



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELL'AQUILA**  
**UFFICIO PER LA RICOSTRUZIONE POST SISMA**

**COMUNE DELL'AQUILA**  
**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E SCIENZE**  
**DELL'INFORMAZIONE E MATEMATICA**

- Coppito 1 -

Interventi di ordinaria e straordinaria manutenzione  
(art.30 lett."a" e "b" della L.R. 12/04/1983 n°18)  
di aule didattiche presso il Polo Universitario di Coppito

**P R O G E T T O   D E F I N I T I V O**

**PROGETTO ARCHITETTONICO**  
Ufficio per la programmazione della ricostruzione post-terremoto

: Dott. Arch. Mauro A. SCARSELLA

**PROGETTO IMPIANTO MECCANICO, ELETTRICO,  
AUDIO-VIDEO E TRASMISSIONE DATI**

: Dott. Ing. Marco GATTI

<b>SERIE:</b>  Generale	<b>OGGETTO:</b>  IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI Relazione tecnica specialistica	<b>TAV. N°:</b>  <b>IE-RT</b>
<b>DATA:</b> luglio 2014		<b>SCALA:</b>

<b>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</b>  <i>(Arch. Mauro Antonio Scarsella)</i>	<b>IL RETTORE</b>  Prof.ssa Paola Inverardi
	<b>IL Direttore Amministrativo</b>  dott. Pietro Di Benedetto

# RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI

<b>OGGETTO</b>	<b>3</b>
<b>RELAZIONE DESCRITTIVA</b>	<b>3</b>
ELABORATI DI PROGETTO	4
<b>RELAZIONE TECNICA</b>	<b>5</b>
<b>1.1 DATI IDENTIFICATIVI</b>	<b>5</b>
1.1.1 COMMITTENTE	5
1.1.2 PROGETTISTA IMPIANTI	5
1.1.3 UBICAZIONE DELL'EDIFICIO	5
1.1.4 ATTIVITÀ OGGETTO DELL'INCARICO	5
<b>1.2 DATI DI PROGETTO</b>	<b>5</b>
1.2.1 DATI RELATIVI ALL'IMPIANTO ELETTRICO ESISTENTE	6
1.2.2 IMPIANTO DI TERRA	6
1.2.3 IMPIANTO DI PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE	6
1.2.4 IMPIANTO TELEFONIA E DATI	6
1.2.5 DATI DEI CARICHI DA ALIMENTARE	6
<b>1.3 NORME DI RIFERIMENTO</b>	<b>7</b>
<b>1.4 CRITERI DI SCELTA DELLE SOLUZIONI IMPIANTISTICHE</b>	<b>8</b>
1.4.1 MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI	9
1.4.2 MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI	9
1.4.3 MISURE DI PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI	10
1.4.4 MISURE DI PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE	10
<b>1.5 CRITERI DI INSTALLAZIONE DELL'IMPIANTO</b>	<b>10</b>
<b>1.6 CRITERI DI SCELTA E DIMENSIONAMENTO DEI COMPONENTI PRINCIPALI</b>	<b>11</b>
1.6.1 IMPIANTI LUCE	11
1.6.2 COMANDI E CONTROLLI	13
1.6.3 QUADRI ELETTRICI	13
1.6.4 ORGANI DI MANOVRA E PROTEZIONE	13
1.6.5 CAVI	14
1.6.6 CANALIZZAZIONI E SCATOLE DI DERIVAZIONE	14
1.6.7 IMPIANTO DI RILEVAZIONE E SEGNALE D'INCENDIO	14
1.6.8 IMPIANTO TELEFONICO E DATI	16
1.6.9 IMPIANTI MICROFONICO, DIFFUSIONE SONORA E VIDEOPROIEZIONE	16
<b>RELAZIONE ILLUSTRATIVA</b>	<b>18</b>
<b>1.7 CALCOLO DELLE CORRENTI D'IMPIEGO</b>	<b>18</b>
<b>1.8 CALCOLO DELLA SEZIONE DELLE LINEE</b>	<b>20</b>
<b>1.9 SCELTA E DIMENSIONAMENTO DELLE PROTEZIONI</b>	<b>22</b>

## **OGGETTO**

Il presente documento ha lo scopo di illustrare i principali aspetti progettuali degli impianti elettrici e speciali a servizio di due locali che saranno ricavati dall'Aula Magna della Facoltà di Scienze dell'Università degli Studi dell'Aquila. L'edificio in oggetto è ubicato nel Comune di L'Aquila, frazione di Coppito, in via Vetoio. I nuovi locali saranno destinati ad attività didattica e conferenze; per entrambi è previsto il rifacimento completo delle finiture, degli impianti e degli arredi.

## **RELAZIONE DESCRITTIVA**

L'intervento in programma sull'Aula Magna ha come obiettivo principale la sua suddivisione in due aule più piccole, aventi dimensioni comparabili, tramite la realizzazione di una parete divisoria trasversale. Le due nuove aule, denominate nel seguito Aula inferiore e Aula superiore, saranno ristrutturare e corredate di nuovi impianti.

Con riferimento alla destinazione d'uso dei nuovi locali, l'impianto luci dovrà garantire un adeguato livello di comfort visivo in termini di illuminamento medio, grado massimo di abbagliamento e resa cromatica. L'impianto forza motrice, oltre ad alimentare le principali utenze previste nelle aule, renderà disponibile un adeguato numero di punti presa distribuiti nel perimetro dei locali e nei pressi delle cattedre.

Le aule saranno dotate di videoproiettore con schermo avvolgibile meccanizzato e impianto microfonico e di diffusione sonora. Per tali impianti è richiesta un'integrazione completa in modo da consentire l'uso congiunto dei due spazi.

Inoltre le aule saranno connesse alla rete dati della Facoltà.

Riguardo alla sicurezza, in assenza di tensione di rete dovrà essere garantito il livello minimo di illuminamento della vie di esodo con indicazione delle uscite. In caso di incendio sarà rilevata e segnalata la presenza di fumi.

Per la realizzazione degli impianti elettrico e speciali saranno effettuati i seguenti interventi:

### Impianti elettrici

- derivazione di una linea di alimentazione dei nuovi locali a partire dal quadro generale BT situato nella cabina elettrica dell'edificio;
- installazione di un nuovo quadro elettrico di arrivo della linea di alimentazione;
- installazione di quadri di distribuzione secondaria;

- installazione impianto forza motrice e luci;
- installazione impianto a servizio degli impianti meccanici di climatizzazione;

#### Impianti speciali

- impianto di illuminazione di sicurezza;
- impianto telefonia e trasmissione dati (derivati dall'impianto esistente nell'edificio);
- impianto microfonico e diffusione sonora;
- impianto di videoproiezione;
- impianto di rilevazione incendi;

Per il collegamento a terra, sarà realizzata una connessione al nodo di terra presente nell'edificio.

Il progetto riguarda esclusivamente le opere facenti parte dei locali ricavati dall'Aula Magna con esclusione delle parti non propriamente elettriche.

#### **Elaborati di progetto**

Fanno parte del progetto i seguenti elaborati:

1. Relazione tecnica;
2. Planimetria impianti di forza motrice;
3. Planimetria impianti di illuminazione normale, di sicurezza e impianti speciali;
4. Schemi elettrici unifilari dei quadri elettrici;

## RELAZIONE TECNICA

### 1.1 Dati identificativi

#### 1.1.1 Committente

Nome:	UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELL'AQUILA
Indirizzo sede legale:	via G. DI VINCENZO 16/B
CAP:	67100
Comune:	L'AQUILA
Provincia	L'AQUILA

#### 1.1.2 Progettista impianti

Nome:	ing: MARCO GATTI
Indirizzo	COSTA FONTE AUGELLI 7/A
CAP:	67100
Comune:	L'AQUILA
Provincia	L'AQUILA

#### 1.1.3 Ubicazione dell'edificio

Tipo	Edificio civile
Indirizzo	Via Vetoio
Comune	L'Aquila – frazione di Coppito
Provincia	L'Aquila
Latitudine	42° 22' 06"
Longitudine	13° 21' 02"
Altezza sul livello del mare	656 m

#### 1.1.4 Attività oggetto dell'incarico

Progettazione impianti elettrici e speciali.

### 1.2 Dati di progetto

L'edificio che ospita l'Aula Magna è alimentato in media tensione e ha una cabina di trasformazione interna situata nel piano seminterrato. Nella cabina è presente un quadro generale di bassa tensione dal quale partono le linee di distribuzione primaria dell'energia elettrica.

In tale quadro è disponibile un interruttore di riserva avente le seguenti caratteristiche:

- Costruttore: ABB – SACE
- Modello: SH 100

- $I_n = 100 \text{ A}$

Tale interruttore sarà utilizzato come partenza della linea di alimentazione delle nuove aule previa verifica della sua idoneità. Si suppone che la rete a monte sia correttamente dimensionata.

#### 1.2.1 Dati relativi all'impianto elettrico esistente

Alimentazione	MT trifase
Tensione nominale MT	20 kV
Tensione nominale BT	400/230 V
Frequenza nominale	50 Hz
Sistema di distribuzione	TN-S
Icc presunta nel punto di consegna	6 kA (presunta nel punto di installazione dell'interruttore di alimentazione)

#### 1.2.2 Impianto di terra

Si assume che l'impianto di terra esistente sia efficiente e conforme a quanto prescritto dalle leggi e dalla normativa vigente.

#### 1.2.3 Impianto di protezione dalle scariche atmosferiche

Si assume che l'impianto di protezione dalle scariche atmosferiche sia efficiente e conforme a quanto prescritto dalle leggi e dalla normativa vigente.

#### 1.2.4 Impianto telefonia e dati

Si assume che le aule siano servite da due linee in fibra ottica o in rame, una per aula, partenti da un nodo della rete dati della Facoltà e da due linee fonia partenti dalla centrale telefonica della Facoltà.

#### 1.2.5 Dati dei carichi da alimentare

Locale	Descrizione	Alimentazione	Tensione nominale [V]	P [kW]	cos $\varphi$
Aula inferiore e locali tecnici	Illuminazione	Monofase	230	0,7	0,95
	Segnapassi	Monofase	230	0,2	0,95
	Illuminazione di sicurezza	Monofase	230	0,05	0,35
	Forza motrice	Monofase	230	18	0,9
	Videoproiettore	Monofase	230	0,5	0,9
	Schermo motorizzato	Monofase	230	0,2	0,9

Locale	Descrizione	Alimentazione	Tensione nominale [V]	P [kW]	cos φ
	Tende oscuranti motorizzate	Monofase	230	0,5	0,9
Aula superiore e locali tecnici	Illuminazione	Monofase	230	0,7	0,95
	Segnapassi	Monofase	230	0,2	0,95
	Illuminazione di sicurezza	Monofase	230	0,05	0,35
	Forza motrice	Monofase	230	18	0,9
	Videoproiettore	Monofase	230	0,5	0,9
	Schermo motorizzato	Monofase	230	0,2	0,9
	Tende oscuranti motorizzate	Monofase	230	0,5	0,9
Aule	Impianto rilevazione incendi	Monofase	230	0,5	0,9
Piano copertura	Refrigeratore	Trifase	400	40	0,9
	Pompa di circolazione	Monofase	230	1	0,9
	Ventilatore mandata UTA 1	Trifase	400	2,2	0,9
	Ventilatore ripresa UTA 1	Trifase	400	1,5	0,9
	Centralina UTA 1	Monofase	230	0,3	0,9
	Ventilatore mandata UTA 2	Trifase	400	2,2	0,9
	Ventilatore ripresa UTA 2	Trifase	400	1,5	0,9
	Centralina UTA 2	Monofase	230	0,3	0,9
	Punti luce	Monofase	230	0,2	0,9
	Punti prese	Monofase	230	3	0,9

### 1.3 Norme di riferimento

L'impianto e i relativi componenti rispettano le prescrizioni contenute nelle seguenti norme tecniche, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni:

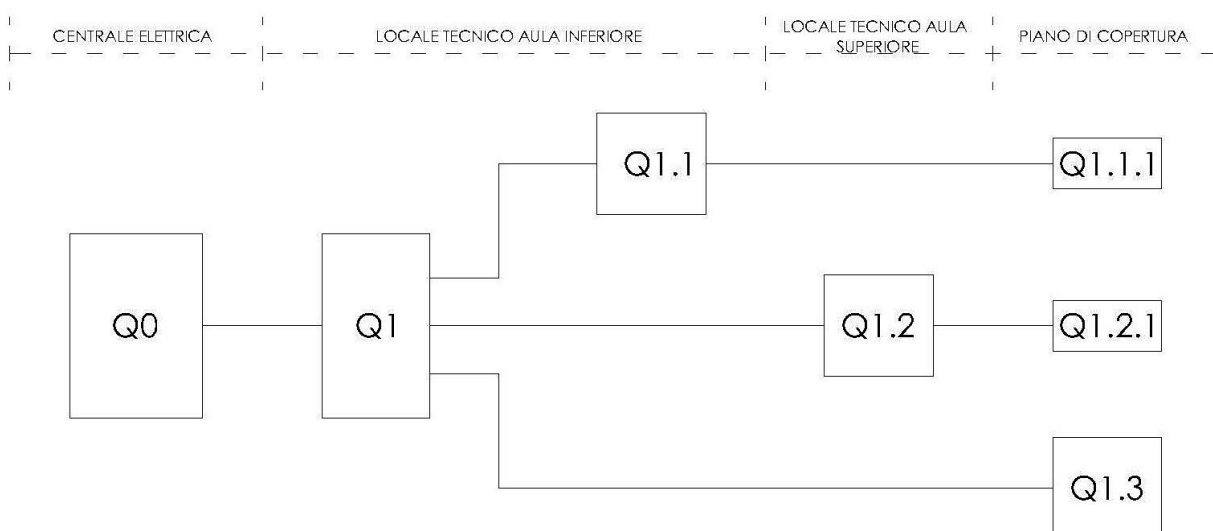
CEI 0-2	Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici
CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua
CEI 0-16	Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
CEI 17-5	Apparecchiature a bassa tensione Parte 2: Interruttori automatici
CEI 23-3	Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata
CEI 77-2	Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili
CEI 17-13	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)



CEI 17-13/1	Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)
CEI 70-1	Gradi di protezione degli involucri (codice IP)
CEI 37-1	Scaricatori – Parte prima
CEI 20-14	Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 kV a 3 kV
CEI 20-19	Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750V
CEI 20-20	Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750V
CEI 20-21	Cavi elettrici: calcolo della portata di corrente
CEI 34-21	Apparecchi di illuminazione Parte 1: Prescrizioni generali e prove
CEI 34-22	Apparecchi di illuminazione Parte 2-22: Prescrizioni particolari Apparecchi di emergenza
CEI 34-23	Apparecchi di illuminazione Parte II: Prescrizioni particolari Apparecchi fissi per uso generale
UNI EN 12464-1	Illuminazione dei Luoghi di Lavoro
CEI 81-10/1	Protezione contro i fulmini: principi generali
CEI 81-10/2	Protezione contro i fulmini: valutazione del rischio
CEI 81-10/3	Protezione contro i fulmini: danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
CEI 81-10/4	Protezione contro i fulmini: impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture
CEI 81-3	Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato

## 1.4 Criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche

L'impianto sarà alimentato tramite una linea derivata dal quadro elettrico generale di bassa tensione (Q0) installato nella centrale elettrica. La linea alimenterà un nuovo quadro elettrico (Q1) installato nel locale tecnico dell'Aula inferiore e alcuni quadri di distribuzione secondaria, come riportato nello schema seguente:



Dove:

Q0 = Quadro generale di BT esistente nella cabina di trasformazione

Q1 = Quadro BT di distribuzione principale (locale tecnico aula inferiore)

Q1.1 = Quadro Aula inferiore (locale tecnico aula inferiore)

Q1.2 = Quadro Aula superiore (locale tecnico aula superiore)

Q1.3 = Quadro gruppo frigo (piano di copertura)

Q1.1.1 = Quadro UTA 1 (piano di copertura)

Q1.2.1 = Quadro UTA 2 (piano di copertura)

Sarà installato in ogni aula un collettore di terra, collegato al nodo di terra esistente dell'edificio, per la connessione dei conduttori di protezione.

#### 1.4.1 Misure di protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti sarà realizzata adottando per tutte le parti attive adeguati livelli di isolamento. L'isolamento sarà dimensionato per resistere agli sforzi elettrici e termici cui si prevede possa essere soggetto e protetto da eventuali sollecitazioni meccaniche. Le parti attive che devono restare accessibili (es. morsetti) saranno protette tramite involucri e barriere con il grado minimo di protezione richiesto dalla norma CEI 64-8/4. Inoltre è prevista una protezione aggiuntiva mediante interruttori differenziali ad alta sensibilità.

#### 1.4.2 Misure di protezione contro i contatti indiretti

Dove possibile, saranno scelti componenti elettrici di classe II.

La protezione contro i contatti indiretti sarà attuata mediante la tecnica dell'interruzione automatica dell'alimentazione, ottenuta coordinando l'impianto di terra e i dispositivi di protezione da predisporre nei quadri elettrici, secondo la relazione:

$$Z_s I_a \leq U_0$$

dove:

$Z_s$  = impedenza dell'anello di guasto

$I_a$  = corrente che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione entro un determinato tempo. Nel caso di interruttore differenziale coincide con la corrente differenziale nominale  $I_{dn}$ .

$U_0$  = valore efficace tra fase e terra della tensione nominale, pari alla tensione di fase pari a 230 V nel caso in esame.

Tale relazione dovrà essere soddisfatta in ogni punto dell'impianto.

#### 1.4.3 Misure di protezione contro le sovracorrenti

La protezione dal sovraccarico delle linee che compongono l'impianto sarà effettuata mediante interruttori automatici con sganciatori magnetotermici, coordinati con le condutture elettriche secondo le relazioni indicate nella norma CEI 64-8:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

$I_b$  = corrente di impiego della conduttura elettrica

$I_n$  = corrente nominale dell'interruttore

$I_f$  = corrente convenzionale di funzionamento dell'interruttore

$I_z$  = portata della conduttura elettrica

La protezione delle linee dalla corrente cortocircuito sarà realizzata tramite interruttori magnetotermici opportunamente coordinati.

#### 1.4.4 Misure di protezione contro le scariche atmosferiche

L'edificio esistente ha un impianto di protezione dalle scariche atmosferiche (LPS).

L'intervento in oggetto non incide sulla probabilità di fulminazione diretta sulla struttura né sui rischi associati a tali eventi.

### **1.5 Criteri di installazione dell'impianto**

L'intervento di modifica e ristrutturazione dell'Aula Magna prevede il rifacimento dei rivestimenti della pareti laterali, con la creazione di un'intercapedine di spessore sufficiente a consentire il passaggio delle condutture elettriche. Inoltre sarà realizzato un controsoffitto idoneo a sostenere i corpi illuminanti e le condutture che li alimentano.

La distribuzione principale all'interno dei locali sarà realizzata mediante tubi isolanti rigidi e scatole di derivazione montati a parete, nelle suddette intercapedini, o nel controsoffitto.

Le condutture che alimenteranno i quadri posti a servizio degli impianti meccanici, collocati in esterno sulla copertura dell'edificio, saranno posate, per i tratti interni alle aule, nelle intercapedini e, per i tratti di uscita verso la copertura, seguiranno i percorsi dei condotti dell'impianto di climatizzazione.

La distribuzione secondaria sarà realizzata con tubi isolanti rigidi o corrugati derivati dalle cassette di derivazione.

Le scatole di derivazione saranno in materiale plastico autoestinguente, del tipo incassato o da esterno, dotate di coperchio di chiusura fissato mediante viti.

Gli impianti speciali (telefono, dati, rilevazione fumi, ecc.) saranno sempre separati da quelli luce e F.M., con apposite scatole di derivazione o con setti separatori.

Maggiori dettagli sono rilevabili dagli elaborati grafici di progetto.

## **1.6 Criteri di scelta e dimensionamento dei componenti principali**

### **1.6.1 Impianti luce**

Per l'illuminazione dei locali in oggetto sarà privilegiata la scelta di lampade a LED.

Il dimensionamento degli impianti luce è stato effettuato con il software Dialux della DIAL GmbH che consente un accurato calcolo illuminotecnico di ambienti interni ed esterni.

Poiché l'Aula Magna ha una conformazione a gradoni fortemente pendente con una superficie di copertura irregolare è stato costruito un modello 3D semplificato degli ambienti interessati dalla simulazione.

I principali risultati dei calcoli illuminotecnici sono riportati nel seguito.

#### Aule

Per i livelli di illuminamento delle aule sono state seguite le indicazioni della norma UNI EN 12464-1 "Illuminazione dei Luoghi di Lavoro" di seguito riportate:

Art. 6.2 – Edifici scolastici; 6.2.1 – Aule scolastiche (condizioni ordinarie)

- Illuminamento medio (Em): 300 lux (valutato sulle superfici di lavoro)
- Indice unificato di abbagliamento (UGR): 19
- Resa del colore (Ra): 80

Come superfici di lavoro sono stati presi in considerazione i piani cattedra e banchi.

La norma raccomanda inoltre l'uso di apparecchi con regolazione del flusso luminoso.

Come apparecchi illuminanti per le aule sono stati considerati apparecchi rettangolari da incasso da installare sul controsoffitto delle aule, equipaggiati con LED ad alta efficienza, aventi le seguenti caratteristiche:

- Potenza assorbita massima: 36 W
- Flusso luminoso: 3700 lm
- Dimmerabili

Dal calcolo illuminotecnico si ricava il numero degli apparecchi illuminanti:

N. apparecchi per aula =19

La disposizione dei corpi illuminanti è fortemente vincolata dalla forma del controsoffitto di copertura delle aule ed è riportata nelle planimetrie allegate.

#### Locali tecnici

Nei locali tecnici saranno installati corpi illuminanti a plafone, uno per locale.

#### Segnapassi

Saranno installati su tutti i gradini delle due scalinate presenti in entrambe le aule. I corpi illuminanti saranno apparecchi da incasso a LED aventi una potenza assorbita massima di 2,5 W ciascuna.

I segnapassi saranno alimentati in maniera indipendente direttamente dal quadro di aula tramite una linea posata in tubo rigido nell'intercapedine delle pareti laterali delle aule. Dalle scatole di derivazione installate nella stessa intercapedine saranno derivate, per ogni gradone, due linee che alimenteranno ciascuna una scatola di derivazione incassata lateralmente nei gradini delle due scalinate. Da ciascuna di queste scatole saranno alimentati tre punti luce tramite derivazioni in tubo corrugato.

#### Illuminazione di sicurezza

L'illuminazione di sicurezza interessa le due aule e sarà realizzata tramite corpi illuminanti a LED autoalimentati (SE) posizionati a soffitto che garantiscono, in caso di intervento, un flusso luminoso di circa 200 lm ciascuno.

Per il calcolo illuminotecnico sono state seguite le indicazioni del DM 26/8/1992 "Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica" che prescrivono per le vie di esodo i seguenti requisiti:

- illuminazione di sicurezza con tempo di ricarica 12 h;
- autonomia non inferiore a 30';
- illuminamento non inferiore a 5 lux.

La norma ammette l'impiego singole lampade o gruppi di lampade con alimentazione autonoma.

Come superfici di calcolo del livello di illuminamento sono stati presi dei piani inclinati sovrapposti alle due scale principali presenti in ogni aula.

Dal calcolo illuminotecnico si ricava il numero minimo di apparecchi illuminanti necessario per garantire il livello di illuminamento richiesto, pari a 6 apparecchi per aula:

La disposizione dei corpi illuminanti è riportata nelle planimetrie allegate.

Su ogni uscita saranno installati apparecchi indicatori di uscita autoalimentati.

### 1.6.2 Comandi e controlli

Le due cattedre saranno dotate di consolle per il comando e controllo delle seguenti utenze:

- Luci aula, dimmerabili 10-100
- Tende oscuranti motorizzate (apertura – chiusura)
- Schermo videoproiettore (apertura – chiusura)
- Sistema diffusione sonora (volume)

Le consolle saranno corredate da connettori HDMI, VGA, DisplayPort, Thunderbolt, Ethernet, USB, per consentire agli utenti di connettersi alle apparecchiature audio-video.

### 1.6.3 Quadri elettrici

Tutti i quadri elettrici saranno in resina di dimensioni assimilabili a 600x600 mm e spessore minimo 12/10, con grado di protezione IP66, di tipo a parete per quelli installati in interno e a pavimento per quelli installati in esterno.

### 1.6.4 Organi di manovra e protezione

Nei quadri saranno utilizzati tre tipi di organi di manovra e protezione:

- interruttori di manovra-sezionatori, come dispositivi generali dei quadri;
- interruttori magnetotermici-differenziali, per la protezione delle linee alimentanti carichi;
- interruttori magnetotermici, per la protezione delle linee alimentanti quadri.

Per la scelta e dimensionamento degli organi di manovra e protezione sono stati adottati i seguenti criteri:

- corrente nominale maggiore della corrente d'impiego del circuito da proteggere;
- potere di cortocircuito non inferiore alla corrente di cortocircuito nel punto di installazione;
- energia specifica passante non superiore a quella tollerabile dal cavo, per tutti i valori delle correnti di corto circuito compresi tra quello massimo a inizio linea e quello minimo a fondo linea
- caratteristica di intervento tale da garantire l'apertura immediata del circuito anche per la corrente di corto circuito minima.

Il dimensionamento degli organi di manovra e protezione è basato sui calcoli riportati nella relazione illustrativa (Cap. 5).

#### 1.6.5 Cavi

Per il dimensionamento dei cavi è stata assunta una caduta di tensione massima del 4% sulle dorsali e circuiti derivati a partire dal punto di alimentazione degli impianti (quadro Q0).

Saranno utilizzati cavi unipolari in corda di rame elettrolitico isolato in PVC, tipo NO7V-K di sezioni adeguate.

#### 1.6.6 Canalizzazioni e scatole di derivazione

Canalizzazioni realizzate con tubo rigido serie pesante, in PVC piegabile a freddo, auto estinguente, conforme alle norme CEI 23.8. Diametro 25 mm.

Scatole di derivazione stagne IP55, in pvc autoestinguente.

#### 1.6.7 Impianto di rilevazione e segnalazione d'incendio

Il sistema fisso di rilevazione e segnalazione d'incendio ha la funzione di rilevare automaticamente o manualmente un principio d'incendio e segnalarlo nel minor tempo possibile. Il funzionamento dell'impianto in oggetto sarà automatico con la possibilità di segnalare l'incendio manualmente, tramite l'azionamento di appositi pulsanti.

L'impianto sarà unico per le due aule e sarà composto da:

- Una centrale di controllo e di segnalazione;
- Rilevatori d'incendio;
- Dispositivi di allarme ottico-acustico incendio;
- Pulsanti di allarme manuale;
- Linee di interconnessione tra i suddetti componenti.

La centrale di controllo sarà installata nel locale tecnico dell'Aula inferiore, che pertanto sarà dotato di illuminazione di sicurezza e sarà sorvegliato da un rivelatore di fumo, e sarà del tipo a indirizzamento individuale. La centrale sarà alimentata dalla rete di distribuzione (230 V) e sarà dotata di un'alimentazione di riserva costituita da una batteria tampone (24 V) con autonomia minima di 24 h. La centrale sarà corredata di un sistema di trasferimento degli allarmi in luogo presidiato.

I rilevatori devono essere installati in modo che possano individuare tempestivamente ogni tipo di incendio prevedibile nell'area sorvegliata e in modo da evitare falsi allarmi.

I rilevatori d'incendio saranno rilevatori di fumo puntiformi ottici, a diffusione della luce (effetto Tyndall), sensibili al fumo visibile e con raggio d'azione assunto prudenzialmente pari a 6,5 m nelle aule, per tener conto dell'inclinazione delle coperture, e pari a max 4,5 m nei controsoffitti, valido per altezze inferiori a 1 m. Per il loro posizionamento si deve tener conto della forma del soffitto delle aule, inclinata rispetto all'orizzontale e caratterizzata da sporgenze.

Date le dimensioni degli ambienti e il raggio di azione dei rilevatori, si ritiene siano da installare nelle due aule due rilevatori per ogni rientranza del controsoffitto.

In ogni vano tra controsoffitto e copertura delle aule saranno installati due rilevatori.

In ogni locale tecnico sarà installato un rilevatore di fumo.

Infine, altri quattro rilevatori saranno installati nei condotti di mandata e ripresa degli impianti di climatizzazione delle due aule. Questi ultimi rilevatori devono essere installati lungo un tratto rettilineo a una distanza di almento cinque volte il diametro equivalente della condotta dalla più vicina curva, griglia o presa d'aia a monte e ad almento tre volte il diametro equivalente da quella posta a valle.

I dispositivi ottico-acustico di allarme di incendio, uno per aula, devono essere conformi alle norme UNI EN 54-3 e saranno costituiti da pannelli luminosi con la scritta "Allarme incendio" con sirena elettrica incorporata in grado di fornire una pressione sonora compresa tra 65 dB(A) e 120 dB(A) e comunque di almeno 5 dB(A) superiore del rumore di fondo. I dispositivi saranno alimentati a 24 V c.c. direttamente dalla centrale di controllo e sarà garantita un'autonomia di funzionamento da sorgente ausiliaria di almeno 30 minuti a partire dall'emissione degli allarmi.

I punti di segnalazione manuale devono essere conformi alla UNI EN 54-11 e devono essere installati in posizione chiaramente visibile e facilmente accessibile, a un'altezza compresa fra 1 m e 1,6 m. I punti di segnalazione manuale devono essere protetti contro l'azionamento accidentale, i danni meccanici e la corrosione. Ciascun punto di segnalazione manuale deve essere indicato con apposito cartello segnalatore, secondo pittogramma da UNI 7546-16, in prossimità di ogni pulsante.

I pulsanti di segnalazione manuale saranno installati nei pressi di ogni uscita.

Per le linee che collegano i componenti del sistema di rilevazione e segnalazione d'incendio saranno utilizzati cavi resistenti al fuoco (minimo PH30), non propaganti l'incendio, a bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi (cavi LSOH) secondo la norma CEI 20-105, realizzati con conduttori flessibili di sezione minima pari a 0,5 mm<sup>2</sup> e tensione nominale U<sub>0</sub>/U = 100/100 V.

La guaina dei cavi sarà di colore rosso e dovrà aver superato la prova di resistenza alla tensione di 2,5 kV per 5 minuti (sigla sulla guaina U<sub>0</sub> = 400 V). Questo consentirà, se necessario, la posa congiunta con i cavi di energia.



### 1.6.8 Impianto telefonico e dati

Nelle aule saranno installate prese telefoniche connesse alla centrale telefonica della Facoltà.

In ogni aula saranno installati uno switch ethernet da rack come nodo locale della rete dati. Dallo switch saranno derivate le prese dati RJ45 su cavo ethernet di categoria 6.

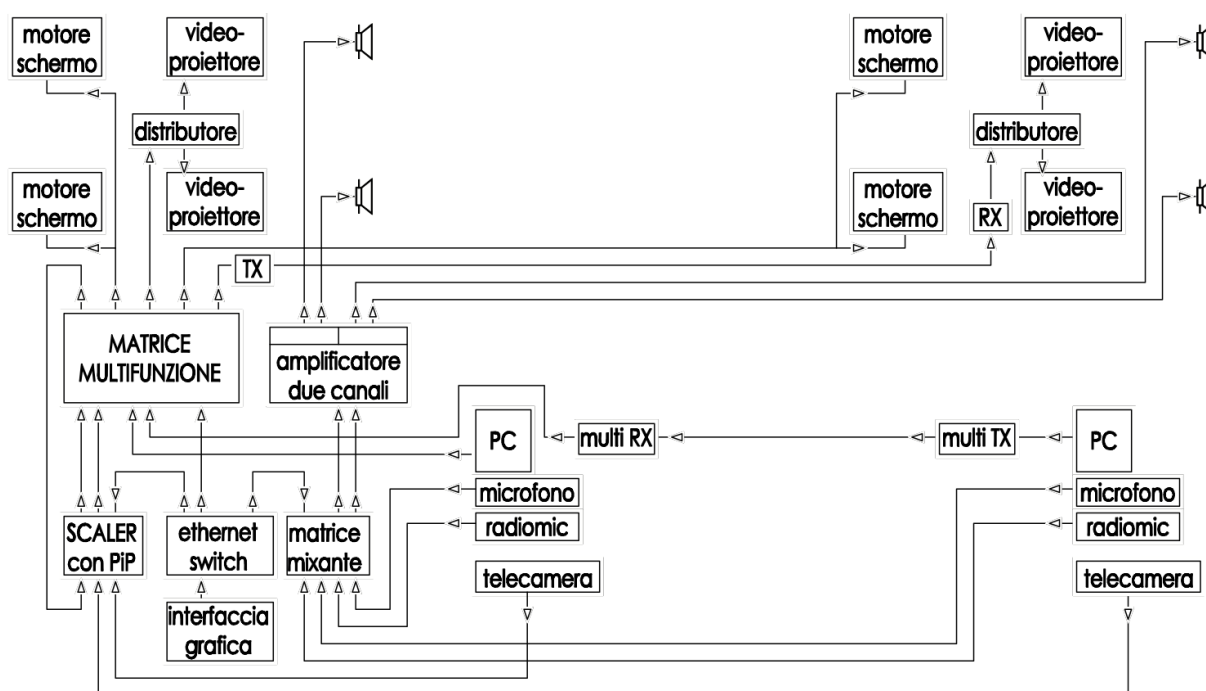
Allo switch sarà connesso un access point, tipo dual-band, 802.11n, installato tramite staffa al controsoffitto delle aule, per la connessione wireless alla rete dati

### 1.6.9 Impianti microfonico, diffusione sonora e videoproiezione

Gli impianti microfonico, diffusione sonora e videoproiezione saranno implementati in modo da soddisfare i seguenti requisiti:

- a) Uso indipendente delle aule → gli impianti funzionano in maniera indipendente
- b) Uso congiunto delle aule → gli impianti sono integrati in modo da permettere in maniera semplice, tramite interfaccia grafica, la scelta di una configurazione di tipo master-slave tra le due aule in cui l'master è quella nella quale è presente il relatore, l'aula slave è quella che ospita solo il pubblico. Con tale configurazione, la diffusione audio è la stessa nelle due aule; sugli schermi dell'aula slave è proiettato lo stesso segnale video dell'aula master con in più, se richiesto, una finestra sovrapposta che mostra il relatore (modalità page-in-page); il pubblico dell'aula slave può porre domande al relatore in modalità solo audio, tramite radiomicrofono, o audio-video.

A tale scopo sarà utilizzato il sistema schematizzato nella figura seguente:



Gli apparati:

- Matrice multifunzione;
- Scaler PIP;
- Amplificatore a due canali;
- Matrice mixante;
- Switch ethernet;

saranno installati su rack posizionato nel locale tecnico dell'aula inferiore e saranno gestiti tramite un sistema di controllo remoto, con interfaccia grafica, operante su rete ethernet che consente anche l'azionamento degli schermi motorizzati.

La matrice multifunzione permette di indirizzare fino a 8 ingressi video verso max 6 dispositivi di visualizzazione consentendo l'invio dello stesso ingresso su più videoproiettori.

Allo stesso modo il segnali audio saranno gestiti tramite la matrice mixante e amplificatore a due canali.

Lo scaler PIP consente di comporre due o più ingressi video tramite finestre sovrapposte o affiancate.

I videoproiettori saranno installati tramite staffe sul controsoffitto delle aule e saranno connessi tramite cavi HDMI o cat.6.

Il segnale digitale può essere instradato su cavi ethernet di categoria 6 tramite trasduttori TX e RX.

Le immagini riprese dalle telecamere saranno gestite sugli schermi delle due aule con possibilità di inserire dei monitor aggiuntivi per i relatori.

## RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Il dimensionamento dei cavi, dei dispositivi di manovra e protezione e delle condutture è stato effettuato con l'ausilio del software di dimensionamento elettrico EPLUS 2006 della Electro Graphics, a partire dalle potenze dei carichi, delle lunghezze delle linee, delle massime cadute di tensione ammissibile e assumendo opportuni valori per i fattori di contemporaneità e utilizzazione. Nel seguito si riportano i principali risultati del dimensionamento.

### 1.7 Calcolo delle correnti d'impiego

Per il calcolo delle correnti di impiego si è assunto un fattore di utilizzazione pari a 1 per tutte le utenze tranne che per i circuiti prese, per ciascuno dei quali si è ipotizzato un assorbimento pari a 3 kW indipendentemente dal numero di prese alimentate.

Nella tabella seguente i risultati del calcolo:

Circuito		Fasi n.	Vn [V]	Pn [kW]	cosφ	Ib [A]
Q1 (Kc = 0,75)		3 + N	400	78,2	0,9	94,7
	Q1.1 (Kc = 0,8)	3 + N	400	21,5	0,9	27,8
	Luci	3 + N	400	0,7	0,95	3,2
	Segnapassi	1 + N	230	0,2	0,95	0,9
	Luci sicurezza	1 + N	230	0,05	0,35	0,6
	Torretta 1	1 + N	230	3	0,9	14,4
	Torretta 2	1 + N	230	3	0,9	14,4
	Prese aula	1 + N	230	3	0,9	14,4
	Prese banchi 1 (Kc = 0,5)	1 + N	230	3	0,9	7,21
	Prese banchi 2 (Kc = 0,5)	1 + N	230	3	0,9	7,21
	Prese banchi 3 (Kc = 0,5)	1 + N	230	3	0,9	7,21
	Videoproiettore	1 + N	230	0,5	0,9	2,4
	Schermo	1 + N	230	0,2	0,9	1
	Tende oscuranti	1 + N	230	0,5	0,9	2,4
	Q1.1.1 (Kc = 08)	3 + N	400	13,1	0,9	17,4

		Vent. mandata	3 + N	400	2,2	0,9	3,5
		Vent. ripresa	3 + N	400	1,5	0,9	2,4
		Centralina UTA	1 + N	230	0,3	0,9	1,4
		Punto luce	1 + N	230	0,1	0,9	0,5
		Presa	1 + N	230	3	0,9	14,4
	Q1.2		3 + N	400	21,5	0,9	27,8
		Luci	3 + N	400	0,7	0,95	3,2
		Segnapassi	1 + N	230	0,2	0,95	0,9
		Luci sicurezza	1 + N	230	0,05	0,35	0,6
		Torretta 1	1 + N	230	3	0,9	14,4
		Torretta 2	1 + N	230	3	0,9	14,4
		Prese aula	1 + N	230	3	0,9	14,4
		Prese banchi 1 (Kc = 0,5)	1 + N	230	3	0,9	7,21
		Prese banchi 2 (Kc = 0,5)	1 + N	230	3	0,9	7,21
		Prese banchi 3 (Kc = 0,5)	1 + N	230	3	0,9	7,21
		Videoproiettore	1 + N	230	0,5	0,9	2,4
		Schermo	1 + N	230	0,2	0,9	1
		Tende oscuranti	1 + N	230	0,5	0,9	2,4
		Q1.2.1 (Kc = 08)	3 + N	400	13,1	0,9	17,4
		Vent. mandata	3 + N	400	2,2	0,9	3,5
		Vent. ripresa	3 + N	400	1,5	0,9	2,4
		Centralina UTA	1 + N	230	0,3	0,9	1,4
		Punto luce	1 + N	230	0,1	0,9	0,5
		Presa	1 + N	230	3	0,9	14,4
	Q1.3 (Kc = 1)		3 + N	400	41	0,9	69
		Gruppo frigo	3 + N	400	40	0,9	64,2
		Pompe	1 + N	230	1	0,9	4,8

Vn = tensione nominale

Pn = potenza nominale di dimensionamento. Per i quadri è calcolata tenendo conto dei coefficienti di contemporaneità

Ib = corrente di impiego della linea

Kc = coefficiente di contemporaneità

## 1.8 Calcolo della sezione delle linee

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi è tale da garantire la protezione dei conduttori dalle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

$$a) \quad I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$b) \quad I_f \leq 1.45 \cdot I_z$$

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente  $I_b$ , pertanto, è determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

Sulla base delle sezioni così calcolate si verificano le cadute di tensione e si calcola l'integrale di Joule, ossia la massima energia specifica ammessa dai conduttori.

Nella tabella seguente i risultati del calcolo:

Circuito		Formazione	$I_b$ [A]	L [m]	Posa	$I_z$ [A]
Q1 (linea di alimentazione da Q0)		3x50+1x25+1G25	94,7	80	13	126
	Q1.1 (linea da Q1)	4x(1x6)+1G6	27,8	5,3	22	36
	Luci	2x(1x1.5)+1G1.5	3,2	24	22	17,5
	Segnapassi	2x(1x1.5)+1G1.5	0,9	26	22	17,5
	Luci sicurezza	2x(1x1.5)+1G1.5	0,6	24	22	17,5
	Torretta 1	2x(1x2.5)+1G2.5	14,4	10	22	24
	Torretta 2	2x(1x2.5)+1G2.5	14,4	10	22	24
	Prese aula	2x(1x4)+1G4	14,4	24	22	32
	Prese banchi 1	2x(1x2.5)+1G2.5	7,21	22	22	24
	Prese banchi 2	2x(1x2.5)+1G2.5	7,21	24	22	24
	Prese banchi 3	2x(1x2.5)+1G2.5	7,21	26	22	24
	Videoproiettore	2x(1x1.5)+1G1.5	2,4	16	22	17,5
	Schermo	2x(1x1.5)+1G1.5	1	10	22	17,5
	Tende oscuranti	2x(1x1.5)+1G1.5	2,4	24	22	17,5

	Q1.1.1 (linea da Q1.1)	4x(1x4)+1G4	17,4	27,1	22	28
	Vent. mandata	4x(1x2.5)+1G2.5	3,5	5	22	21
	Vent. ripresa	4x(1x2.5)+1G2.5	2,4	5	22	21
	Centralina UTA	Interna al quadro				
	Punto luce	2x(1x1.5)+1G1.5	0,5	5	22	17,5
	Presa	2x(1x2.5)+1G2.5	14,4	1	22	24
	Q1.2 (linea da Q1)	4x(1x6)+1G6	27,8	17	22	36
	Luci	2x(1x1.5)+1G1.5	3,2	24	22	17,5
	Segnapassi	2x(1x1.5)+1G1.5	0,9	26	22	17,5
	Luci sicurezza	2x(1x1.5)+1G1.5	0,6	24	22	17,5
	Torretta 1	2x(1x2.5)+1G2.5	14,4	10	22	24
	Torretta 2	2x(1x2.5)+1G2.5	14,4	10	22	24
	Prese aula	2x(1x4)+1G4	14,4	24	22	32
	Prese banchi 1	2x(1x2.5)+1G2.5	7,21	22	22	24
	Prese banchi 2	2x(1x2.5)+1G2.5	7,21	24	22	24
	Prese banchi 3	2x(1x2.5)+1G2.5	7,21	26	22	24
	Videoproiettore	2x(1x1.5)+1G1.5	2,4	16	22	17,5
	Schermo	2x(1x1.5)+1G1.5	1	10	22	17,5
	Tende oscuranti	2x(1x1.5)+1G1.5	2,4	24	22	17,5
	Q1.2.1 (linea da Q1.2)	4x(1x4)+1G4	17,4	16,6	22	28
	Vent. mandata	4x(1x2.5)+1G2.5	3,5	5	22	21
	Vent. ripresa	4x(1x2.5)+1G2.5	2,4	5	22	21
	Centralina UTA	Interna al quadro				
	Punto luce	2x(1x1.5)+1G1.5	0,5	5	22	17,5
	Presa	2x(1x2.5)+1G2.5	14,4	1	22	24
	Q1.3 (linea da Q1)	3x(1x25)+1x16+1G16	69	19,5	22	89
	Gruppo frigo	3x(1x25)+1x16+1G16	64,2	5	22	89
	Pompa circolazione	2x(1x2.5)+1G2.5	4,8	5	22	24
Iz = portata del cavo nelle condizioni di posa stabilite						

Dai calcoli effettuati si ricava che la caduta di tensione in tutte le condutture è inferiore al limite massimo ammesso.

## 1.9 Scelta e dimensionamento delle protezioni

I dispositivi di protezione delle linee partenti dai quadri sono stati scelti e dimensionati in modo da verificare le già citate relazioni di coordinamento indicate dalla norma CEI 64-8 che, per i dispositivi adottati, aventi  $I_f \leq 1,45 I_n$ , si riducono a:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Il potere di interruzione nominale dei dispositivi di protezione adottati è stato scelto maggiore o uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione che, nelle ipotesi fatte, è sempre inferiore a 6 kA.

Nella tabella seguente i risultati della verifica di coordinamento delle protezioni:

Circuito		Dispositivo	$I_b$ [A]	$I_n$ [A]	$I_z$ [A]	$I_{cu}$ [kA]
Q1 (linea di alimentazione da Q0)		Int. magnetotermico 4P	94,7	100	126	16
	Q1.1 (linea da Q1)	Int. magnetotermico 4P	27,8	32	36	6
	Luci	Int. magnetotermico-diff. 2P	3,2	10	17,5	6
	Segnapassi	Int. magnetotermico-diff. 2P	0,9	10	17,5	6
	Luci sicurezza	Int. magnetotermico-diff. 2P	0,6	10	17,5	6
	Torretta 1	Int. magnetotermico-diff. 2P	14,4	16	24	6
	Torretta 2	Int. magnetotermico-diff. 2P	14,4	16	24	6
	Prese aula	Int. magnetotermico-diff. 2P	14,4	16	24	6
	Prese banchi 1	Int. magnetotermico-diff 2P	7,21	16	24	6
	Prese banchi 2	Int. magnetotermico-diff 2P	7,21	16	24	6
	Prese banchi 3	Int. magnetotermico-diff 2P	7,21	16	24	6
	Videoproiettore	Int. magnetotermico-diff. 2P	2,4	10	17,5	6
	Schermo	Int. magnetotermico-diff. 2P	1	10	17,5	6
	Tende oscuranti	Int. magnetotermico-diff. 2P	2,4	10	17,5	6
	Q1.1.1 (linea da Q1.1)	Int. magnetotermico 4P	17,4	25	28	7,5
	Vent. mandata	Int. magnetotermico-diff. 4P	3,5	10	21	10
	Vent. ripresa	Int. magnetotermico-diff. 4P	2,4	10	21	10
	Centralina UTA	Int. magnetotermico-diff. 2P				
	Punto luce	Int. magnetotermico-diff. 2P	0,5	10	17,5	6
	Presa	Int. magnetotermico-diff. 2P	14,4	16	24	6
	Q1.2 (linea da Q1)	Int. magnetotermico 4P	27,8	32	36	6
	Luci	Int. magnetotermico-diff. 2P	3,2	10	17,5	6

	Segnapassi	Int. magnetotermico-diff. 2P	0,9	10	17,5	6
	Luci sicurezza	Int. magnetotermico-diff. 2P	0,6	10	17,5	6
	Torretta 1	Int. magnetotermico-diff. 2P	14,4	16	24	6
	Torretta 2	Int. magnetotermico-diff. 2P	14,4	16	24	6
	Prese aula	Int. magnetotermico-diff. 2P	14,4	16	24	6
	Prese banchi 1	Int. magnetotermico-diff 2P	7,21	16	24	6
	Prese banchi 2	Int. magnetotermico-diff 2P	7,21	16	24	6
	Prese banchi 3	Int. magnetotermico-diff 2P	7,21	16	24	6
	Videoproiettore	Int. magnetotermico-diff. 2P	2,4	10	17,5	6
	Schermo	Int. magnetotermico-diff. 2P	1	10	17,5	6
	Tende oscuranti	Int. magnetotermico-diff. 2P	2,4	10	17,5	6
	Q1.2.1 (linea da Q1.2)	Int. magnetotermico 4P	17,4	25	28	7,5
	Vent. mandata	Int. magnetotermico-diff. 4P	3,5	10	21	10
	Vent. ripresa	Int. magnetotermico-diff.4P	2,4	10	21	10
	Centralina UTA	Int. magnetotermico-diff. 2P				
	Punto luce	Int. magnetotermico-diff. 2P	0,5	10	17,5	6
	Presa	Int. magnetotermico-diff. 2P	14,4	16	24	6
	Q1.3 (linea da Q1)	Int. magnetotermico 4P	69	80	89	6
	Gruppo frigo	Int. magnetotermico-diff. 4P	64,2	80	89	16
	Pompa circolazione	Int. magnetotermico-diff. 2P	4,8	10	24	6
Icu = potere di interruzione del dispositivo di protezione						