole rompitratta.

Nelle tubazioni e nei condotti è evitato realizzare giunzioni o posare morsetti di derivazione, inoltre non sono ammesse le derivazioni a “T” direttamente delle tubazioni, ma solamente con l'utilizzo di apposite scatole di derivazione.

È vietata la posa nelle stesse tubazioni di cavi di distribuzione elettrica e di cavi telefonici, televisivi o citofonici, tranne nel caso in cui i cavi abbiano tutti lo stesso grado di isolamento alla tensione maggiore.

Apparecchi da incasso.

Dovranno essere del tipo ad incasso a frutti modulari componibili fissati in scatola in resina termoplastica con supporti in resina e mostrina frontale di metallo in alluminio anodizzato o in tecnopolimero. Gli interruttori, deviatori e pulsanti saranno da 16A-250 V. Le prese di corrente saranno da 2x10/16 A+T bipasso e dovranno avere grado di protezione contro i contatti diretti non inferiore a IP 22. Le scatole da frutto non dovranno essere impiegate per eseguire giunzioni o derivazioni che non siano strettamente connesse con l'alimentazione dei frutti contenuti. Nella stessa scatola da frutto non dovranno essere installate apparecchiature o frutti funzionanti a tensioni nominali diverse, anche se separati da diaframmi ed alimentati da tubazioni distinte e da conduttori con uguale grado di isolamento.

Prescrizioni ed indicazioni sull'illuminazione a LED

Il LED è un componente elettronico che emette Luce quando è alimentato: la sigla LED, infatti, è l'acronimo di Light Emitting Diode (diodo ad emissione luminosa). Ciò è possibile grazie alle proprietà ottiche di alcuni semiconduttori che al passaggio della corrente riescono a produrre fotoni. Quando un insieme di LED sono montati su un circuito stampato, si parla di Modulo LED.

Gruppi di rischio per la sicurezza fotobiologica

Sorgenti di bassa qualità emettono radiazioni dannose (per tempi di esposizione prolungati) per gli organi del corpo umano, come gli occhi e la cute. La quantità di radiazioni emesse da tutte le sorgenti nella gamma di lunghezze d'onda da 200 nm a 3000 nm. Per questo motivo sono stati definiti dei Gruppi di Rischio per la Sicurezza Fotobiologica che danno chiare indicazioni in merito. I Gruppi di rischio sono descritti in base ai tempi di esposizione e su questi sono determinati i limiti di esposizione (IEC 62471). I corpi illuminanti adottati dovranno avere RG 0 (Gruppo di rischio esente) – Assenza di pericolo

Considerazioni termiche e durata sui led dalle elevate prestazioni:

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

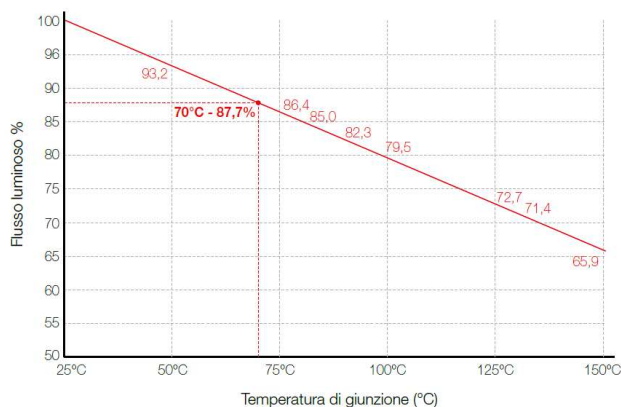
Affinchè i moduli LED possano funzionare correttamente, assicurando un'elevata durata utile (>50.000 h), un calo del flusso luminoso contenuto nel tempo (>L85) ed elevata un'efficienza luminosa (> 140 lm/W), devono poter dissipare in maniera corretta il calore che generano. I dati nominali del LED sono rispettati solo se non viene superata la temperatura di giunzione (T_j).

Flusso luminoso e Temperatura di giunzione T_j

La temperatura di giunzione T_j è quella interna del LED. Come si evince dal grafico a sinistra, il flusso luminoso emesso del LED è legato alla temperatura di giunzione in funzionamento (normalmente fra i 60°C e gli 80°C) e cala molto velocemente all'aumentare della T_j .

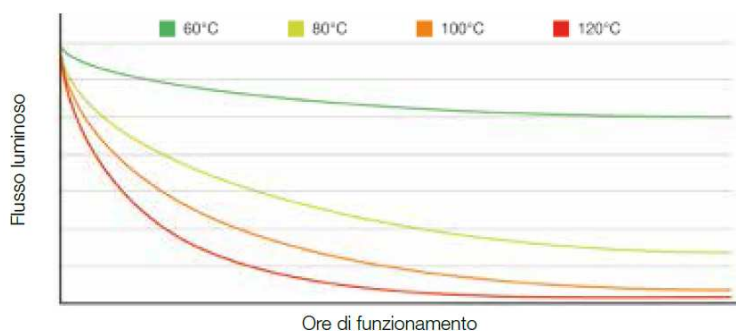
E' molto importante evidenziare che sul mercato ci sono numerosi costruttori che dichiarano il flusso luminoso con una temperatura di giunzione T_j 25°C. Questa indicazione non è corretta, in quanto non è quella effettiva di funzionamento del prodotto.

Il motivo è semplice: dovendo svolgere i rilievi ad una temperatura ambiente di 25°C (come richiesto dalla normativa), tecnicamente il LED non svilupperebbe calore - condizione fisicamente impossibile.



Gestione termica

Per massimizzare l'affidabilità delle prestazioni degli apparecchi a LED è essenziale una corretta dissipazione termica. La temperatura è di fondamentale importanza in quanto influisce su luminosità e durata utile del componente LED. Si riporta a seguire, un grafico che mette in correlazione flusso luminoso e temperatura di giunzione T_j (quella di funzionamento).



STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltg-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Resa cromatica (Ra)

L'indice di resa cromatica o Color Rendering Index (CRI) indica in che modo una sorgente artificiale è in grado di riprodurre il colore di un oggetto da essa illuminato. Esso varia in una scala da 0 a 100, dove 0 rappresenta il minimo e 100 indica il massimo. La luce naturale è la migliore sotto il profilo fisiologico grazie alla completezza del suo spettro cromatico; per questo motivo, la scelta di apparecchi con alto indice di resa cromatica è molto importante per il benessere e il comfort della persona, oltre che necessaria in ambienti dove è richiesta una buona visibilità dei colori.

L'indice di resa cromatica è un parametro importante per la performance di una sorgente luminosa e valuta la capacità della sorgente di far percepire realmente i colori di un oggetto. Vanno presi in considerazione i LED che presentano una resa cromatica $R_a > 80$. Si consiglia in presenza di verifiche colori l'utilizzo di LED con $R_a > 90$.

Indice di resa cromatica R_a	≥ 90	80-89	70-79	60-69	40-59	20-39
Luce diurna	•					
LED	•	•	•			
Lampada alogena	•	•				
Lampada fluorescente compatta	•	•				
Lampada fluorescente	•	•	–	–	–	
Lampada a vapori di mercurio alta pressione				–	–	
Lampada a ioduri metallici	•	•		–		
Lampada a vapori di sodio alta pressione		•		–	–	–

– = Vietata o sconsigliata dall'ordinanza UE 245/2009 (EUP) a causa della poca efficienza e della resa cromatica insufficiente.

Colorazione

La colorazione descrive l'aspetto cromatico della luce.

	Temperatura di colore	Aspetto	Associazione
ww (calda)	fino a 3300 K	rossiccio	caldo
nw (neutra)	3300–5300 K	bianco	neutro
tw (fredda)	da 5300 K	azzurro	freddo

Oltre ai colori delle superfici degli oggetti, è anche la tonalità della luce a formare l'atmosfera di un ambiente.

Flusso luminoso apparecchio

Il flusso luminoso in uscita all'apparecchio rappresenta la quantità di Luce effettiva che esce dall'apparecchio, essendo già considerato il rendimento luminoso dello stesso.

Efficienza luminosa apparecchio

L'efficienza luminosa dell'apparecchio è il parametro più utile al progettista per determinare il giusto apparecchio illuminante perché fornisce il dato pratico tra l'emissione luminosa e l'assorbimento complessivo dell'apparecchio illuminante. Attenzione alle pubblicazioni in cui sono riportate efficienze luminose superiori legate solo all'efficienza teorica del puro componente LED (temperatura di riferimento a 25°C) e non alla prestazione dello stesso all'interno del corpo illuminante.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 – 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Umidità relativa

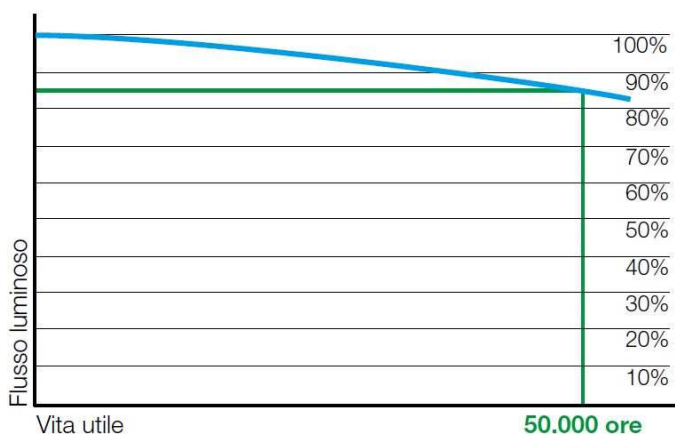
Per il buon mantenimento e funzionamento nel tempo del modulo LED tradizionale l'umidità massima ammessa sul componente è di 85%. Per applicazioni specifiche sono necessari moduli LED UR95 che garantiscono il buon funzionamento per umidità massima al 95%.

Durata utile (valore L)

Come premessa si segnala che le sorgenti luminose a LED, al contrario delle sorgenti luminose tradizionali, non tendono a spegnersi improvvisamente esaurita la loro vita utile: nel tempo, infatti, i LED diminuiscono gradualmente il loro flusso luminoso iniziale fino ad esaurirsi completamente in un periodo molto lungo.

Si determina quindi con il parametro "L" la percentuale di decadimento del flusso luminoso riferito alle ore di funzionamento utili (normalmente 50.000 ore). Con L85: 50000h viene definito che raggiunto 50.000 h di funzionamento il modulo LED fornisce ancora l'85% del flusso luminoso iniziale.

Da precisare che questo parametro è fortemente influenzato dalle condizioni di lavoro del LED all'interno dell'apparecchio e quindi il risultato ottenuto è il binomio tra qualità del componente e buona ricerca.



Aspettativa di vita del LED (valore B)

Nei dati caratteristici del LED il valore B, seguito da un valore normalmente compreso tra 10 e 50, indica la qualità del componente utilizzato in quanto definisce la percentuale di componenti che allo scadere delle normali 50.000 ore non mantiene le caratteristiche di flusso luminoso dichiarate. Un LED dichiarato L85/B10=50.000 ore indica che al raggiungimento delle 50.000 ore il 90% (B10) dei componenti presenta un flusso luminoso residuo pari o superiore all'85% del flusso iniziale (L85). Se nelle caratteristiche dell'apparecchio a LED non viene indicato il valore B, questo è da considerarsi B50. Da precisare che questo parametro è fortemente influenzato dalle condizioni di lavoro del LED all'interno dell'apparecchio e quindi il risultato ottenuto è il binomio tra qualità del componente e buona ricerca.

Tasso di guasto del LED (valore C)

Questo valore indica la percentuale di LED che alla fine della durata utile non sono più funzionanti.

Tale valore può essere indicato con due combinazioni:

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

- L85/B10/C0: 50.000 ore - indica che dopo 50.000 ore, la percentuale di LED spenti è lo 0%.
- L85/B10: 50.000 ore - L0/C5: 150.000 ore - indica che dopo 150.000 ore la percentuale di LED non più funzionanti è pari al 5%.

Tasso di imperfezione (valore F)

Sulla base delle nuove prescrizioni di norma per i moduli LED, il valore F, seguito da un valore normalmente compreso tra 10 e 50, indica in modo più dettagliato la qualità del componente utilizzato perchè definisce, oltre alla percentuale di componenti che NON mantengono le caratteristiche di flusso luminoso dichiarate (B), anche la percentuale di mortalità del componente LED.

Tasso di imperfezione "F" = valore "B" + valore "C"

Considerazioni sulla qualità del LED:

Il potenziale di risparmio energetico che si ottiene scegliendo un prodotto con una classificazione in categorie più alte risulta quindi più che evidente. Se invece si ricorre all'impiego per sole 25.000 h di un apparecchio a LED classificato come L80 B10 C0 50.000 h, come fattore di manutenzione per la diminuzione del flusso luminoso LLMF (vedi fattore di manutenzione CIE 97:2005) si potrà usare un valore di 0.93. Di conseguenza, un apparecchio del genere potrebbe essere classificato anche come L93 B50 25.000 h. Se invece l'impiego previsto per l'apparecchio è ad es. di 70.000 ore, nella progettazione si deve tenere conto di un valore di 0.79. Per evidenziare il potenziale in termini di costi di investimento e risparmio energetico, nella tabella d'esempio vengono messi a confronto apparecchi con una classificazione diversa da quella di prodotti presenti sul mercato

Classificazione dell'apparecchio a LED	Fattore di manutenzione per flusso luminoso lampada LLMF	Fattore valore da nuovo (fattore di progettazione)	Confronto in percentuale
L ₈₀ B ₁₀ - 50.000 h	0.85	1.17	100 %
L ₈₀ B ₅₀ - 50.000 h	0.80	1.25	107 %
L ₇₀ B ₅₀ - 50.000 h	0.70	1.43	122 %

Presupponendo valori paragonabili per la potenza di ingresso di riferimento e per il flusso luminoso di riferimento degli apparecchi risulta evidente che impiegando apparecchi classificati in categorie più basse saranno necessari un numero maggiore di apparecchi e una più elevata potenza assorbita.

Per ulteriori delucidazioni sul fattore di manutenzione si rimanda alle pagine a seguire.

Tolleranza del colore (Ellissi di MacAdam)

La rilevazione delle coordinate cromatiche effettuata in fase produttiva del LED consente, attraverso una selezione (chiamata in gergo m), la classificazione in diversi gruppi di LED sulla base delle loro differenze cromatiche. Questa classificazione, effettuata attraverso l'analisi delle cosiddette "ellissi di MacAdam" (che esprimono gli scarti di colore sulle coordinate XY), consente di avere all'interno dello stesso gruppo una tonalità costante tra i singoli LED e quindi una visione uniforme della colorazione di Luce visibile sul prodotto:

- con valore 1 non c'è differenza cromatica tra i singoli LED;
- con valore 2 e 3 la differenza non è visibile all'occhio umano e i LED sono considerati qualitativamente buoni;
- con valore 4 la differenza inizia ad essere visibile all'occhio umano;
- con valori maggiori la differenza è sempre più visibile e sarà il tipo di applicazione ad accettare o meno tale differenza di colorazione nel gruppo di LED utilizzati.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 - Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Corrente di pilotaggio ed influenze

Per corrente di pilotaggio si intende la corrente di alimentazione del modulo Led. Diminuendo la corrente di pilotaggio si diminuisce notevolmente il flusso emesso, conseguentemente la potenza assorbita e la temperatura generata dal modulo. Si riportano a titolo indicativo si riporta un prospetto di comparazione.

	Alimentato a 350mA		Alimentato a 530mA		Alimentato a 700mA	
	elm 350mA	W. tot	elm 530mA	W. tot	elm 700mA	W. tot
8 LED	3000 lm	19W	4150 lm	23W	5400 lm	39W
16 LED	6000 lm	38W	8300 lm	59W	10780 lm	78W
24 LED	9000 lm	57W	12400 lm	88W	16200 lm	118W
	+ efficienza			+ emissione		

Luminanza

La luminanza è l'unica grandezza fotometrica percepita dagli occhi. Consiste nell'impressione di brillantezza di una certa superficie ed è fortemente legata al suo indice di riflessione (tipo di superficie e colore).

Illuminamento mantenuto \bar{E}_m

E' quel livello di luce che nella zona del compito visivo non si deve mai ridurre.

Zona del compito visivo

I livelli di illuminamento sono fissati per i differenti tipi di attività e vanno pertanto progettati di conseguenza. Se non si conosce l'esatta disposizione delle attività, va progettato il medesimo livello d'illuminamento per l'intero ambiente oppure si fissa un'area determinata dei posti di lavoro. La zona del compito visivo può essere orizzontale, verticale o anche inclinata. Zona immediatamente circostante a quella della mansione visiva: qui l'illuminamento potrà essere leggermente abbassato (ad es. 300 lx contro i 500 lx nella zona del compito visivo).

UGR

Le normative europee EN 12464 disciplinano l'illuminazione dei posti di lavoro negli ambienti interni. Per valutare l'abbagliamento (fisiologico) le normative fanno ricorso al sistema unificato UGR (unified glare rating). Il sistema UGR si basa su una formula applicata a tutti gli apparecchi di un impianto che possono contribuire all'effetto di abbagliamento. I valori UGR degli apparecchi vengono calcolati seguendo una tabella fissata dalla norma CIE 117.

Valori limite UGR (UGRL) che non possono essere superati ≤ 16 disegni tecnici ≤ 19 lettura, scrittura, scuole, riunioni, lavoro al computer ≤ 22 industria e artigianato ≤ 25 lavori industriali grezzi ≤ 28 binari ferroviari, capannoni

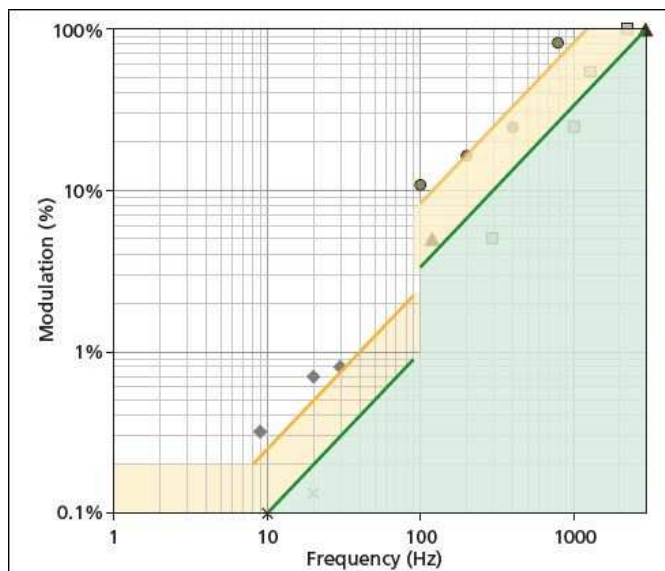
Le normative EN 12464 definiscono i valori limite UGR per le diverse attività e mansioni visive

Effetto flicker:

Nell'illuminazione i flicker possono dare fastidio a seconda della sensibilità e del tipo di attività svolte, possono distrarre e mettere a disagio, anche se le oscillazioni rimangono al di sotto della soglia del percepibile (percezione indiretta). In tutto questo conta molto la vista periferica: è proprio qui infatti che tutti i movimenti appaiono più intensi a prescindere che siano flicker oppure oggetti in movimento.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

I driver contestualmente ai LED utilizzati dovranno essere rispondenti alla IEEE 1789, in particolar modo dovranno rientrare nel limite del nessun rischio visibile (area verde del grafico a seguire) per la salute delle persone (courtesy: IEEE)



ALIMENTATORE DALI

DALI, lo standard di comunicazione digitale DALI (Digital Addressable Lighting Interface) per alimentatori elettronici (ECG), è il risultato della cooperazione nell'industria dell'illuminazione, uno standard uniforme condiviso dall'intero settore. DALI non è quindi un sistema ma la definizione di un'interfaccia per la comunicazione digitale tra un modulo di comando e gli alimentatori elettronici. È stato, quindi, incluso nella norma EN 60929 per gli alimentatori elettronici come Appendice E4 assicurando così l'intercambiabilità degli alimentatori elettronici di produttori diversi. La confusione generata dalle varie soluzioni proprietarie è diventata una cosa del passato.

Vantaggi decisivi per progettisti e utilizzatori DALI mette a disposizione un mezzo intelligente per il controllo della luce in un ambiente con ridotto costo dei componenti, elevata funzionalità e facilità di applicazione.

I sistemi DALI vengono installati utilizzando lo stesso materiale standard impiegato per gli impianti a tensione di rete. Nei cavi pentapoli i due conduttori non utilizzati per l'alimentazione di rete possono essere collegati all'interfaccia DALI.

Ogni alimentatore elettronico del sistema DALI può essere indirizzato digitalmente e non è quindi soggetto a disturbi sul segnale. Ciascun alimentatore elettronico può appartenere a più di un gruppo, memorizzare differenti valori dei parametri illuminotecnici associati in funzione dei vari scenari di illuminazione ed essere acceso e spento digitalmente senza l'impiego di relé. Inoltre i singoli alimentatori elettronici DALI possono fornire informazioni di retroazione (ad esempio lampada non funzionante).

L'intelligenza del sistema DALI risiede nel suo modulo di comando e rende estremamente più semplice l'utilizzo del sistema da parte dell'utente. Nel modulo di comando DALI, le routine di rilevamento e di indirizzamento dei componenti collegati sono in gran parte automatiche; l'utente si limita a completare le impostazioni attraverso gli elementi di controllo. Inoltre, con la stessa facilità può cambiare le funzioni e adattarle a nuove situazioni. "Digitale" non è sempre quello che sembra. Alcuni produttori di ECG utilizzano in

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

modo improprio il termine “alimentatori elettronici digitali” nella documentazione tecnica relativa ai loro prodotti. Secondo le specifiche DALI gli alimentatori devono avere le tre seguenti caratteristiche essenziali:

- Indirizzamento digitale;
- Processo digitale;
- Comunicazione digitale.

Valutazione del fattore di manutenzione:

Per la progettazione di un impianto di illuminazione ad efficienza energetica, l'aspetto decisivo è la determinazione del fattore di manutenzione dato che l'illuminamento o la luminanza di impianti di illuminazione diminuiscono nel corso della vita operativa di questi ultimi. Le cause di ciò sono da ricercare nell'invecchiamento e nel guasto delle lampade, nell'accumulo di sporco negli apparecchi e, in impianti di illuminazione per interni, anche nella riduzione del fattore di riflessione delle superfici che delimitano i locali (sporcizia dei locali).

La manutenzione degli impianti di illuminazione è essenziale per mantenere nel tempo le prestazioni di un sistema di illuminazione entro i limiti progettuali e per promuovere un uso efficiente dell'energia. Il livello di illuminazione all'interno di un locale infatti decresce gradualmente nel corso della vita dell'impianto. Il parametro che descrive questa riduzione viene definito fattore di manutenzione (FM), la cui definizione è la seguente: “il rapporto tra l'illuminamento medio sul piano di lavoro dopo un certo periodo di uso dell'impianto (1° manutenzione) rispetto al valore medio dell'illuminamento ottenuto sotto le stesse condizioni quando l'impianto è nuovo”.

E' evidente quindi che stiamo parlando di un parametro di valore inferiore ad 1, di fondamentale importanza per la progettazione dell'impianto di illuminazione. Il progettista deve infatti, in base alla norma Uni En 12464-1:

- stabilire il fattore di manutenzione ed elencare tutte le ipotesi richieste per la valutazione di questo valore;
- specificare gli apparecchi di illuminazione adatti per l'ambiente;
- preparare un programma completo di manutenzione in cui si devono indicare: la frequenza con cui si devono sostituire le lampade, gli intervalli di pulizia degli apparecchi di illuminazione e del locale, ed il metodo di pulizia più adeguato.

Il fattore di manutenzione considerato nel presente progetto è stato valutato secondo il rapporto tecnico 97 del CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) “Guida alla manutenzione dei sistemi di illuminazione per interni”.

Si riportano a seguire indicazioni e considerazioni sul fattore di manutenzione ed il rapporto tecnico CIE 97:2005

Il fattore di manutenzione MF (Maintenance Factor) è dato dal prodotto di 4 parametri:

LLMF: fattore di manutenzione per flusso luminoso lampada (Lamp Lumen Maintenance Factor – descrive la diminuzione del flusso luminoso dell'apparecchio a LED nel corso della vita utile di quest'ultimo)

LSF: fattore di sopravvivenza della lampada LSF (Lamp Survival Factor – descrive l'avaria di apparecchi a LED nel corso della vita utile)

LMF: fattore di manutenzione dell'apparecchio (Luminaire Maintenance Factor – descrive l'incidenza dell'accumulo di sporco sul sistema ottico degli apparecchi nel periodo che intercorre tra due operazioni di pulizia)

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

RSMF: fattore di manutenzione del locale (Room Surface Maintenance Factor descrive per un impianto di illuminazione di interni il peggioramento del suo rendimento a causa del peggioramento dei fattori di riflessione delle superfici di delimitazione del locale)

Per poter analizzare i parametri sopra riportati bisogna valutare:

- l'intervallo massimo di manutenzione dell'impianto di illuminazione;
- le condizioni dell'ambiente (il grado di sporcizia derivante dall'uso che viene fatto di un locale);
- la tipologia di apparecchi utilizzati (grado di protezione, tipologia di posa, durata vita utile in caso di LED "valore L" e aspettativa di vita del LED "valore B") e la tipologia di illuminazione (diretta, indiretta o diretta/indiretta);
- la durata di esercizio in ore;
- i fattori di riflessione di soffitto/pareti/pavimento.

In particolare per il presente progetto (le tabelle fanno riferimento al rapporto tecnico Cie 97:2005):

Intervallo massimo di manutenzione Tab. 2.1	Condizioni dell'ambiente Tab. 2.1	tipologia apparecchi Tab. 2.2	Valori caratteristici Lx By – hr	Tipologia di illuminazione Tab. 3.6/7/8	Durata di esercizio in ore	Fattori di riflessione soffitto/pareti/pavimento Tab. 3.6/7/8
2 anni	PULITO	E	L80B10 >50.000hr	DIRETTA	50.000	0,5/0,3/0,2

Tabella IN (riepilogo dati in ingresso)

LLMF – LSF: I primi due fattori, LLMF e LSF entrambi riferiti alle lampade, vengono indicati nella tabella 3.2 CIE 97:2005 ma non sono riportati i valori per le componenti LED. Per i LED il documento CIE non fornisce valori a causa del fatto che la situazione di queste sorgenti è in troppo rapido mutamento.

$$LSF = 1 - z(Cz)/100$$

Considerati i parametri riportati nella tabella IN si ricavano: LLMF 1 LSF: 1

LMF- Il fattore di manutenzione degli apparecchi dipende dallo sporco che si deposita sulla lampada e/o sull'apparecchio lungo un certo periodo di tempo. Nella tabella 3.4 Cie 97:2005 vengono riportati alcuni valori possibili di LMF per differenti tipologie di apparecchi in funzione dell'intervallo di pulizia degli apparecchi, della condizione dell'ambiente e dalla tipologia dell'apparecchio con riferimento alle tabelle 3.1 e 3.2 Cie 97:2005.

Considerati i parametri riportati nella tabella IN si ricava: LMF 0,91

RSMF - Il fattore di manutenzione del locale dipende dalle proporzioni del locale, dai fattori di riflessione delle pareti e dalla distribuzione del flusso luminoso da parte dell'apparecchio di illuminazione. Come per il fattore LMF, anche il fattore RSMF è condizionato dal tipo e dalla quantità di sporco che si deposita, in questo caso sulle pareti. Dalle tabelle 3.6/3.7 e 3.8 Cie 97:2005 si possono ricavare dei valori possibili per il fattore RSMF.

Considerati i parametri riportati nella tabella IN si ricava: RSMF 0,97

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Il valore del fattore di manutenzione FM calcolato influisce sul numero di apparecchi di illuminazione necessari per produrre uno specifico illuminamento. Altri fattori di manutenzione possono essere raggiunti attraverso un'attenta scelta dell'equipaggiamento e ad una elevata frequenza della pulizia delle installazioni. Le normative internazionali (Iso 8995) raccomandano che il fattore di manutenzione non scenda al di sotto di 0,7. Valori possibili sono indicati in tabella 7.

MF=**LLMF*****LSF*****LMF*****RSMF**= sulla base delle considerazioni sopra riportate e riferimenti dei produttori corpi illuminanti sarà considerato un fattore di manutenzione per i calcoli pari a 0,9.

Impianto di illuminazione di emergenza

Sono numerose le situazioni in cui la mancanza di illuminamento ordinario (luce naturale o artificiale) può essere motivo di pericolo per le persone presenti, soprattutto nei luoghi accessibili al pubblico o soggetti ad affollamento in cui, in mancanza di illuminazione ordinaria, è necessario un rapido ed ordinato sfollamento dei locali al fine di evitare pericoli per le persone connessi anche alla possibile insorgenza di fenomeni di panico. In generale, negli ambienti dove si svolgono attività di lavoro dipendente o può esservi presenza di pubblico, leggi e norme specifiche impongono l'installazione di apparecchi per l'illuminazione di emergenza che intervengano automaticamente quando l'illuminazione ordinaria viene a mancare.

Gli apparecchi per l'illuminazione di emergenza devono assicurare in ogni condizione, e non solo in caso di emergenze in atto ma anche di semplici black-out, un livello di illuminamento sufficiente per la sicurezza delle persone; a tale scopo devono, secondo le prescrizioni specifiche, segnalare in modo efficace le vie di esodo, evidenziare passaggi pericolosi quali scale e ostacoli ed evitare il panico per l'improvvisa mancanza di luce negli ambienti affollati. Tutte le regole tecniche di prevenzione incendi relative a luoghi soggetti ad affollamento, quali scuole, uffici, teatri, cinema, ospedali, centri commerciali, ecc., dedicano un'apposita sezione alla illuminazione di sicurezza, definendone i requisiti minimi da assicurare.

Vi sono altre tipologie di luoghi nei quali, seppure le disposizioni di legge non prevedono specifici obblighi, la mancanza dell'illuminazione ordinaria può provocare rischi per la difficoltà di localizzare le uscite, soprattutto se le persone non hanno familiarità con l'ambiente. Esempi di tali luoghi sono i vani comuni delle strutture condominiali (scale, androni ed autorimesse), bar, negozi, locali tecnici, luoghi di culto e caserme. In ogni caso, i rischi connessi ad un impianto di illuminazione di sicurezza assente, inefficiente, o non correttamente realizzato, non sono legati solo all'esposizione agli effetti dell'emergenza che ha dato luogo all'evacuazione, ma anche agli infortuni dovuti a cadute o urti ovvero all'abbandono improvviso di macchine operatrici o di lavorazioni pericolose che scarsi livelli di illuminazione renderebbero altamente probabili. La corretta realizzazione dell'impianto di illuminazione di sicurezza ed il mantenimento nel tempo della sua efficienza costituiscono dunque, oltre che un obbligo normativo o della regola dell'arte, un elemento fondamentale della strategia antincendio di ogni attività.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

La terminologia

Occorre innanzitutto precisare che alcuni dei termini comunemente usati quali illuminazione di emergenza o di sicurezza, in realtà corrispondono a diverse funzioni svolte dall'impianto (Schema 1).



L'illuminazione di emergenza è l'illuminazione destinata a funzionare in assenza di illuminazione ordinaria. Essa comprende l'illuminazione di sicurezza destinata ad assicurare che i mezzi di evacuazione possano essere sempre efficacemente identificati e usati quando è necessaria l'illuminazione ordinaria e di emergenza, e l'illuminazione di riserva che consente di continuare la normale attività senza sostanziali cambiamenti.

Più precisamente, l'illuminazione di sicurezza comprende:

- L'illuminazione di sicurezza per l'esodo per l'identificazione ed utilizzazione in sicurezza del sistema di vie di esodo;
- L'illuminazione antipanico di aree estese è l'illuminazione necessaria affinché le persone possano raggiungere un luogo da cui possa essere identificata una via di esodo;
- L'illuminazione di aree ad alto rischio destinata a garantire la sicurezza delle persone coinvolte in processi di lavorazione o situazioni potenzialmente pericolose e a consentire procedure di arresto adeguate alla sicurezza dell'operatore e degli occupanti dei locali.

Riferimenti normativi

Ad oggi esiste un lungo elenco di attività e luoghi di lavoro per i quali la vigente legislazione in materia di prevenzione incendi e sicurezza nei luoghi di lavoro ne obbliga o raccomanda l'utilizzo. La materia è trattata da diverse disposizioni legislative e norme tecniche, delineando un quadro complesso e talvolta non univoco, neanche nella terminologia. In particolare dell'argomento si occupano:

- l'allegato IV del D.Lgs. 81/08 che definisce i luoghi di lavoro in cui occorre disporre di illuminazione di sicurezza;
- le regole tecniche di prevenzione incendi, che dettano requisiti illuminotecnici per i percorsi di esodo e le aree accessibili al pubblico;
- alcune norme CEI che per determinate attività (edifici storici, locali di pubblico spettacolo, centri commerciali, alberghi, ecc.) definiscono le tipologie di impianti necessarie;

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

- la norma UNI EN 1838, la quale definisce i requisiti illuminotecnici dei sistemi di illuminazione di emergenza, installati in locali in cui essi tali sistemi sono richiesti, ed il lay-out degli apparecchi di illuminazione;
- la norma CEI 34-111, che detta importanti prescrizioni dal punto di vista della continuità di esercizio;
- la norma UNI 11222: "Impianti di illuminazione di sicurezza negli edifici – Procedure per la verifica periodica, la manutenzione, la revisione e il collaudo", nella quale viene indicato cosa deve essere testato, provato, verificato all'interno dell'impianto e quando farlo;
- la norma CEI EN 50172 (CEI 34-111): definisce "come" effettuare le verifiche di cui sopra;
- la norma CEI EN 60598-2-22 che specifica le prescrizioni per gli apparecchi di illuminazione di emergenza.

Innanzitutto, in applicazione del D.Lgs. 81/08 (allegato IV, art. 1.10.3), nei luoghi di lavoro in cui i lavoratori siano particolarmente esposti a rischi in caso di guasto dell'illuminazione artificiale, occorre disporre di un'illuminazione di sicurezza di sufficiente intensità. Sono inoltre prescritti mezzi di "illuminazione sussidiaria" da utilizzare in caso di necessità, adeguati alle condizioni ed alle necessità del loro impiego, tenuti in posti noti al personale e conservati in costante efficienza.

Lo stesso decreto prevede che nei luoghi di lavoro in cui:

- siano presenti più di 100 lavoratori la cui uscita all'aperto in condizioni di oscurità non sia sicura ed agevole;
- quando l'abbandono imprevedibile ed immediato del governo delle macchine o degli apparecchi sia di pregiudizio per la sicurezza delle persone o degli impianti quando si lavorino o siano depositate materie esplodenti o infiammabili e la mancanza di illuminazione costituisca pericolo

L'illuminazione sussidiaria deve essere fornita con mezzi di sicurezza atti ad entrare immediatamente in funzione in caso di necessità e a garantire un'illuminazione sufficiente per intensità, durata, per numero e distribuzione delle sorgenti luminose.

Se detti mezzi non sono costruiti in modo da entrare automaticamente in funzione, i dispositivi di accensione devono essere a facile portata di mano e le istruzioni sull'uso dei mezzi stessi devono essere rese manifeste al personale mediante appositi avvisi.

Le anzidette indicazioni si prestano ad interpretazioni non univoche, e comunque sono limitate solo ad ambienti individuati quali luoghi di lavoro: risulta dunque utile richiamare le regole tecniche di prevenzione incendi che riportano specifici requisiti per l'illuminazione di sicurezza.

Stabilita la durata di progetto dell'illuminazione di sicurezza, è utile ricordare che, oltre a quanto in precedenza riportato, il decreto 81/08 prescrive l'abbandono dei posti di lavoro e l'uscita all'aperto del personale, se necessario ai fini della sicurezza, prima dell'esaurimento delle fonti della illuminazione sussidiaria; ove invece sia prestabilita la continuazione del lavoro anche in caso di mancanza dell'illuminazione artificiale normale, quella sussidiaria (o di riserva, secondo la definizione della UNI EN 1838) deve essere fornita da un impianto fisso atto a consentire la prosecuzione del lavoro in condizioni di sufficiente visibilità (allegato IV, art. 1.10.7).

La norma UNI EN 1838

Per l'illuminazione di emergenza, le norme europee UNI EN 1838 stabiliscono i seguenti requisiti minimi:

- 1) L'illuminazione di emergenza deve fornire una luminosità pari ad almeno il doppio di quella della luna in una notte serena.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

2) L'illuminazione di sicurezza deve segnalare le vie di esodo in modo che siano facilmente identificabili e possano essere agevolmente seguite fino al "luogo sicuro". Per l'illuminazione di sicurezza va tenuto in conto un fattore di manutenzione pari a 0,8. Tale fattore è ricavato da una pubblicazione IEC del 1997 che così lo motiva: "Si utilizzano apparecchi d'illuminazione chiusi, dotati di lampade fluorescenti, che in base alle normative richiedono una manutenzione annua".

Obiettivi dell'illuminazione di sicurezza

- Abbandonare la zona problematica senza pericolo quando venga a mancare la corrente generale;
- Assicurare orientamento e condizioni visive sufficienti nelle vie di fuga e nelle zone di pericolo;
- Trovare facilmente i dispositivi di sicurezza e di estinzione degli incendi.

Obiettivi dell'illuminazione antipanico

- Ridurre la probabilità che si scateni il panico;
- Consentire di raggiungere con sicurezza le vie di fuga;
- Assicurare orientamento e condizioni visive sufficienti.

Obiettivi dell'illuminazione di sicurezza per posti di lavoro particolarmente pericolosi:

In caso di situazioni e processi lavorativi potenzialmente pericolosi sono previsti requisiti particolari. La sicurezza del personale e di tutti i presenti richiede infatti adeguate misure di spegnimento, per esempio in caso di:

- macchine in movimento;
- laboratori con sostanze pericolose;
- posti di lavoro di sorveglianza.

Illuminazione di sicurezza per vie di fuga

Illuminamento						
$E_{\text{minimo}} = 1 \text{ lx}$ (illuminamento orizzontale minimo sul pavimento)						
Uniformità						
$E_{\text{massimo}} : E_{\text{minimo}} \leq 40 : 1 \text{ lx}$ $d < 4 \text{ h installazione}$						
Limitazione dell'abbagliamento						
h/m	< 2,5	$2,5 \leq h < 3$	$3 \leq h < 3,5$	$3,5 \leq h < 4$	$4 \leq h < 4,5$	$\geq 4,5$
L_{mtr}/cd	500	900	1600	2500	3500	5000
I valori di questa tabella all'interno della zona da 60° a 90° rispetto alla verticale non devono essere superati in tutte le angolature azimutali.						
Resa del colore						
$R_a \geq 40$						
Autonomia nominale nelle vie di fuga						
UNI EN 1838 art. 4.2.5 e art. 4.3.5						
1 ora						
Velocità di accensione						
UNI EN 1838 art. 4.2.6 e art. 4.3.6						
Entro 5 secondi al 50 %, entro 60 secondi al 100 % dell'illuminamento previsto						

Requisiti dell'illuminazione di sicurezza:

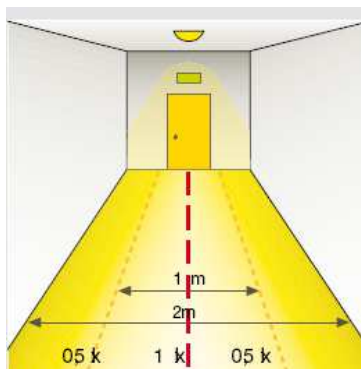
- Condizioni di visibilità necessarie per misure di evacuazione;
- Installazione degli apparecchi ad almeno 2 m sopra il pavimento per essere ben visibili;

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commissa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

- Pittogrammi segnaletici illuminati o retroilluminati lungo la via di fuga;
- Indicazioni sulla direzione da prendere per raggiungere l'uscita di emergenza;
- Mantenimento dell'uniformità;
- Evitare l'abbagliamento fisiologico.

Illuminamento corridoi e vie di fuga fino a 2 m di larghezza:

- minimo 1 lx sull'asse centrale
- alla metà della larghezza 0,5 lx



Verifiche (situazione generale, per indicazioni specifiche fare riferimento alla norma/legislazione specifica dell'ambiente)

Per una corretta rispondenza dell'impianto alla regola dell'arte e per mantenerne l'efficienza nel tempo, occorre procedere alla verifica di prima installazione ed a quelle periodiche. Nel primo caso, a impianto installato è necessario verificare:

- Funzionalità (accensione e spegnimento al mancare della rete e tramite comandi, se presenti);
- Livello di illuminamento;
- Autonomia;
- Indipendenza delle linee (gruppi centralizzati);
- Posizionamento apparecchi e comandi di inibizione.

Circa le verifiche periodiche, la frequenza è stabilita dalla norma UNI 11222:

a) ogni settimana

- verifica della operatività del sistema di inibizione, ove presente;
- verifica delle indicazioni/segnalazioni fornite dal pannello/display del gruppo soccorritore (sistema di alimentazione centralizzata);

b) ogni mese:

- verifica dell'effettivo intervento in emergenza di tutti gli apparecchi;
- verifica delle condizioni costruttive degli apparecchi con eventuale sostituzione delle lampade o dei particolari di materia plastica danneggiati;
- verifica delle corrette operazioni del sistema nel funzionamento di emergenza mediante le indicazioni/segnalazioni fornite dallo stesso (sistema di alimentazione centralizzata)

c) ogni sei mesi:

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

- manutenzione periodica;
- d) ogni anno (consigliata semestrale):
 - verifica complessiva dell'efficienza degli apparecchi di sicurezza o dell'alimentazione centralizzata (gruppo soccorritore) e del rispetto dei requisiti illuminotecnici di progetto;
- e) ogni 2 anni:
 - sostituzione della sorgente luminosa e, se necessario, della batteria, degli apparecchi con funzionamento di tipo permanente (sempre accesi);
- f) dopo 2 anni e successivamente ogni 4 anni:
 - revisione dell'impianto.

Il D.M. 22 gennaio 2008 n. 37 prevede l'obbligo di affidare la manutenzione straordinaria degli impianti ad imprese abilitate ai sensi dell'art. 3 del medesimo decreto. Per la manutenzione ordinaria non impone alcun requisito ma il titolare dell'attività ha comunque l'obbligo, almeno per il controllo periodico e la manutenzione ordinaria, di avvalersi di personale competente e qualificato (art. 6.4 dell'all.IV al D.M. 10/3/1998, riferito agli impianti di protezione antincendio).

In generale le verifiche periodiche sugli impianti elettrici devono essere eseguite da persona esperta, competente nella verifica (art. 62.1.6 CEI 64-8/6), ossia avente conoscenze tecniche o esperienza (art. 29.1 CEI 64-8/2). Si suggerisce pertanto l'opportunità di avvalersi di imprese abilitate, a maggior tutela, ovvero di avviare il personale incaricato ad appositi corsi o programmi di formazione, addestramento e aggiornamento, in base al tipo di operazione, al tipo di impianto su o in vicinanza del quale si deve operare ed infine tenuto conto delle condizioni ambientali, contingenti e di supervisione da parte di personale più preparato.

Infine, quando la verifica comporta l'intervento su impianti o apparecchi elettrici con accesso alle parti attive (sotto tensione o fuori tensione) nell'ambito del quale, se non si adottano misure di sicurezza, si è in presenza di rischio elettrico, essa si configura come "lavoro elettrico" e pertanto trova applicazione la specifica disciplina di cui al capo III del D.Lgs. 81/08 ed alla norma CEI 11-27.

Registro dei controlli

L'esito dei controlli deve essere verbalizzato e tenuto a disposizione dell'autorità di vigilanza (art.86 comma 3 D.Lgs. 81/08). Le stesse norme CEI sull'esercizio degli impianti elettrici indicano che i risultati delle ispezioni e le eventuali azioni correttive devono essere registrati, in accordo con le prescrizioni locali e nazionali (art. 5.3.3.6 della norma CEI EN 50110-1 e, per i locali di pubblico spettacolo, art.752.60.8 della norma CEI 64-8/7).

In relazione alle precedenti considerazioni, il documento che riassume tale attività può essere costituito dal registro dei controlli previsto dall'art 6 del D.P.R. 1 agosto 2011 n.151. Si segnala che, in base all'art. 62.2.2 della norma CEI 64-8/6, negli impianti elettrici estesi (per esempio in grandi industrie) soggetti ad un adeguato e sicuro regime di sorveglianza, prove e di manutenzione continue degli impianti e dei loro componenti, non è necessario eseguire le verifiche periodiche e formalizzare i risultati.

In tal caso, il possibile contrasto con i riferimenti citati in precedenza può essere ovviato attraverso la verifica dell'esistenza di procedure che riportino nel dettaglio le modalità di svolgimento di tale attività.

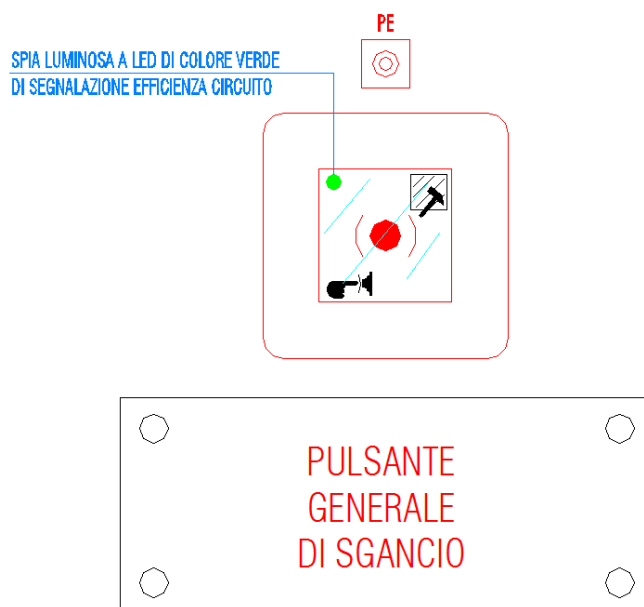
STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Comando di emergenza impianto fotovoltaico

Sarà realizzato tramite Interruttore con bobina di sgancio "a lancio di corrente", azionato da pulsante con contatto in chiusura (normalmente aperto). In questo caso il contatto del pulsante è normalmente aperto e la bobina non è percorsa da corrente. La norma CEI 64-8 permette questa soluzione solo se accompagnata da una segnalazione luminosa che indichi la funzionalità del circuito. Occorre, in pratica, collegare in parallelo al contatto del pulsante una lampada a basso consumo di colore verde, la cui accensione è indice di presenza di tensione sul circuito e quindi di comando di emergenza pronto ad intervenire. Se la lampada è spenta significa che il circuito di alimentazione della bobina è interrotto. Poiché questo tipo di segnalazione non è comprensibile da tutti, è consigliato l'utilizzo della bobina a lancio di corrente solo in impianti dove è presente personale addestrato. In caso di incendio potrebbe provocare il cortocircuito dei contatti e determinare l'impossibilità del funzionamento del comando di emergenza. La situazione potrebbe risolversi utilizzando per il circuito di comando di emergenza un cavo resistente al fuoco (CEI 20-36). In questo circuito con il pulsante di emergenza può disalimentare un massimo di due bobine di sgancio a lancio di corrente.

Il comando di emergenza deve essere collocato in posizione facilmente accessibile, deve essere accessibile solo a personale addestrato, deve essere facilmente identificabile. Quando, per esigenze funzionali e operative non è possibile installare lo sgancio di emergenza in posizione accessibile solo a personale addestrato e questo risulta accessibile a chiunque, è necessario che sia racchiuso in custodia frangibile. In alternativa è possibile installare il comando all'interno del locale, in genere nelle immediate vicinanze dell'ingresso, segnalandone in maniera chiara il posizionamento.

La lampada, che quando è accesa segnala la continuità del circuito deve essere di colore verde perché questo colore indica che il sistema è sicuro (CEI 16-3).



STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Documentazione finale

Al termine dei lavori sull'impianto elettrico la ditta installatrice dovrà rilasciare la seguente documentazione:

<ul style="list-style-type: none"> Dichiarazione di conformità relativa agli interventi eseguiti completa degli allegati obbligatori (iscrizione alla camera di commercio, elenco marche utilizzate, ecc.)
<ul style="list-style-type: none"> Libretti di uso e manutenzione relative alle apparecchiature installate e libretti di garanzia delle apparecchiature installate,
<ul style="list-style-type: none"> Dichiarazione del responsabile sull'avvenuta istruzione del personale addetto all'uso dell'impianto alle nuove apparecchiature installate
<ul style="list-style-type: none"> Disegni "AS BUILT" a fine lavori completo dei disegni planimetrici, degli schemi elettrici dei quadri e di tutta la documentazione necessaria facente parte il progetto redatta in triplice copia in formato cartaceo
<ul style="list-style-type: none"> Certificazione CE dei quadri elettrici installati con stesura dell'apposito documento di prova e fascicolo tecnico indicante le prove di tipo, il collaudo, il calcolo della sovratemperatura (ove richiesto) secondo le normative vigenti
<ul style="list-style-type: none"> Registro delle verifiche iniziali relativo agli impianti realizzati e/o modificati (con relativo svolgimento delle verifiche iniziali e delle prove strumentali previste, quali resistenza di terra, prove di isolamento, prove di intervento differenziali, prove di continuità, ecc)
<ul style="list-style-type: none"> Un verbale redatto a computer con programma di videoscrittura per eseguire le verifiche periodiche ai sensi delle leggi e normative vigenti. Suddetto verbale dovrà essere consegnato in formato cartaceo ed informatico.
<ul style="list-style-type: none"> Un verbale redatto a computer con programma di videoscrittura per eseguire le manutenzioni degli impianti elettrici in funzione delle apparecchiature installate (impianti di forza motrice, luce ed impianti speciali). Suddetto verbale dovrà essere consegnato in formato cartaceo ed informatico.

Il tutto dovrà essere consegnato in apposita busta o contenitore rigido.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

CAP. 4 IMPIANTO DI TERRA E COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI.

L'impianto di terra risulta escluso dal presente progetto in quanto esistente. Verranno di seguito riportate le indicazioni per un corretto coordinamento per la protezione contro i contatti indiretti e per i collegamenti equipotenziali.

Definizioni:

Conduttore di protezione "PE"

Conduttore prescritto per alcune misure di protezione contro i contatti indiretti per il collegamento di alcune delle seguenti parti: masse, masse estranee, collettore (o nodo) principale di terra. La sezione dei conduttori di protezione sarà determinata come descritto al capitolo 54 della Norma CEI 64-8.

Si dovrà comunque tenere conto che ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione in ogni caso non sia inferiore a:

- 2,5 mmq se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mmq se non è prevista una protezione meccanica.

Conduttore di terra "CT"

Conduttore di protezione che collega il collettore principale di terra (o nodo) al dispersore o i dispersori tra loro. Il conduttore di terra deve essere conforme alle sezioni minime indicate per i conduttori di protezione, ed inoltre deve essere in accordo con la tabella 54A della Norma CEI 64-8.

Conduttore equipotenziale principale "EQP" e supplementare "EQS"

Conduttore destinato ad assicurare il collegamento equipotenziale. I conduttori equipotenziali principali avranno una sezione minima non inferiore a metà di quella del conduttore di protezione maggiore, con un minimo di 6 mmq.

Le masse estranee più comuni che dovranno essere collegate alla barra di terra principale sono:

- le tubazioni dell'acqua;
- le tubazioni del riscaldamento;
- le tubazioni del gas;
- le tubazioni dell'aria compressa.

Dispersori

I dispersori intenzionali possono essere costituiti da:

- tondi, profilati, tubi;
- nastri, corde;
- piastre;
- conduttori posti nello scavo di fondazione.

I dispersori di fatto possono essere costituiti da:

- ferri di armatura nel calcestruzzo incorporato nel terreno;
- tubazioni metalliche dell'acqua, purché siano soddisfatte le condizioni dell'articolo 542.2.5 CEI 64-8;
- altre strutture interrato adatte allo scopo (pozzi metallici, tubazioni interrate, ecc.)

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 - Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Il tipo e la profondità di posa dei dispersori deve essere tale che eventuali fenomeni di congelamento o essiccamento del terreno non varino in modo rilevante il valore della resistenza di terra. La dimensione minima e la natura dei dispersori devono rispettare le tabelle 542.2.3 e 542.2.4 CEI 64-8.

Coordinamento con le protezioni differenziali

Vengono di seguito riportate le indicazioni per consentire un corretto coordinamento con le protezioni differenziali contro i contatti indiretti.

L'impianto di terra e l'equipotenzializzazione delle masse, costituiscono un valido mezzo per la protezione contro i contatti indiretti, cioè contatti con parti metalliche normalmente non in tensione ma che potrebbero esserlo per cedimento dell'isolamento principale o per guasto meccanico.

Queste parti metalliche (carpenterie dei quadri, carcasse di macchine elettriche, passerelle portacavi ecc.) vengono a tal scopo collegate all'impianto di terra per evitare che possano assumere un potenziale diverso da quello del terreno.

L'impianto in questione dovrà rispondere alle specifiche contenute nella Norma CEI 64-8. Dovendo coordinare l'impianto di terra con i dispositivi di intervento per la sicurezza elettrica contro i contatti indiretti (in questo caso gli interruttori differenziali), è necessario calcolare il valore massimo di resistenza che l'impianto dovrà possedere per permettere il corretto funzionamento delle protezioni. Per gli impianti TT la Norma CEI 64-8 prevede l'eliminazione di tensioni sulle masse superiori a 50 V (art. 413.1.4.2).

Da ciò si deriva che, essendoci la necessità di coordinare le protezioni differenziali con l'impianto di terra ed essendo 1A la più alta corrente di intervento differenziale si ricava che la resistenza di terra non dovrà superare il valore di:

$$R_t \leq 50 \text{ V} / 1 \text{ A}$$

$$R_t \leq 50 \text{ ohm}$$

Misura della resistenza dell'impianto di terra

La misura del valore della resistenza di terra risulta necessaria per verificare la protezione contro i contatti indiretti; essa dovrà essere prima dell'inizio dei lavori. Nel caso la misura del valore della resistenza di terra fornisca un risultato superiore a quello massimo ammesso sarà necessaria l'integrazione dell'impianto con altri dispersori per abbassarne la resistenza (intervento escluso dal presente progetto).

Descrizione impianto di terra:

L'impianto di terra è già esistente ed è a servizio del municipio.

Collegamenti equipotenziali:

Tutte le masse estranee entranti nell'edificio, dovranno essere collegate alla barra equipotenziale utilizzando conduttori di rame isolati in PVC tipo FS17. Dalla barra equipotenziale posata in prossimità del quadro elettrico principale, partiranno i conduttori per collegare all'impianto di terra tutte le tubazioni dell'acqua e del metano per la realizzazione di collegamenti equipotenziali delle masse e supplementari richiesti dalla Norma CEI 64-8. I collegamenti equipotenziali alle tubature dell'acqua e metano saranno realizzati con conduttori FS17 sezione 16 mmq di colore giallo/verde. Le giunzioni dovranno essere conformi a quanto prescritto dalle Norme CEI

STUDIO Elettrotecnico ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

64-8. Le nuove giunzioni dovranno essere eseguite con saldatura autogena forte o con robusti manicotti o morsetti che assicurino un contatto equivalente a quello della saldatura. Le giunzioni dovranno essere protette contro la corrosione. I morsetti ed i bulloni usati saranno in acciaio zincato a caldo o in rame indurito o in acciaio inossidabile. È ammesso l'uso di bulloni zincati elettroliticamente, purché dopo la posa in opera si proceda ad una accurata verniciatura.

I collegamenti non dovranno essere eseguiti sulle tubazioni in gres e in PVC.

CAP. 5 QUADRI ELETTRICI.

Generalità

La carpenteria sarà realizzata con materiali desumibili dalla descrizione dell'intervento con grado di protezione adeguato alla classe del luogo, completa di piastra di fondo per il supporto delle apparecchiature di cablaggio, pannelli finestrati e ciechi rispettivamente per gli interruttori, le altre apparecchiature elettriche e la morsettiera componibile, guide di supporto apparecchiature e staffe di fissaggio. I materiali avranno resistenza all'invecchiamento ed alla fiamma.

Particolare cura sarà prestata per rispettare il grado di tenuta per le condutture di attraversamento.

Le canaline per il cablaggio saranno in PVC con coperchio applicabile a pressione, i conduttori per il cablaggio saranno di tipo FS17 con sezione minima 1,5 mmq.

Ogni conduttore ed ogni apparecchio contenuto nella carpenteria, dovrà essere chiaramente identificabile con sigla di riferimento nello schema elettrico.

Gli apparecchi montati sul fronte del quadro avranno targhette in materiale plastico indicanti la funzione.

All'interno del quadro elettrico sarà posta la morsettiera, del tipo componibile si guida DIN, alla quale si attesteranno tutte le linee in arrivo ed in partenza, sarà posta orizzontalmente e nella parte inferiore.

Tutti i componenti del quadro elettrico dovranno possedere il marchio CE.

Ogni quadro deve essere fornito di una o più targhe, scritte in maniera indelebile e poste in modo da essere visibili.

Le informazioni riportate sulla targa devono essere le seguenti:

- Nome o marchio di fabbrica del Costruttore.

Nota - Come Costruttore viene considerata quella organizzazione che si assume la responsabilità dell'apparecchiatura finita.

- L'identificazione del tipo o numero di identificazione o un altro mezzo di identificazione che permetta di ottenere dal Costruttore tutte le informazioni indispensabili.

- Numero identificativo del quadro elettrico secondo le tavole di progetto.

Tutti i quadri elettrici dovranno possedere il marchio CE apposto dal Costruttore.

I quadri elettrici dovranno essere provvisti della documentazione conforme alle Norme CEI 17-113, CEI 17-114 e CEI 23-51.

Il Costruttore avrà cura di compilare e conservare, per ogni quadro elettrico, un fascicolo tecnico indicante le caratteristiche principali e gli esiti delle prove previste dalla normativa vigente.

Insieme al quadro elettrico verrà consegnato lo schema elettrico aggiornato e le chiavi delle serrature.

I quadri elettrici contemplati nel presente progetto a cui si rimanda ai relativi schemi elettrici sono i seguenti:

Nuovo quadro elettrico centrale termica– SCHEMA QCT

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

CAP. 6A IMPIANTO FORZA MOTRICE E LUCE

L'impianto elettrico di forza motrice e luce viene descritto nelle tavole di progetto, dove vengono riportate le caratteristiche principali dei componenti utilizzati e gli interventi da eseguire.

Per l'efficientamento energetico è prevista la sostituzione dei corpi illuminanti esistenti attualmente con lampade fluorescenti ed alogene, con nuovi corpi illuminanti con lampade a LED (si rimanda ai capitoli seguenti).

Saranno previsti dei nuovi collegamenti elettrici e le linee saranno a bassa emissione di fumi FG160M16 di sezione adeguata e coordinata con la protezione installata a monte.

All'interno dei locali sarà prevista la sostituzione dei corpi illuminanti di illuminazione ordinaria per l'efficientamento energetico ed il rispetto dei requisiti previsti dalla norma UNI EN 12464:2021 soprattutto in termini di uniformità.

L'attuale impianto di illuminazione all'interno dei locali è realizzata con corpi illuminanti principalmente posati in controsoffitto dove sono presenti diverse tipologie di controsoffitto, da doghe, a pannelli a quadrotti 600x600 in lamiera metallica.

Sarà previsto il rifacimento dei controsoffitti in alcuni locali per consentire la posa del nuovo impianto di illuminazione.

La nuova disposizione dei corpi illuminanti (come riportato all'interno delle tavole di progetto) prevede la ridistribuzione dei corpi su illuminanti.

La gestione dell'impianto sarà affidata a rilevatori di presenza con sensore di luminosità ed illuminamento con due zone di rilevamento (una sul lato finestrato ed una sul lato interno).

Tale sistema sarà collegato a uno/due pulsanti installati all'ingresso della stanza in sostituzione degli interruttori attualmente installati.

La distribuzione delle nuove linee avverrà nel controsoffitto ed i collegamenti saranno da realizzarsi per l'alimentazione elettrica ed il comando DALI che consentirà la regolazione automatica del flusso luminoso in funzione dell'apporto di luce naturale.

Per la tipologia dei corpi illuminanti da installare si rimanda alle tavole planimetriche ed ai capitoli successivi.

Saranno integrate le lampade di illuminazione di emergenza come previsto dalla UNI EN 1838.

Viene previsto l'asservimento elettrico al nuovo impianto di riscaldamento dove verrà sostituita la caldaia esistente, i circolatori ed il sistema di gestione (fornito dall'idraulico).

L'impianto elettrico della centrale termica è escluso dal presente progetto se non le lavorazioni necessarie all'asservimento elettrico delle apparecchiature meccaniche.

Sarà previsto il rifacimento del quadro elettrico centrale termica esistente, come riportato nello schema unifilare allegato alla presente relazione tecnica.

Per l'impianto fotovoltaico si rimanda alla relazione tecnica specifica allegata al presente progetto.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

CAP. 6B IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE - DESCRIZIONE DELLE SOLUZIONI TECNICHE ESECUTIVE

Gli impianti di illuminazione artificiale devono essere realizzati in modo da evitare fenomeni di abbagliamento per gli alunni. A tal fine per le sorgenti di illuminazione, l'indice di abbagliamento dovrà rientrare nei limiti indicati dalla norma UNI EN 12464-1:2021. I corpi illuminanti previsti risultano certificati per $UGR > 19$ nelle condizioni di utilizzo definito a progetto.

All'interno dell'allegato LX viene identificato il prospetto secondo la norma sopra specificata riportando i livelli di illuminamento ed uniformità.

Premessa:

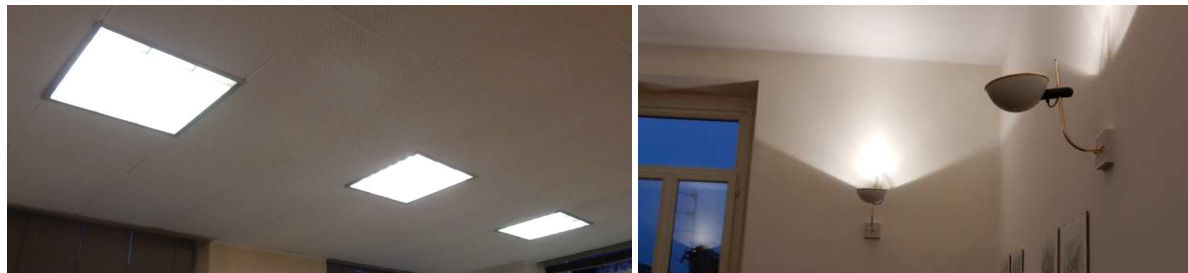
L'obiettivo del presente progetto riguarda l'efficientamento energetico dell'illuminazione ordinaria in conformità a quanto previsto dalla norma UNI EN 12464-1:2021

<ul style="list-style-type: none"> • Illuminazione secondo norma UNI EN 12464-1 : 2021 	Uffici 34	Em (lx)	UGRL	U0	Ra
	Archiviazione, copiatura, ecc – 34.1	300	19	0,40	80
	Scrittura, dattilografica, lettura, elaborazione dati – 34.2	500	19	0,60	80
	Disegno tecnico – 34.3	750	16	0,70	80
	Postazioni CAD – 34.4	500	19	0,60	80
	Sale conferenze e riunioni – 34.5.1	500	19	0,60	80
	Tavolo conferenze– 34.5.2	500	19	0,60	80
	Banco della reception – 34.6	300	22	0,60	80
	Archivi – 34.7	200	25	0,40	80

Descrizione impianto esistente:

L'impianto esistente è composto da corpi illuminanti fluorescenti con lampade da 36/58W con ottica dark light installati in controsoffitto e corpi illuminanti con lampade alogene da 50/500W posati a parete e soffitto a tutta luce.

La potenza effettivamente consumata dal singolo corpo illuminante fluorescente risulta essere più alta per il consumo degli alimentatori come riportato nel prospetto a seguire. Il comando luce avviene con interruttori unipolari installati all'interno della stanza. Sono presenti due accensioni luci.



STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			



Attualmente l'impianto prevede (dei corpi oggetto di sostituzione):

	Potenza W*	Q.tà	Potenza W
Plafoniera fluorescente da 2x18W	43,20	4	172,80
Plafoniera fluorescente da 2x36W	86,40	28	2.419,20
Plafoniera fluorescente da 2x58W	139,20	4	556,80
Plafoniera fluorescente da 3x18W	64,80	23	1.490,40
Plafoniera fluorescente da 1x32W	76,80	7	537,60
Plafoniera incandescenza 60W	60,00	1	60,00
Plafoniera alogena 50W	50,00	4	200,00
Plafoniera alogena 500W	500,00	7	3.500,00
POTENZA TOTALE			8.936,80

Modalità di smaltimento dei corpi illuminanti e del materiale esistente:

E' previsto lo smaltimento dei corpi illuminanti riportati al punto precedente e relativi accessori di fissaggio.

Nell'ambito delle opere di efficientamento energetico dell'area da gioco, è prevista la completa rimozione degli apparecchi dotati di ioduri metallici. Tali sorgenti, contenenti sostanze tossiche o nocive, dovranno essere smaltite secondo le Norme e Direttive vigenti come rifiuto RAEE. Il loro smantellamento e sostituzione con sorgenti non contenenti sostanze tossiche (LED) permetterà di ridurre drasticamente l'impatto ambientale dell'impianto.

Descrizione nuovo impianto di illuminazione:

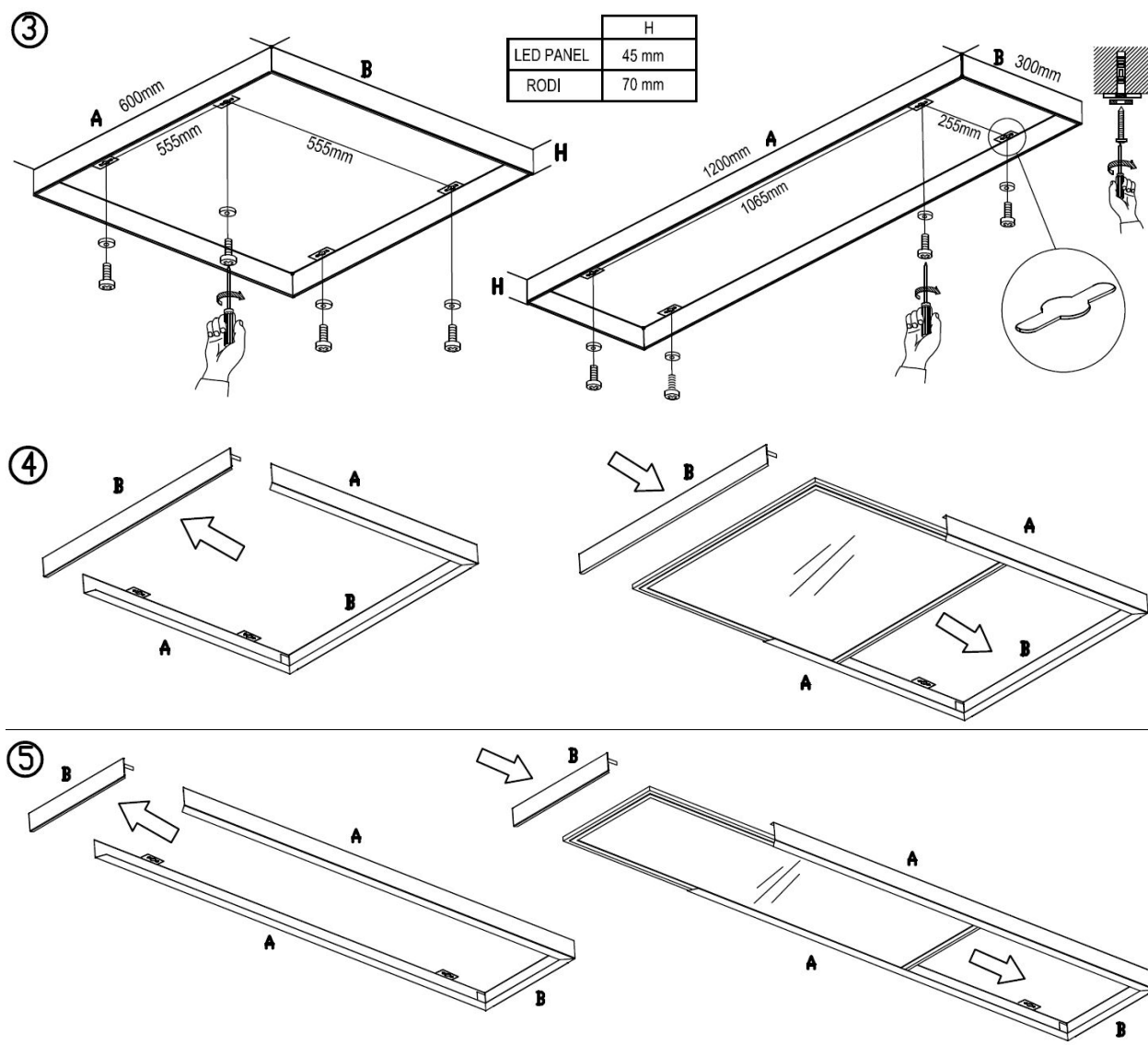
Il nuovo impianto di illuminazione sarà realizzato con corpi illuminanti posati in controsoffitto, sospeso o a parete della tipologia riportate nelle schede ST. Saranno utilizzati corpi a LED di ultima generazione con CRI > 80 a 4000°K con ottiche ad UGR controllato. I punti luce ed i sistemi saranno da rivedere i punti luce come riportato nel capitolo precedente.

Modalità di fissaggio, sostegno e collegamento elettrico:

La posa dei corpi illuminanti dovrà essere realizzata con appositi accessori che andranno a fissarsi sulla struttura esistente in cartongesso. Sarà prevista la posa a vista con apposita struttura che con tasselli andranno a fissarsi a soffitto nel laterizio.

Si riportano le modalità di installazione generiche per il telaio di contenimento dei pannelli LED.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			



Effetto Flicker:

I driver utilizzati risultano rispondenti alla IEEE 1789.

Per ulteriori indicazioni fare riferimento agli allegati di progetto e computo metrico estimativo.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

CAP. 6C ANALISI ENERGETICA

I nuovi corpi illuminanti a LED previsti hanno un assorbimento totale di 2.0254W. La riduzione della potenza installata nominale da 8.936,80W a 2.025 W riduce di oltre il 75% la potenza installata dell'impianto di illuminazione efficientato.

	Potenza W*	Q.tà	Potenza W
Plafoniera fluorescente da 2x18W	43,20	4	172,80
Plafoniera fluorescente da 2x36W	86,40	28	2.419,20
Plafoniera fluorescente da 2x58W	139,20	4	556,80
Plafoniera fluorescente da 3x18W	64,80	23	1.490,40
Plafoniera fluorescente da 1x32W	76,80	7	537,60
Plafoniera incandescenza 60W	60,00	1	60,00
Plafoniera alogena 50W	50,00	4	200,00
Plafoniera alogena 500W	500,00	7	3.500,00
POTENZA TOTALE			8.936,80

	Potenza W*	Q.tà	Potenza W
Plafoniera a LED 33W	33,00	49	1.617,00
Plafoniera a LED 40W	40,00	6	240,00
Plafoniera a LED 24W	24,00	7	168,00
POTENZA TOTALE			2.025,00

In ogni singolo locale oggetto di intervento la potenza installata sarà superiore al -75% dell'attuale potenza installata.

All'interno dei locali sarà previsto un sistema automatico di gestione dell'illuminazione in funzione dell'apporto di luce naturale e della presenza persona. Questo consentirà un'ulteriore riduzione dei consumi elettrici oltre il 80% previsto per la sola riduzione della potenza installata.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

CAP. 7 CALCOLI ESECUTIVI DEGLI IMPIANTI.*Calcolo illuminotecnico*

I calcoli illuminotecnici effettuati vengono riportato nell'allegato LX.

Dimensionamento dei cavi

Saranno impiegati conduttori rispondenti alle Norme costruttive stabilite dal CEI, alle Norme dimensionali stabilite dall'UNEL e dotati di marchio IMQ in relazione alla classificazione dei vari ambienti ed al servizio svolto saranno utilizzati i seguenti tipi di cavo:

Cavo FS17

Cavo flessibile unipolare isolato in PVC qualità S17 senza guaina, conduttore in rame rosso classe 5, tensione nominale Uo/U 450/750 V, sigla di designazione FS17, non propagante l'incendio secondo le Norme CE EN 50525 e CEI-UNEL 35716.

Cavo FG17

Cavo flessibile unipolare isolato con mescola elastomerica HEPR di qualità G17 a basso sviluppo di fumi opachi LSOH, conduttore in rame rosso ricotto classe 5, tensione nominale Uo/U 450/750 V, sigla di designazione FG17, non propagante l'incendio secondo le Norme CEI 20-38 e CEI UNEL 35310.

Cavo FG16OR16

Cavo flessibile multipolare isolato in gomma G16, guaina in PVC speciale di qualità R16, conduttore a corda rotonda flessibile in rame rosso ricotto, tensione nominale Uo/U 0,6/1 KV, sigla di designazione FG16OR16, non propagante l'incendio secondo le Norme CEI 20-13, CEI-UNEL 35318 e CEI-UNEL 35322.

Cavo FG16R16

Cavo flessibile unipolare isolato in gomma G16, guaina in PVC speciale di qualità R16, conduttore a corda rotonda flessibile in rame rosso ricotto, tensione nominale Uo/U 0,6/1 KV, sigla di designazione FG16R16, non propagante l'incendio secondo le Norme CEI 20-13 e CEI-UNEL 35318.

Cavo FG16OM16

Cavo flessibile multipolare isolato in gomma di qualità G16, conduttore in rame rosso ricotto, guaina termoplastica speciale in gomma di qualità M16, cavo a bassissima emissione di fumi e gas tossici, tensione nominale Uo/U 0,6/1 KV, sigla di designazione FG16OM16, non propagante l'incendio secondo le Norme CEI 20-13, CEI UNEL 35324 e CEI UNEL 35328.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Cavo FTG180M16

Cavo flessibile multipolare resistente al fuoco isolato in gomma di qualità G18, esente da alogeni, non propagante l'incendio e a basso sviluppo di fumo, conduttore in rame rosso ricotto classe 5, guaina termoplastica speciale in gomma di qualità M1, tensione nominale Uo/U 0,6/1 KV, sigla di designazione FTG100M1, non propagante l'incendio e resistente al fuoco secondo le Norme CEI 20-45, 20-37 e CEI EN 50200.

Per la determinazione della portata dei cavi (I_z) in regime permanente, sarà impiegata la tabella CEI-UNEL 35024 fascicolo 3517 applicando i coefficienti di riduzione relativi alle condizioni di installazione ed al raggruppamento dei cavi, considerando una temperatura ambiente di 30°C.

Formula

La portata I_z di un cavo viene calcolata secondo la seguente formula:

$$I_z = I_o \times k_1 \times k_2$$

Dove	I_z	portata
	I_o	portata in aria a 30°C relativa al metodo di installazione previsto, ricavata dalle Tabelle I e II Norma CEI-UNEL 35025/2
	k_1	fattore di correzione per temperature ambiente diverse da 30°C Tabella III Norma CEI-UNEL 35025/2
	k_2	fattore di correzione per più circuiti installati in fascio o strato Tabella IV, V o VI Norma CEI-UNEL 35025/2

Le portate di corrente calcolate come sopra descritto per ogni linea di alimentazione sono indicate sui rispettivi quadri elettrici

In ogni caso la sezione dei cavi non sarà inferiore a:

- 0,25 mmq per i servizi telefonici
- 1 mmq per i servizi di segnalazione
- 1,5 mmq per i servizi di energia normale
- 2,5 mmq per le utenze F.M. (prese)

I cavi saranno contrassegnati in modo da indicare chiaramente il servizio al quale sono destinati.

I cavi unipolari avranno le seguenti colorazioni:

- Conduttore di terra giallo/verde
- Conduttore di neutro blu chiaro
- Conduttore di fase nero, marrone, grigio

Il colore giallo/verde sarà riservato esclusivamente al conduttore di terra e non dovrà mai essere utilizzato per altri conduttori che non devono inoltre risultare di un solo colore.

Il colore blu chiaro sarà normalmente usato per il conduttore di neutro. In ogni caso la colorazione delle guaine dei conduttori di cavi multipolari sarà in accordo con la tabella CEI-UNEL 000722.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Calcolo della caduta di tensione

La caduta di tensione tra la fonte di energia e l'utilizzatore più lontano non sarà superiore al 4%.

Per calcolare la caduta di tensione si utilizzeranno le seguenti formule:

Trifase

$$dV\% = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L}{V_2} \cdot (r_L \cdot \cos \phi_i + x_L \cdot \sin \phi_i) \cdot 100$$

Monofase

$$dV\% = \frac{2 \cdot I \cdot L}{V_2} \cdot (r_L \cdot \cos \phi_i + x_L \cdot \sin \phi_i) \cdot 100$$

Dove	I	corrente nominale transitante
	L	lunghezza linea
	V	tensione nominale a inizio linea
	r _L	resistenza chilometrica di linea
	x _L	reattanza chilometrica di linea
	φ _i	angolo di sfasamento tra tensione e corrente

I risultati dei calcoli effettuati per la verifica della caduta di tensione di ogni singola partenza sono riportati nei rispettivi schemi elettrici.

STUDIO ELETOTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

CAP. 8 CONSEGNA, VERIFICHE E COLLAUDO DEGLI IMPIANTI

Dopo la data di ultimazione dei lavori ed il rilascio del relativo certificato, si dovrà procedere al collaudo degli impianti che potrà essere preceduto, su richiesta del Committente o della Ditta Appaltatrice, da una verifica provvisoria degli impianti.

Verifica provvisoria

Lo scopo della verifica provvisoria è accertare che gli impianti siano in condizione di poter funzionare normalmente e che siano state rispettate le norme di legge per la prevenzione degli infortuni. Nel corso della verifica provvisoria devono essere eseguiti i seguenti controlli:

- stato di isolamento dei circuiti;
- continuità elettrica dei circuiti;
- grado di isolamento e sezioni dei conduttori;
- efficienza dei comandi e delle protezioni nelle condizioni di massimo carico previsto;
- efficienza delle protezioni contro i contatti indiretti.

La verifica provvisoria ha lo scopo di consentire, in caso di esito favorevole, l'inizio del funzionamento degli impianti ad uso degli utenti a cui sono destinati.

Collaudo definitivo degli impianti

Il collaudo definitivo degli impianti deve avere inizio entro la data prevista dal Capitolato speciale d'appalto oppure, in difetto, entro e non oltre sei mesi dalla data del certificato di ultimazione dei lavori. Scopo del collaudo definitivo è quello di accertare che gli impianti siano in tutto corrispondenti a quanto precisato nel Capitolato speciale d'appalto, tenendo anche conto delle eventuali modifiche concordate.

Il collaudo deve verificare la rispondenza dell'impianto alle:

- disposizioni di legge;
- prescrizioni dei VV.FF.;
- prescrizioni particolari concordate in sede di offerta;
- Norme CEI relative al tipo di impianto.

Relativamente alla rispondenza dell'impianto alle Norme CEI, le verifiche che devono sempre essere effettuate, oltre ovviamente a quelle specifiche a seconda del tipo e della destinazione dell'impianto, sono quelle elencate nel seguito:

Esame a vista, in cui si deve accertare:

- che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle Norme in generale e delle Norme specifiche di riferimento per l'impianto installato;
- che il materiale elettrico sia conforme alle relative Norme, sia scelto correttamente ed installato in modo conforme alle prescrizioni normative e che non presenti danni visibili che possano compromettere la sicurezza (occorre in particolare verificare la conformità alle prescrizioni degli art. 511.1 e 611.2 della Norma CEI 64-8);
- che le distanze delle barriere e delle altre misure di protezione siano state rispettate;
- che vi sia la presenza di adeguati dispositivi di sezionamento e di interruzione;

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

- che la scelta delle apparecchiature sia conforme a quanto previsto nel Capitolato speciale d'appalto;
- che vi sia l'identificazione dei conduttori di neutro e di protezione, l'identificazione dei comandi e delle protezioni, dei collegamenti dei conduttori;
- che sia avvenuta la fornitura degli schemi e dei cartelli ammonitori.

Verifica dei cavi e dei conduttori

Per i cavi ed i conduttori si deve controllare che il dimensionamento sia fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL e che siano dotati dei contrassegni di identificazione, ove prescritti. E' poi necessario effettuare la prova della sfilabilità dei cavi; tale prova consiste nell'estrarre uno o più cavi dal tratto di tubo o condotto compreso tra due cassette o scatole successive e controllare che questa operazione non abbia provocato danneggiamenti. La verifica va eseguita su tratti di tubo o condotto per una lunghezza pari complessivamente ad una percentuale compresa tra l'1% ed il 5% della lunghezza totale. Per gli impianti elettrici negli edifici prefabbricati e nelle costruzioni modulari, occorre verificare il rapporto tra il diametro interno del tubo o condotto e quello del cerchio circoscritto al fascio di cavi in questi contenuto, nonché, il dimensionamento dei tubi e/o dei condotti.

Misura della resistenza di isolamento

Si deve eseguire con l'impiego di un ohmmetro. La misura si effettua in corrente continua. L'apparecchio di prova deve fornire una tensione variabile in funzione della tensione di funzionamento dell'impianto. La misura deve essere effettuata tra l'impianto (collegando insieme tutti i conduttori attivi) ed il circuito di terra; è raccomandata per quanto praticamente possibile, la misura della resistenza d'isolamento tra i conduttori attivi. Durante la misura gli apparecchi utilizzatori devono essere disinseriti; la misura deve essere effettuata separatamente per ogni parte di impianto elettrico protetto dallo stesso dispositivo di protezione.

Misura delle cadute di tensione

La misura delle cadute di tensione deve essere eseguita tra il punto di inizio dell'impianto ed il punto scelto per la prova; devono essere impiegati due voltmetri della stessa classe di precisione, inseriti nei due punti prestabiliti. Devono essere alimentati tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente: nel caso di apparecchiature con assorbimento di corrente istantaneo, si fa riferimento al carico convenzionale scelto come base per la determinazione della sezione delle condutture. Le letture dei due voltmetri devono essere eseguite contemporaneamente; successivamente si calcola la caduta di tensione percentuale.

Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti

Devono essere eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte nella Norma CEI 64-8 per gli impianti di messa a terra. Si ricorda che per gli impianti soggetti alla disciplina del D.P.R. 462/01 va effettuata la trasmissione della dichiarazione di conformità all' INAIL e all'ATS a mezzo dell'apposito modulo, fornendo gli elementi richiesti cioè i risultati delle misure della resistenza di terra.

Le verifiche da effettuare sono le seguenti:

- esame a vista dei conduttori di terra e di protezione. Devono essere controllate le sezioni, i materiali e le modalità di posa nonché lo stato di conservazione dei conduttori e delle giunzioni. Si deve inoltre verificare che i conduttori di protezione assicurino il collegamento tra i conduttori di terra ed il morsetto di terra degli utilizzatori fissi e il contatto di terra delle prese a spina.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

- misura del valore di resistenza di terra dell'impianto. A tal fine si utilizza un dispersore ausiliario ed una sonda di tensione con appositi strumenti di misura. La sonda di tensione e il dispersore ausiliario vanno posti ad una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro.
- verifica dei tempi di intervento dei dispositivi di massima corrente o differenziale. Per gli impianti con fornitura in media tensione, tale valore va controllato in base a quello della corrente convenzionale di terra, da richiedersi al distributore di energia elettrica.

Verifica delle protezioni contro i corto circuiti ed i sovraccarichi, nella quale si deve accertare:

- il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i corto circuiti, sia adeguato alle condizioni dell'impianto e della sua alimentazione;
- la taratura degli apparecchi di protezione contro i sovraccarichi sia correlata alla portata dei conduttori protetti.

CAP. 9 PIANO DI MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO ELETTRICO.

I lavori che formano oggetto dell'appalto possono riassumersi come di seguito indicato, salvo più precise indicazioni che potranno essere desunte dalle allegate relazioni e disegni di tipo specialistico:

- rifacimento impianto di illuminazione ordinario scuola.

Generalità

Tutti gli impianti di illuminazione si deteriorano progressivamente a partire dal momento in cui vengono installati. Le perdite sono dovute all'accumulo di polvere e sporcizia su tutte le superfici esposte delle lampade e degli apparecchi di illuminazione (oltre che delle pareti dei locali, le quali determinano una riduzione della riflessione della luce), ed anche al decadimento del flusso luminoso. Se questo processo di invecchiamento non viene controllato, il risultato è che l'illuminamento si riduce a valori molto bassi.

Poiché il decadimento del livello di illuminamento è graduale, in genere gli utilizzatori dei locali non avvertono immediatamente la perdita a livello visivo. A lungo andare, però la graduale riduzione causa maggiori sforzi visivi e riduzione delle prestazioni dell'impianto. Un piano di manutenzione ben progettato, con approfondite pulizie effettuate ad intervalli regolari, permette di ottenere un fattore di manutenzione più elevato, di mantenere l'illuminazione richiesta, di ridurre i costi e di diminuire la potenza elettrica richiesta, oltre ad ottenere un ambiente di lavoro più confortevole e sicuro.

Esistono tuttavia una serie di fattori, quali l'invecchiamento e la scoloritura dei materiali, sui quali non si può agire od è antieconomico farlo. Questi fattori determinano le perdite non recuperabili indicate in figura 1, le quali comunque non superano il 3%. Un'altra situazione nella quale la manutenzione non è praticabile è quella dove le particelle di polvere o di olio, in locali particolarmente sporchi, vanno a depositarsi e carbonizzarsi sulla superficie dei riflettori: in casi come questo non si riesce a far tornare il riflettore alle sue condizioni iniziali e conviene perciò la sostituzione dell'apparecchio di illuminazione.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

La tabella a seguire mostra gli intervalli di manutenzione consigliati dalla CIE 97:2005 per gli impianti di illuminazione in alcuni ambienti di lavoro con la loro categorizzazione in base al grado di pulizia.

Condizioni dell'ambiente (grado di sporcizia derivante dall'uso che viene fatto di un locale)	Intervallo massimo di manutenzione	Settori lavorativi
Molto pulito (MP)	3 anni	Ambienti asettici, centri di calcolo, reparti di assemblaggio di componenti elettronici, cliniche ospedaliere (qui per motivi igienici possono essere richiesti intervalli di manutenzione più brevi)
		Uffici, scuole, reparti ospedalieri
Normale (N)	2 anni	Negozi, laboratori, ristoranti, magazzini, capannoni di montaggio
Sporco (S)	1 anno	Acciaierie, impianti chimici, fonderie, impianti metallurgici, lavorazione del legno

Tabella 2.1 CIE 97:2005

L'utilizzo di corpi illuminanti con grado di protezione elevato superiore a IP54 può garantire una maggiore efficienza dell'apparecchio in quanto gli elementi principali sono protetti all'interno del corpo illuminante.

Nell'elaborare un programma di manutenzione vanno affrontati i seguenti punti:

- La modalità di sostituzione lampade, cioè singolarmente in base ai guasti (manutenzione correttiva) oppure a gruppi, pianificata secondo determinate scadenze (manutenzione preventiva);
- La manutenzione degli apparecchi, cioè in sostanza la pulizia degli apparecchi stessi;
- La manutenzione delle superfici perimetrali, cioè la pulizia regolare delle superfici perimetrali che è tanto più importante quanto più sono forti la componente di luce indiretta di un impianto e il livello di sporcizia che si sviluppa nel locale;
- L'attrezzatura per la manutenzione, ad esempio i vari elevatori e gru (montacarichi, carrelli elevatori, etc.), i meccanismi per apparecchi d'illuminazione che permettono di abbassare gli apparecchi a livello del pavimento, le strutture per effettuare il bagno degli apparecchi mediante detergenti liquidi o ultrasuoni, etc.;
- I criteri per minimizzare il lavoro di manutenzione, che possono consistere in:
 - uso di sorgenti luminose che mantengono costanti le caratteristiche illuminotecniche nel corso di tutta la loro durata;
 - misure contro la penetrazione di oggetti estranei negli apparecchi;
 - installazione di lampade resistenti alla polvere;
 - scelta accurata dei materiali;
 - uso di apparecchi che comportino il minor lavoro possibile nel montare/smontare le parti ottiche;
 - scelta dei materiali in funzione delle condizioni dell'ambiente;
 - sfruttamento dell'effetto di auto pulitura degli apparecchi (es. riflettori aperti verso l'alto);

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 - Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

MANUALE DI MANUTENZIONE

Risorse necessarie per l'intervento manutentivo:

Premesso che le operazioni di manutenzione devono essere eseguite secondo i programmi stabiliti dal personale interno o esterno, ma comunque qualificato, questo deve essere dotato di tutta l'attrezzatura di verifica e di controllo necessaria, nonché di quella parte di materiali rientranti nella manutenzione programmata in modo temporale.

In particolare per l'oggetto dell'intervento le opere di manutenzione ordinarie vengono riassunte nella semplice pulizia ogni 2 anni dei corpi illuminanti utilizzando un'apposita scala in quanto i corpi si trovano ad altezza massima di 3 metri.

Gli unici due corpi illuminanti ad altezza superiore sono i proiettori nell'atrio di ingresso dove, vista la tipologia di corpo illuminante, la manutenzione può essere effettuata ogni 3 anni con l'utilizzo di un trabattello.

La pulizia dovrà avvenire con detergenti per vetri in quanto dovrà essere pulito il vetro di chiusura dell'apparecchio e dovrà essere rimossa la polvere al di sopra del corpo illuminante per garantire lo corretto smaltimento del calore.

Le operazioni di pulizia dei corpi illuminanti potranno essere svolte in 24 ore lavorative. Durante le operazioni di pulizia dovranno essere verificati i serraggi dei bulloni di sostegno, la corretta tenuta delle staffe, la presenza di surriscaldamenti ed esame a vista della linea di alimentazione. Non è prevista la sostituzione programmata delle sorgenti luminose (LED) o alimentatori e driver in quanto vengono garantiti dal produttore per un funzionamento di 50.000 ore.

Ulteriori manutenzioni, prove e verifiche risultano escluse dal presente progetto.

Modalità di esecuzione degli interventi di manutenzione:

La Ditta Appaltatrice dovrà eseguire gli interventi manutentivi di qualsiasi natura secondo le modalità concordate con il Committente e comunque sempre nel rispetto delle esigenze organizzative e di sicurezza dell'attività esercitata nell'immobile sede dell'impianto. Tutti gli interventi nonché le rilevazioni delle grandezze fisiche fondamentali dovranno essere registrati su una scheda debitamente predisposta per ogni parte dell'impianto e trascritti su un giornale di manutenzione.

Tutto ciò al fine di fissare nel tempo la cronostoria tecnica degli interventi e degli eventuali difetti riscontrati. La preparazione e tenuta del giornale di manutenzione è a carico della ditta di manutenzione.

Maestranze e personale ed obblighi:

Tutte le maestranze ed il personale tecnico addetti alle operazioni di manutenzione dovranno essere di provata capacità e fiducia dotate di idonea qualifica e di tutte le cognizioni necessarie per garantire le prestazioni conformi alle specializzazioni necessarie per l'esatta esecuzione, a perfetta regola d'arte dei lavori. Il personale addetto dovrà possedere la perfetta conoscenza del funzionamento dell'impianto che avrà assunto attraverso i sopralluoghi allo stesso, le istruzioni direttamente impartite dal Committente e dall'esame dei documenti progettuali aggiornati all'esecuzione finale dell'impianto.

Sono a carico del manutentore:

- a) Compilazione del rapporto di intervento di qualsiasi natura eseguito riportante :
- il tipo e la natura delle operazioni;
 - i risultati delle prove e misurazioni eseguite;
 - eventuali osservazioni.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

- b) L'adozione, nell'esecuzione di tutti i lavori, dei provvedimenti e delle cautele necessarie per garantire la vita e la incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, non che per evitare danni ai beni osservando tutte le prescrizioni di legge concernenti la sicurezza vigenti.
- c) L'osservanza delle norme derivanti dalle vigenti leggi e decreti relativi alle assicurazioni varie degli operai contro gli infortuni sul lavoro, la disoccupazione involontaria, l'invalidità e la vecchiaia, le malattie e delle altre disposizioni in vigore o che potranno intervenire nel corso dell'appalto.
- d) La pulizia costante, per tutta la durata delle opere ed in ogni ambito, delle aree interessate ai lavori di competenza.
- e) I mezzi d'opera eventualmente necessari, gli attrezzi normali per il lavoro, le apparecchiature e gli strumenti di controllo per il rilievo di dati tecnici.
- f) I normali materiali di uso e consumo quali detergenti, nastri isolanti, morsetti, grassi e spray pulisci contatti e per lubrificazione, tasselli e bulloneria in genere, liquidi per la pulizia.

Lo scopo di un piano di manutenzione è garantire un servizio efficiente e una gestione programmata degli interventi da eseguire. Gli interventi programmati riducono il pericolo di un eventuale guasto o malfunzionamento nell'impianto elettrico.

La manutenzione degli impianti si suddivide in:

- controlli periodici a vista e strumentali;
- interventi sull'impianto.

Esami a vista e strumentali

Gli esami a vista e strumentali dovranno essere svolti ogni 12 mesi se non diversamente specificato; le verifiche dovranno accertare che:

Gli esami a vista e strumentali periodici dovranno accertare che:

- i corpi illuminanti non abbiano subito danni causati dall'erosione e dall'invecchiamento dei sostegni;
- la resistenza di isolamento non sia inferiore ai limiti previsti della Norma; il riscontro di un isolamento basso indica la possibilità di un cedimento dell'isolante e di un probabile guasto;
- controllo corretto funzionamento interruttori differenziali tramite apposito tasto di prova;
- controllo tenuta grado di protezione calotte stagne IP55 sui frutti di comando luce e prese;
- controllo surriscaldamento interruttori magnetotermici differenziali;
- controllo surriscaldamento contattori e relè passo-passo;
- controllo tenuta stagna corpi illuminanti esterni;
- controllo funzionalità estrattori di aria docce e bagni con pulizia;
- controllo funzionamento lampade di emergenza;
- controllo bilanciere interruttori comando luce;
- controllo serraggio pressacavi circuiti rotanti (pompe);
- controllo funzionamento impianto chiamata disabile;
- controllo misura resistenza di terra;

Le verifiche dovranno essere svolte annualmente dalla ditta che appalterà i lavori di manutenzione. La stessa dovrà redigere un verbale di verifica.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltg-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			

*Manutenzioni**Manutenzioni programmate*

Esami a vista e strumentali	Ogni 12 mesi
Sostituzione lampade	Ogni 48 mesi
Pulizia dei corpi illuminanti	Ogni 48 mesi
Sostituzione lampade fluorescenti	All'80% del flusso nominale
Sostituzione batteria lampade emergenza	Quando non garantiscono il funzionamento in emergenza per più di 60 minuti

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3751-rltq-R0.doc	R0	30/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3751			
	Data 1° emissione: 06/2023			