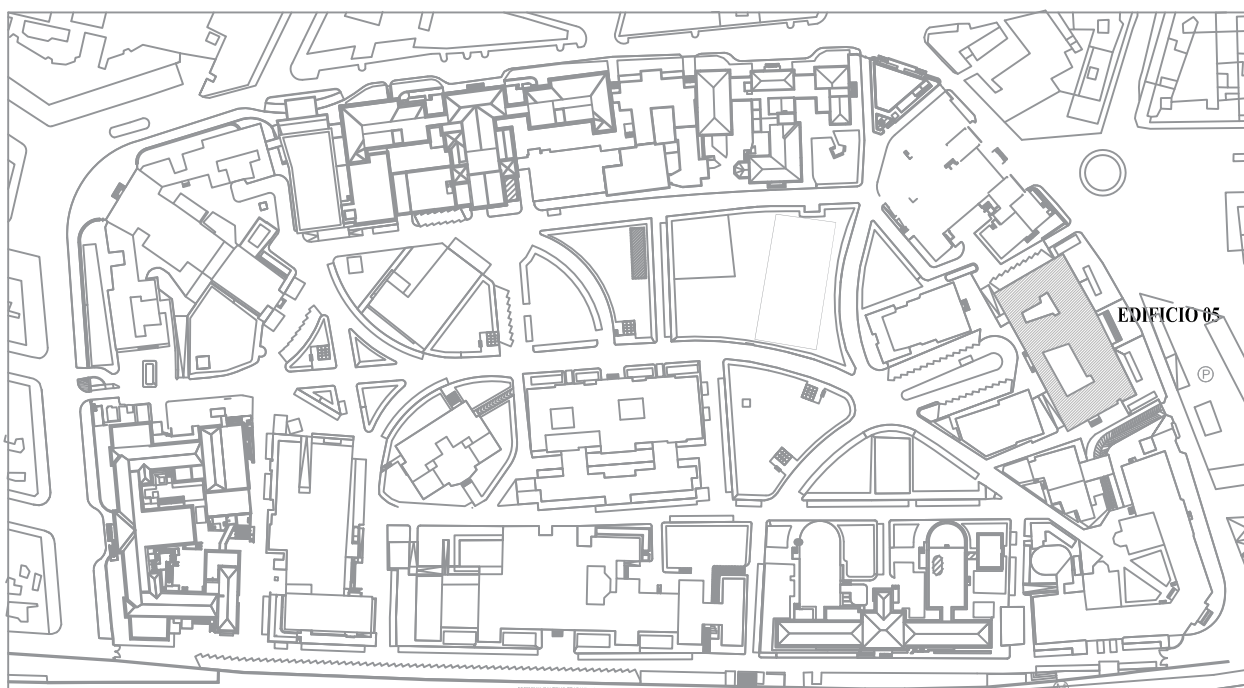




# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO



## LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE E ADEGUAMENTO IMPIANTISTICO DELL'AULA MAGNA PRESSO L'ISTITUTO DI IGIENE DELLA SCUOLA DI MEDICINA E CHIRURGIA

### PROGETTAZIONE: Area Tecnica

Progettazione architettonica preliminare  
ed esecutiva:  
Arch. Rosario Musso

Progettazione impianti:  
Ing. Dario La Torre

Collaboratore:  
P.I. Remo Corsetti

Coordinatore della sicurezza in fase di  
progettazione:  
Arch. Rosario Musso

Responsabile Unico del Procedimento:  
Arch. Rosario Musso

Collaboratore esterno alla progettazione:  
Ing. Andrea Cerasola

PROGETTO ESECUTIVO

ELABORATI GENERALI

RELAZIONE TECNICA

data Aprile 2020

scala

Il Dirigente dell'Area Tecnica  
(ing. Antonio Sorce)

Il Rettore  
(prof. Fabrizio Micari)

G.01

**PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE E  
ADEGUAMENTO IMPIANTISTICO DELL'AULA MAGNA PRESSO L'ISTITUTO  
DI IGIENE DELLA SCUOLA DI MEDICINA E CHIRURGIA**

**SOMMARIO**

PREMESSE .....	2
1. STATO DI FATTO .....	2
2. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PLESSO DI IGIENE .....	2
3. DESCRIZIONE DELL'AULA MAGNA .....	4
4. RILEVAMENTO DELLO STATO DI FATTO.....	5
5. INTERVENTI PREVISTI .....	8
6. OPERE CIVILI, DI FINITURA.....	13
7. IMPIANTO ELETTRICO DI ILLUMINAZIONE E PICCOLA FORZA MOTRICE .....	13
8. IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE .....	17
9. IMPIANTI SPECIALI A SERVIZIO DELL'AULA .....	21
10. QUADRO TECNICO ECONOMICO.....	21
11. CONCLUSIONI .....	22

## **PREMESSE**

L'Ateneo di Palermo in relazione alla vetustà del patrimonio immobiliare, nell'ultimo triennio ha elaborato un programma unitario finalizzato alla ristrutturazione ed ammodernamento degli spazi dedicati alla didattica ed alla ricerca (aule e laboratori didattici).

Nell'ambito di tale programma rientrano i lavori di Ristrutturazione ed Adeguamento impiantistico dell'aula magna ubicata al piano rialzato del Plesso sede dell'Istituto di Igiene della Scuola di Medicina e Chirurgia. In pratica è stato previsto un intervento integrale di ristrutturazione che prevede oltre all'esecuzione di opere edili, il rifacimento degli impianti tecnologici (elettrico, illuminazione, climatizzazione, audio video etc..), con sistemi di controllo in remoto, dei consumi energetici dei vari impianti, per i dettagli dei quali si rimanda alle relazioni specialistiche.

A seguito di quanto richiesto dal Dirigente dell'Area Tecnica dell'Università degli Studi di Palermo, Ing. Antonio Sorce, si è proceduto ad uno studio finalizzato ad individuare le opere necessarie per la completa ristrutturazione dell'aula, nonché gli interventi necessari per il rifacimento dell'impianto elettrico, di illuminazione e di climatizzazione non più adeguati.

L'aula in esame presenta inoltre gravi fenomeni di degrado di alcuni elementi strutturali in c.a., prevalentemente in corrispondenza dei prospetti esterni, nonché obsolescenza delle finiture, degli arredi e dei serramenti esterni.

Ai fini espositivi la presente relazione è stata articolata nei seguenti punti:

- descrizione delle parti dell'edificio oggetto di intervento;
- rilevamento dello stato di fatto;
- descrizione degli interventi previsti;
- quadro tecnico economico.

### **1. STATO DI FATTO**

Di seguito viene sinteticamente descritto lo stato attuale di degrado rinvenuto all'interno dell'aula a seguito delle ispezioni e dei saggi esplorativi effettuati, nonché rappresentate, nei paragrafi successivi, tutte le lavorazioni e gli interventi necessari alla completa ristrutturazione e ripristino della funzionalità dell'aula.

Il rilevamento dello stato di fatto ha consentito di individuare le categorie di lavoro necessarie e quindi stimare i relativi costi di ristrutturazione.

### **2. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PLESSO DI IGIENE**

L'edificio, sede dell'Istituto di Igiene, risiede in un edificio in cemento armato composto da cinque piani, di cui uno interrato e quattro fuori terra.

Esistono locali comuni a tutta la struttura quali l'aula magna, oggetto del presente intervento, aulette, aule esercitazioni, uffici amministrativi, segreteria, biblioteca, sala Consiglio, servizi igienici, locali impianti riscaldamento, condizionamento, centrale termica ed impianto sollevamento acqua.

Il plesso per quanto attiene i prospetti si presenta in pessime condizioni di conservazione edilizia, soprattutto a causa della corrosione delle strutture in cemento armato, mentre gli ambienti in tutti i piani, sono, da un punto di vista edilizio, in discreto stato di conservazione, rendendosi comunque necessaria la ristrutturazione, di taluni locali.

Le barriere architettoniche risultano in parte abbattute, per l'assenza del wc disabili, di alcune rampe, mentre il servizio dell'ascensore è per tutti i piani.

L'impianto elettrico, alimentato in bassa tensione, da una cabina MT/BT di proprietà dell'Azienda, prefabbricata collocata all'esterno dell'edificio; è stato interamente adeguato alla legge 46/90. Nei locali ad uso specifico l'impianto necessita di alcune integrazioni e miglioramenti, in ragione della sensibilità degli apparecchi adoperati e delle condizioni di utilizzo, ciò sia da un punto di vista di protezione elettrica che da un punto di vista di grado di protezione fisica; alcuni macchinari essenziali sono serviti dal gruppo elettrogeno posto in una gabbia metallica all'esterno dell'edificio.

Per il miglioramento dei requisiti strutturali dell'edificio occorrerà prevedere una progettazione per la ristrutturazione generale dell'immobile che preveda una serie di interventi mirati alla riqualificazione dell'esistente.



*Pianta di piano rialzato del Plesso di Igiene con evidenziata l'aula magna.*

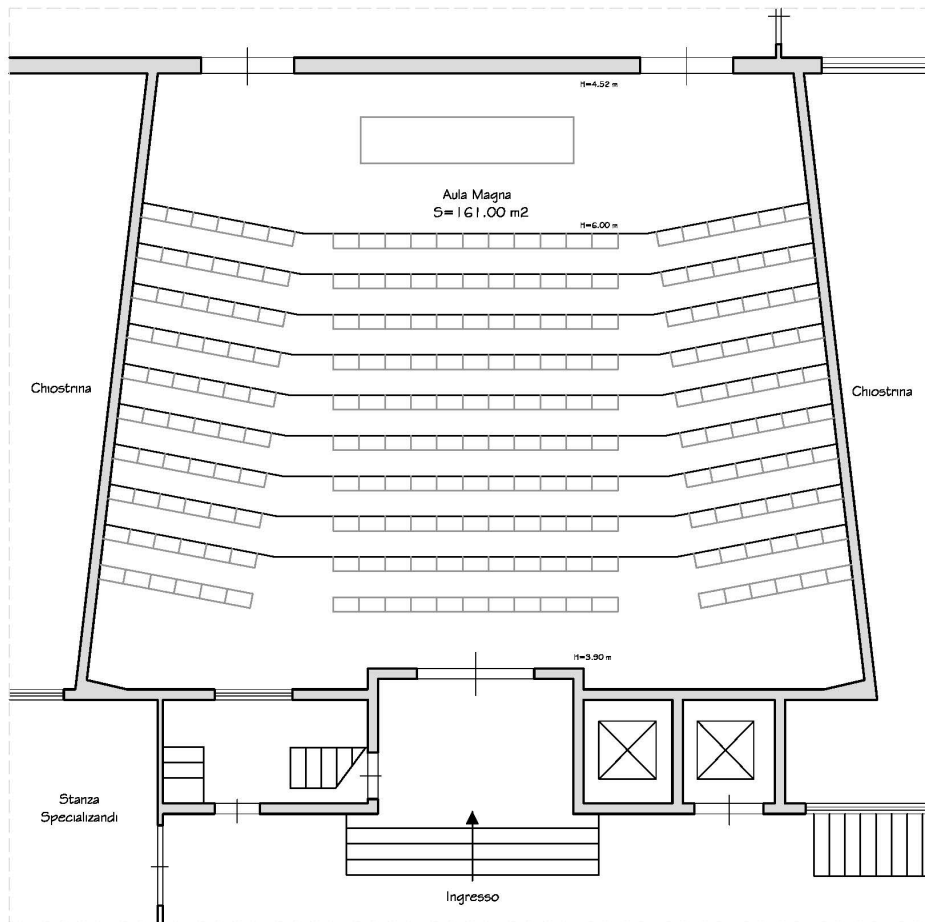
### 3. DESCRIZIONE DELL'AULA MAGNA

L'aula magna, ubicata al piano rialzato, risulta abitualmente utilizzata per la didattica, realizzata nel 1972 e da allora mai rinnovata, è accessibile attraverso il disimpegno di piano rialzato dell'ingresso principale all'Istituto.

L'aula oggetto dell'intervento è del tipo a gradonate ed ha una superficie in pianta, sulla proiezione orizzontale, pari a circa 160 m<sup>2</sup>, realizzata ad anfiteatro di forma trapezia può ospitare circa 154 postazioni studenti.



Di seguito si riporta uno schema planimetrico ed un'immagine rappresentativa dell'aula.



*Schema planimetrico aula magna*



*Immagine aula magna al piano rialzato*

L'aula oggetto dell'intervento è del tipo a gradonate e presenta le caratteristiche geometriche di seguito indicate:

- Proiezione orizzontale superficie: 161,00 m<sup>2</sup>;
- Altezza soffitto: H variabile da Hmax=4.52 m ad Hmin=3,90 m;
- Volume netto: 805,00 m<sup>3</sup> circa;
- Superficie finestrata: 25,00 m<sup>2</sup>;

#### **4. RILEVAMENTO DELLO STATO DI FATTO**

Tenuto conto della campagna di saggi esplorativi e delle ispezioni visive eseguite nel mese di Aprile 2019, si descrive di seguito lo stato di fatto e la situazione di degrado e dissesto riscontrata nelle parti ispezionate.

L'aula si presenta oggi con le stesse finitura ed arredi dell'epoca della sua realizzazione, alcuni aggiornamenti sono stati eseguiti di recente sugli impianti elettrici e di illuminazione e nell'impianto di condizionamento mediante l'installazione di n°4 unità di condizionamento a pompa di calore.

I fenomeni di degrado/dissesto presenti nei prospetti esterni dell'aula, risultano in atto da tempo e ed oggi progrediti a causa dalla pressoché totale assenza di interventi di manutenzione ordinaria e/o straordinaria, inoltre sono stati trascurati gli aspetti legati all'abbattimento delle barriere architettoniche dell'edificio.

Tutti gli elementi ora accennati saranno puntualmente approfonditi nei successivi paragrafi.

### **Finiture e arredi**

Come accennato in precedenza, l'aula presenta in mediocre stato di degrado, sia nelle pavimentazioni, nelle pannellature delle pareti, nei controsoffitti, negli intonaci nonché negli elementi di arredo.

L'aula si presenta infatti con le stesse finitura ed arredi dell'epoca della sua realizzazione, elementi risalenti al 1972.

In particolare, gli arredi dell'aula sono realizzati tubolari di ferro ed elementi in legno, non presentando elementi di pregio potranno essere dismessi nella loro interezza.

Per quanto concerne invece le pavimentazioni dell'aula queste sono realizzate in gomma e presentano, nella superficie, abrasioni varie e macchie dovute principalmente al cattivo uso ed alla mancanza di manutenzione.

Le pareti dell'aula sono interamente rivestite con pannellature in legno.

Anche il soffitto è rivestito con pannellature fonoassorbenti. Si fa presente che tali rivestimenti, oltre a essere in mediocre stato di conservazione, presentano gravi problematiche dal punto di vista dell'antincendio.

Si fa presente che l'aula è stata interessata da cospicue e prolungate infiltrazioni d'acqua provenienti dalle coperture, arrestate mediante un recente intervento di manutenzione del manto impermeabilizzante.

### **Porte e infissi**

Le finestre presenti sono per realizzate in alluminio e risultano oscurabili mediante vetuste tende motorizzate.

Le porte di accesso all'aula, di recente sostituzione, sono del tipo REI a due ante con apertura verso l'esterno mediante maniglioni antipanico.

Tenuto conto dalla tipologia qualitativamente mediocre delle finestre presenti, nonché del loro stato di conservazione, risultano senz'altro opportuno prevederne la sostituzione.

### **Strutture**

L'aula magna è sostanzialmente ubicata in una struttura separata ed indipendente dall'edificio principale di Igiene cui è essa collegata.

Di seguito riporta un'immagine rappresentativa tratta da Google Earth.





*Immagine dell'edificio sede dell'Istituto di Igiene con evidenziata la struttura dell'aula magna*

La struttura che ospita l'aula è realizzata con struttura portante, travi e pilastri, in c.a.; i solai sono in calcestruzzo.

Nel complesso, gli elementi primari in c.a. che è stato possibile osservare non presentano dissesti tali da compromettere la sicurezza statica dell'edificio, tuttavia, le ispezioni ed i saggi effettuati nelle parti strutturali hanno permesso di caratterizzare alcune fenomeni di degrado e/o dissesto presenti prevalentemente nei prospetti esterni.

Si è potuto riscontrare, in diversi elementi in c.a. di prospetto (travi e pilastri) il distacco del copriferro in cls e degli intonaci, con avanzata corrosione delle armature affioranti, localmente si sono riscontrati apprezzabili riduzioni delle sezioni resistenti delle barre di armatura, nonché la presenza di alcune staffe rotte.

### **Murature**

Le murature di prospetto presentano un grave stato di ammaloramento dell'intonaco, con lesioni, efflorescenze correlate alla formazione di sostanze saline, macchie di umidità e muffe correlate al deposito di sostanze organiche;

Nel caso in esame, tenuto conto delle risultanze del rilevamento dello stato di fatto, si può ragionevolmente affermare che il degrado delle strutture in c.a. è stato determinato essenzialmente dal fenomeno della carbonatazione.

Al fine di assicurare la riuscita dell'intervento e più marcatamente la sua durabilità, la buona tecnica impone per le strutture in cemento armato l'esecuzione di un intervento di ripristino corticale basato sulla tecnica della "ripassivazione delle armature" mediante l'applicazione di



uno strato di malta alcalina atto a ricostituire i copriferrini originari.

### **Copertura**

Le coperture dell'aula è realizzata in campigiane risalenti all'epoca della sua costruzione, la stessa non risulta più in grado di garantire adeguate capacità impermeabilizzanti a causa della sua vetustà.

### **Impianto elettrico e di illuminazione**

Gli impianti elettrici sono realizzati prevalentemente sottotraccia, ma nel corso degli anni, sono stati messi in opera cavi e canaline esterne poste all'interno delle pannellature laterali delle pareti ed all'interno dei controsoffitti, Gli apparecchi illuminanti dell'aula sono ancorati a soffitto.

### **Impianto di climatizzazione**

L'aula magna è attualmente climatizzata con climatizzatori singoli, in particolare sono presenti n°4 unità di condizionamento a pompa di calore.

Nell'aula sono inoltre presenti n°4 ventilconvettori, ancorati a parete, da tempo non più in uso e da dismettere.

Si prevede la realizzazione di un nuovo impianto di climatizzazione centralizzato di adeguata capacità.

## **5. INTERVENTI PREVISTI**

### **RISANAMENTO STRUTTURE IN C.A.**

Tenuto conto dello stato di degrado - riscontrato in particolare sui prospetti del fabbricato - e delle risultanze delle indagini visive eseguite, con il presente progetto si intende procedere con il risanamento di buona parte delle strutture in c.a. presenti nei prospetti dell'aula.

L'intervento previsto è in estrema sintesi finalizzato a ripassivare le armature esistenti ormai avvolte da un conglomerato cementizio carbonatato, quindi in ambiente non più alcalino, e ripristinare la sezione resistente del pilastro e/o della trave mediante l'adozione di una rete elettrosaldata zincata maglia 5x5 cm filo D=3 mm di tipo strutturale incamiciatura, ad elevato spessore, con malta reoplastica a spruzzo o gettata in cassero.

Nel dettaglio l'intervento nei pilastri e nelle travi si articola in due distinte tipologie

realizzative, in relazione al più o meno avanzato stato di degrado riscontrato, in particolare è stato previsto:

Intervento di “**TIPO A**”: Incamicatura armata con RES zincata strutturale e malta reoplastica applicata a spruzzo di spessore medio di circa 3/5 cm.



Esso prevede essenzialmente le seguenti fasi consecutive di intervento:

- asportazione dell'intonaco e delle parti di calcestruzzo ammalorato e/o carbonatato;
- bocciardatura delle superfici ancora integre;
- pulitura con acqua calda a pressione e mezzi meccanici (spazzole, lime, palette, flex, ecc..) delle

barre di armatura rinvenute sino alla totale eliminazione delle le parti ossidate;

- applicazione di passivante protettivo per la protezione attiva delle barre di armatura esistenti;
- sistemazione di Rete Elettrosaldata Zincata di tipo strutturale, costituita da filo  $\phi$  3 mm e maglia 5 x 5 cm;
- abbondante bagnatura delle superfici di supporto;
- applicazione a spruzzo di malta reoplastica a ritiro controllato di spessore medio di circa 3/5 cm e formazione di uno spessore di copriferro non inferiore a 2,5 cm.

Intervento di “**TIPO B**”: Intervento di tipo corticale eseguito negli elementi strutturali che presentano un modesto degrado superficiale.

Esso prevede essenzialmente le seguenti fasi consecutive di intervento:



- asportazione dell'intonaco e delle parti di calcestruzzo ammalorato;
- pulitura con acqua calda a pressione e mezzi meccanici (spazzole, lime, palette, flex, ecc..) delle barre di armatura rinvenute esistenti;
- applicazione di passivante protettivo per la protezione attiva delle barre di armatura;
- abbondante bagnatura delle superfici di supporto;
- applicazione a cazzuola di malta reoplastica

tixotropica per la ricostruzione del copriferro originario.

Si procederà anche al risanamento dei campi di **solaio** ammalorati secondo le seguenti fasi di lavoro:

- adeguata puntellatura provvisoria (ove necessario) dei solai e delle travi con adeguata forzatura;
- integrale dismissione di tutti gli intonaci applicati all'intradosso dei solai;
- asportazione delle parti di laterizio e del calcestruzzo labilizzato;
- pulitura meccanica (utilizzando spazzole metalliche, lime, flex, ecc.) dei ferri di armatura rinvenuti;
- applicazione di passivante protettivo nelle barre esistenti;
- predisposizione, ove necessario, di adeguate barre di armatura addizionale in corrispondenza delle travi e/o dei travetti dei solai degradati e da ricostruire;
- ricostruzione dei travetti dei solai mediante applicazione di malta reoplastica antiritiro tixotropica, applicata a spruzzo o a cazzuola, previa abbondante bagnatura delle superfici e predisposizione di tavole di abete, al fine della ricostruzione della sezione originaria del travetto;

### **Materiali da impiegare**

Per l'esecuzione degli interventi sopra descritti si prescrive l'utilizzo dei seguenti materiali:

*Campo di impiego: Risanamento strutture in c.a. ammalorate*

#### **a) Malta cementizia reoplastica premiscelata**

- resistenza a compressione minima a 28 gg. 63 Mpa (UNI 6132)
- resistenza a flessione minima a 28 gg. 11 MPa (UNI 6133)
- modulo elastico statico a 28 gg. 23.000 MPa (UNI 6556);
- aderenza al calcestruzzo non inferiore a 4 MPa
- aderenza alle barre ad aderenza migliorata a 28 gg. 25 MPa
- espansione contrastata (UNI 8148) ad 1 gg. pari a min. 0,04%.

#### **b) Barre ad aderenza migliorata**

- Classe Acciaio B450C
- Resistenza a rottura  $f_{tk} = 540 \text{ MPa}$

- Resistenza a snervamento	$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$
- Resistenza di calcolo	$f_{yd} = 391 \text{ MPa}$
- Modulo di elasticità	$E_s = 200.000 \text{ MPa}$
- Tensione di snervamento caratteristica	430 MPa
- Tensione di rottura caratteristica	540 MPa
- Tensione ammissibile	260 MPa
- Copriferro minimo:	
▪ pilastri e travi	30 mm
▪ setti e piastre in elevazione	30 mm
▪ strutture di fondazione	40 mm
- Interferro minimo	30 mm
- Lunghezza di ancoraggio	$L_b = 40 \text{ diametri}$
- Lunghezza di sovrapposizione	1,5 $L_b$

#### **RIPRISTINO DEI PROSPETTI**

Per i prospetti, dopo il risanamento delle strutture in c.a., si prevede l'esecuzione di tutte quelle opere necessarie per eliminare i fenomeni di degrado e/o dissesto presenti nei rivestimenti esterni. Vengono inoltre sostituiti i serramenti esterni ed i relativi vetri procedendo anche alla sostituzione e/o riparazione di avvolgibili e cassonetti degradati.

A cantiere installato, dopo il montaggio dei ponteggi, si procede ad un puntuale controllo dello stato di conservazione di tutti i rivestimenti e quindi alla esecuzione delle seguenti principali categorie di lavoro:

- verifica delle proprietà resistenti ed adesive del traversato per l'individuazione delle zone ammalorate;
- asportazione delle parti di intonaco rinvenuto degradato sino al supporto in muratura;
- rifacimento del traversato, previa applicazione sulla muratura interessata di uno strato di rinzafo con malta bastarda;
- sostituzione e/o riparazione dei rivestimenti in marmo ammalorati;
- pulizia di tutte le superficie di intonaco originarie ancora integre e dei rivestimenti in pietra ed in marmo esistenti con mezzi meccanici (spazzole ecc) e, ove necessario, secondo precise indicazioni impartite dalla D.L., con acqua nebulizzata a bassa pressione;
- applicazione di una stato di tonachino ai silicati di potassio con granulometria, consistenza e colore analogo a quello esistente nelle zone da ripristinare;

- sostituzione degli infissi attuali con infissi in profilati di alluminio preverniciato con vetri stratificati.

### **RISANAMENTO DELLE COPERTURE**

L'intervento sulle coperture prevede il ripristino dell'impermeabilizzazione mediante applicazione di una membrana impermeabilizzante elastomerica ad elevata elasticità, da applicare a spruzzo, sulle attuali pavimentazioni.

In particolare l'impermeabilizzazione delle coperture sarà effettuata mediante vaporizzazione a caldo di uno specifico formulato bicomponente pigmentato "POLIUREA", a base di poliurea pura, applicato mediante appositi sistemi pompanti, ad alta pressione, specifici per sistemi bicomponenti, previa adeguata preparazione delle superfici, che dovranno risultare pulite ed asciutte, oltreché predisposte, ove necessario, mediante applicazione di un promotore di adesione PRIMER. Lo spessore di applicazione dovrà essere pari a mm 2, o superiore, in funzione delle esigenze riscontrate.

La poliurea è un composto bicomponente che viene spruzzato a caldo tramite un macchinario apposito costituito da una pompa riscaldante che pesca dai due contenitori i componenti e li convoglia in un tubo di uscita dove vengono mescolati e riscaldati a 70°C, appena la miscela viene spruzzata, tramite una pistola airless si solidifica nel giro di un paio di secondi.

Per ogni tipo di fondo e applicazione verrà di volta in volta valutato il tipo di poliurea da adottare (flessibilità, durezza e contenuto).

I principali vantaggi nell'adozione di tale metodo di intervento si riassumono essenzialmente in:

- Brevi interruzioni dei tempi di esercizio dei locali o delle superfici;
- Rapido indurimento (6-8 sec.);
- Superficie senza giunti, pedonabile dopo 60 secondi;
- Senza solventi e inodore;
- 500% di deformabilità;
- Resiste agli acidi;
- Colorabile in tutte le tinte RAL;
- Antiscivolo;
- Incapsula ogni tipo di supporto evitando riprese.

## **6. OPERE CIVILI, DI FINITURA ED ARREDI DELL'AULA**

Si prevedono le seguenti principali opere:

- Dismissione e sostituzione della pavimentazione in gomma;
- Smontaggio del rivestimento in legno delle pareti e successiva fornitura e installazione di nuove pannellature in legno nelle pareti;
- Rimozione e sostituzione del controsoffitto esistente;
- Sostituzione degli infissi e delle tende attuali, ormai obsolete, con infissi in alluminio a taglio termico dotati di vetro camera stratificato, del tipo basso-emissivo e selettivo in modo da evitare in fase invernale la dispersione dell'energia termica interna dell'aula e tali da riflettere verso l'esterno, durante la stagione estiva, una grossa percentuale della radiazione solare incidente sui vetri, senza peraltro ridurne in modo sensibile la trasmissione luminosa;
- Rimozione degli arredi esistenti non più utilizzabili e sostituzione con nuovi elementi.

## **7. IMPIANTO ELETTRICO DI ILLUMINAZIONE E PICCOLA FORZA MOTRICE**

Si prevede l'integrale rifacimento dell'impianto elettrico dell'aula, ed in particolare è previsto lo smontaggio dell'impianto elettrico esistente, costituito da linee elettriche che in modo disorganico si snodano lungo le pareti dell'aula senza un'adeguata schermatura dei cavi, in parte agli interruttori di comando posti in vicinanza della cattedra, in parte ai punti presa distribuiti all'interno dell'aula.

Il progetto prevede la sostituzione degli esistenti corpi illuminanti, molti dei quali gravemente ammalorate e la cui manutenzione risulterebbe antieconomica, con nuovi corpi illuminanti ad alta efficienza a tecnologia LED (Light-Emitting Diodes). Tale tecnologia rappresenta l'evoluzione dell'illuminazione allo stato solido, in cui la generazione della luce è ottenuta mediante semiconduttori anziché utilizzando un filamento o un gas. L'illuminazione a LED è più efficiente dal punto di vista energetico, ha una durata maggiore ed è più sostenibile. Grazie all'elevato illuminamento caratteristico è possibile inoltre, a parità di comfort luminoso, installare un numero inferiore di corpi illuminanti conseguendo, nel tempo, un rilevante risparmio economico. E' importante sottolineare inoltre che i LED, dopo 50.000 ore di funzionamento garantiscono ancora il 70% dell'emissione luminosa nominale, contro le 6.000 ore delle tradizionali lampade fluorescenti, con totale assenza di emissioni U.V., caratteristica che ha un'evidente ricaduta sugli elevati costi di manutenzione che vengono sostanzialmente azzerati.



### ***Classificazione dell'ambiente***

L'ambiente oggetto dell'intervento, in accordo con le informazioni raccolte, è classificato "a maggior rischio in caso d'incendio" e pertanto, ai fini della realizzazione degli impianti elettrici, oltre all'osservanza delle norme di carattere generale in materia, dovranno essere rispettate le specifiche prescrizioni contenute nella norma CEI 64-8/7 e collegate.

Per garantire la conformità alle norme relative all'abbattimento delle barriere architettoniche, i punti di comando e le prese elettriche/trasmissione dati dovranno essere installate rispettivamente ad altezza 110cm e 60cm dal piano di calpestio.

### ***Dati dell'alimentazione elettrica***

L'impianto in oggetto è alimentato dalla rete di distribuzione a bassa tensione 3F+N con tensione nominale 400V/230V 50Hz (I categoria) e corrente di guasto nel punto di consegna pari a 10kA. Dal punto di vista della connessione verso terra il sistema ha un punto collegato direttamente a terra e le masse dell'impianto collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema di alimentazione pertanto si configura come "TT".

### ***Potenza di progetto***

Il dimensionamento degli impianti è stato realizzato sulla base delle potenze complessive installate tenendo conto di opportuni coefficienti di utilizzazione e contemporaneità. Da detti calcoli, desumibili dalla documentazione allegata, risulta una potenza di progetto, nelle condizioni più gravose, pari a circa 50 kW trifase.

### ***Descrizione sommaria dell'impianto***

L'impianto elettrico di cui al presente progetto è essenzialmente costituito da una rete di distribuzione che originandosi dal nuovo quadro elettrico, installato all'interno dell'aula, raggiunge tramite una serie di cavidotti le apparecchiature a servizio degli impianti di illuminazione ordinaria ed in emergenza, delle prese di piccola forza motrice e dell'impianto di climatizzazione. Detto quadro è alimentato, dall'interruttore generale mgt diff da installare nel quadro di piano terra esistente, con una linea 3F+N del tipo FG16(o)M16 in formazione 3x1x35mmq per i conduttori di fase ed 1x1x25mmq per il conduttore di neutro. Il conduttore di protezione sarà realizzato con corda H07Z1-K di sezione 25mmq. Il quadro sarà attrezzato di tutti gli interruttori di protezione e sezionamento dei vari circuiti in cui è stato suddiviso l'intero impianto. Le caratteristiche dimensionali di detti interruttori e delle linee di distribuzione ivi afferenti sono riportate negli schemi unifilari e nelle specifiche di calcolo allegate al progetto. In ogni caso, tutti gli interruttori a protezione dei circuiti afferenti agli impianti di illuminazione,

prese pfm ed unità interne CDZ sono del tipo magnetotermico differenziale ad alta sensibilità (30mA) mentre l'interruttore a servizio dell'unità esterna dell'impianto CDZ è del tipo magnetotermico differenziale a media sensibilità (300mA).

I cavidotti principali, il cui sviluppo è previsto al di sopra della quota del controsoffitto, saranno realizzati con tubazione a parete in PVC serie pesante distinti per la distribuzione dell'energia e per gli impianti in bassissima tensione. Detti cavidotti saranno dotati di idonee cassette di derivazione (distinte per servizi energia e bassissima tensione) e pezzi speciali per garantire il grado di protezione IP55. Le canalizzazioni secondarie saranno essenzialmente costituite da tubi corrugati e guaine in PVC con superficie interna liscia che collegheranno le scatole di derivazione principali con i singoli punti utenza degli impianti elettrico. Qualora le tubazioni di distribuzione attraversino comparti antincendio, dovranno essere previste idonee barriere tagliafiamma in accordo con quanto stabilito dalla normativa vigente. Per la tipologia e le quantità di dette tubazioni si fa riferimento a quanto specificato negli elaborati planimetrici.

Le linee di distribuzione dorsale e terminale dei circuiti di illuminazione, prese ed unità interne CDZ sono previste del tipo H07Z1-K mentre la dorsale di alimentazione dell'unità esterna CDZ sarà realizzata con cavo tipo FG16(o)M16.

L'impianto prese pfm consiste sostanzialmente di quadretti multiprese e singole prese a spina nei tipi bipasso 2P+T 10/16A e UNEL 2P+T 10/16A installate in apposite scatole da incasso.

L'impianto di illuminazione verrà realizzato utilizzando corpi illuminanti LED di ultima generazione del tipo da incasso a controsoffitto. Le quantità previste sono tali da garantire un livello di illuminamento superiore ai minimi indicati dalle tabelle UNI EN 12464-1 sul piano di lavoro con una buona uniformità di illuminamento. L'impianto di illuminazione sarà gestito da un sistema automatico che provvederà alla regolazione del flusso luminoso in funzione delle condizioni d'illuminamento ambientale. Tale sistema inoltre sarà in grado di spegnere l'intero impianto in assenza di persone all'interno dell'aula.

Nell'aula è stata prevista l'illuminazione di emergenza antipanico e delle vie di esodo con l'installazione di apparecchi autoalimentati dotati di batterie al Ni-Cd con 1 ora di autonomia e con tempo di ricarica completa degli accumulatori non superiore a 12 ore. Detto impianto, in caso di mancanza improvvisa di tensione, assicurerà un livello di illuminamento minimo maggiore di 5 lux lungo le uscite ed i percorsi delle vie di esodo. L'impianto d'illuminazione di emergenza avrà lo scopo di garantire la sicura evacuazione delle persone in caso di necessità e di garantire lo svolgimento delle operazioni di soccorso in sicurezza. Per la disposizione e la tipologia degli apparecchi di emergenza e di indicazione delle vie di esodo consultare le tavole di progetto.

Tutti gli apparecchi installati dovranno essere di tipo con funzione automatica di

AUTOTEST con segnalazione visiva di eventuali guasti o anomalie in modo da poter ottemperare alle prescrizioni della norma UNI 11222 per quanto riguarda le manutenzioni ed i controlli periodici sugli impianti di illuminazione di sicurezza.

L'impianto dispersore intenzionale di terra previsto in progetto, sarà realizzato nel terreno vegetale dello spazio a verde a piano terra e sarà costituito da n.6 dispersori verticali del tipo picchetto a croce in acciaio zincato 50x50x5mm h=1.5mt, raccordati mediante dispersore orizzontale del tipo a corda di rame nudo da 35mmq interrato. Detto impianto sarà collegato al collettore di terra mediante un conduttore H07Z1-K di sezione 25mmq. E' stato inoltre previsto, all'interno dell'aula, di realizzare il collegamento equipotenziale tra il nodo collettore di terra ed i dispersori di fatto consistenti nelle tubazioni metalliche degli impianti idrici e tecnologici mediante idonei conduttori g/v di sezione non inferiore a 6mmq.

### ***Impianto Building Automation a servizio dell'impianto di illuminazione***

L'impianto di regolazione Automatica del flusso luminoso utilizzerà lo standard di comunicazione aperto EIB KONNEX. Si avrà dunque un impianto ad intelligenza distribuita il cui BUS di comunicazione sarà costituito dal cavo KNX/EIB, cavo bipolare ritorto (avvolgimento elicoidale), schermato e con doppio isolamento (principale e funzionale) certificato KNX di tipo YCYM 1x2x0,8 mm. Detto cavo sarà alimentato da una tensione SELV pari a 29V DC tramite l'alimentatore BUS/KNX da 640mA allocato all'interno del nuovo quadro elettrico.

Detto impianto, in funzione dell'illuminamento naturale presente nell'aula e tramite i rilevatori a "controllo costante della luminosità" posti sul soffitto in prossimità delle finestre ed al centro dell'aula, provvederà a regolare il flusso luminoso degli apparecchi di illuminazione a Led in modo da garantire sempre i 500 lux richiesti. Il controllo incrociato sarà governato dalla unità logica KNX che tramite il gateway KNX/DALI e relativo BUS provvederà a dimmerare gli apparecchi di illuminazione. In questo modo sarà possibile realizzare, all'interno dell'aula, un controllo del flusso luminoso a zone nel quale gli apparecchi posti nella zona centrale dell'aula, e dunque distanti dalle finestre, emetteranno un flusso luminoso maggiore rispetto a quelle posti nelle vicinanze delle finestre che emetteranno un flusso luminoso minimo o saranno addirittura spente a seconda dell'illuminamento naturale. Tali funzioni potranno essere inibite, mediante accensione totale e/o a gruppi, da pulsanti locali collegati al BUS tramite interfaccia di ingresso a scomparsa a 2 canali.

### ***Considerazioni conclusive in merito alla riqualificazione energetica***

Al fine di provvedere alla realizzazione dell'intervento manutentivo richiesto, nell'ottica del contenimento energetico e della razionalizzazione dei costi di manutenzione e gestione, il

progetto prevede la sostituzione degli esistenti corpi illuminanti, gravemente ammalorati e la cui manutenzione risulterebbe antieconomica, con nuovi corpi illuminanti ad alta efficienza a tecnologia LED (Light-Emitting Diodes). Tale tecnologia rappresenta l'evoluzione dell'illuminazione allo stato solido, in cui la generazione della luce è ottenuta mediante semiconduttori anziché utilizzando un filamento o un gas. L'illuminazione a LED è più efficiente dal punto di vista energetico, ha una durata maggiore ed è più sostenibile. Grazie all'elevato illuminamento caratteristico è possibile inoltre, a parità di comfort luminoso, installare un numero inferiore di corpi illuminanti conseguendo, nel tempo, un rilevante risparmio economico. E' importante sottolineare inoltre che i LED, dopo 50.000 ore di funzionamento garantiscono ancora il 70% dell'emissione luminosa nominale, contro le 6.000 ore delle tradizionali lampade fluorescenti, con totale assenza di emissioni U.V., caratteristica che ha un'evidente ricaduta sugli elevati costi di manutenzione che vengono sostanzialmente azzerati.

## **8. IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE**

Per le ragioni che verranno di seguito spiegate si è scelto di realizzare un impianto a tutt'aria con parziale ricircolo, alimentato da un condizionatore monoblocco ad espansione diretta che verrà posto all'esterno, sulla copertura dell'aula. Per quanto riguarda i canali di mandata e di ripresa si è scelto di installarli all'interno del controsoffitto dell'aula, peraltro obsoleto, come risulta dai saggi effettuati.

La scelta tipologica dell'impianto di climatizzazione nasce dalla valutazione della destinazione d'uso del locale in oggetto e del suo indice di affollamento, fattori che comportano una tipologia di carico termico per la quale si ritiene opportuno optare per un impianto a tutt'aria con parziale ricircolo.

Questa scelta è stata dettata da almeno tre motivi:

- La necessità di asportare in fase estiva i carichi latenti implicati dalla destinazione d'uso prevista, offrendo una risposta elastica al fluttuare della presenza di persone in ambiente, ed alla normale oscillazione dei carichi termici sensibili, che, nell'arco della stagione, può produrre fattori termici notevolmente bassi.
- La necessità di immettere in ambiente, i quantitativi di aria esterna di rinnovo richiesti dalla norma U.N.I. 10339 (25,00 mc/h per persona), e di regolarne opportunamente la portata in funzione della effettiva presenza di occupanti in aula.
- La possibilità di sfruttare l'opportunità di un raffrescamento gratuito con i guadagni energetici connessi all'entità dei carichi termici.

In considerazione del fatto che l'impianto dell'aula è del tutto indipendente dal resto dell'edificio e, valutando i costi di installazione e di gestione, si è scartata l'ipotesi di un

impianto di tipo idronico e si è scelto di alimentare l'impianto con un condizionatore autonomo monoblocco a pompa di calore in versione "roof top" per ambienti ad alto affollamento", dotato di una camera di miscela a tre serrande che consenta la regolazione delle portate di aria di espulsione, ricircolo e rinnovo dando la possibilità di effettuare le funzioni principali di seguito specificate:

- il funzionamento in free-cooling, sia estivo che invernale (tramite sonda di entalpia esterna e sonda di entalpia ambiente);
- la regolazione automatica, oltre che della temperatura, dell'umidità e del grado di purezza dell'aria (quest'ultimo parametro tramite sonda di anidride carbonica che consenta di variare la portata di aria esterna in funzione degli occupanti effettivi).

Tale condizionatore, che dovrà consentire il funzionamento con percentuali di aria esterna congrue al numero di occupanti, dovrà inoltre essere dotato di batteria di post-riscaldamento estivo e di un sistema di recupero energetico termodinamico dell'aria di espulsione. La suddetta macchina verrà posta sulla terrazza adiacente l'aula in studio ad una quota di circa tre metri inferiore alla copertura dell'aula stessa.

Per la distribuzione dell'aria nell'aula si è pensato di utilizzare lo spazio tecnico posto nel controsoffitto.

Il suddetto controsoffitto è diviso in tre parti principali poste a quote differenti: una parte, quella in corrispondenza della cattedra presenta un solaio inclinato, per poi divenire orizzontale in corrispondenza delle postazioni, in tale area il controsoffitto potrà presumibilmente essere installato con un'altezza netta interna di circa 0.70 m, l'altra porzione di controsoffitto è posta nella parte più alta dell'aula, a quota +3.50 m, presenta invece un'altezza netta interna di circa 20 cm e non consente di installarvi canali e diffusori.

Sono stati scelti diffusori sufficienti per distribuire una portata complessiva di circa 8000 mc/h di aria in ambiente. L'aria verrà immessa tramite n. 8 diffusori ad elevata induzione del tipo a moto vorticoso ed a geometria variabile; tali diffusori saranno installati a filo di controsoffitto. Avranno geometria variabile tramite motorizzazione delle pale che ottimizzerà il comfort invernale e il risparmio energetico.

### **Valori di affollamento e portate di aria di ventilazione**

Per quanto riguarda il numero degli occupanti sono stati contati i posti a sedere previsti in ciascuna aula e Pari a 154.

La portata d'aria di ventilazione calcolata secondo i valori indicati dalla Norma UNI 10339 in relazione alle specifiche destinazione d'uso è di 25,2 mc/h a persona.

Il numero di posti previsti in ciascuna aula è di 154, pertanto la portata dell'aria complessiva è pari a 3880 mc/h, pari a circa la metà della portata d'aria complessivamente

prevista, pari a circa 7800 mc/h.

### **Caratteristiche tecniche roof-top**

Come si è detto sopra si è scelto di alimentare l'impianto con un condizionatore autonomo monoblocco in versione pompa di calore aria-aria, per installazioni esterna, in versione "roof top per ambienti ad alto affollamento"

Le funzioni principali richieste sono le seguenti:

- 1) Regolazione automatica mediante microprocessore che si basa sulle condizioni ambiente e su quelle dell'aria esterna rilevate dalle sonde di bordo e comprende anche un controllo limite sulla temperatura di mandata dell'aria. In particolare la regolazione automatica comprende:
  - il controllo di qualità dell'aria mediante sonda CO2 integrata e le serrande di aria esterna (immissione/espulsione) motorizzate e modulanti.
  - il controllo temperatura e umidità ambiente, temperatura limite di immissione, compensazione automatica del set-point;
  - gestione automatica dell'aria di rinnovo: la serranda aria esterna con regolazione modulante consente l'introduzione automatica di aria di rinnovo e comprende la funzione freecooling, che permette il raffrescamento della zona servita senza l'attivazione dei compressori.
- 2) Recupero termodinamico. Il ventilatore di estrazione spilla parte dell'aria di ripresa e la espelle sullo scambiatore esterno a pacco alettato effettuando il recupero energetico termodinamico. Aumenta in questo modo l'efficienza stagionale di produzione del circuito ad espansione diretta, senza le perdite di carico tipiche dei recuperatori tradizionali di tipo statico oppure rotativo.
- 3) Filtri del tipo ad alta efficienza ovvero filtri piani classe G4 seguiti da filtri a tasche di classe F7 o filtri elettronici.
- 4) Post-riscaldamento a gas caldo
- 5) Controllo della pressione ambiente. Il dispositivo di controllo della pressione ambiente confronta la pressione in ripresa con quella esterna e compensa le eventuali variazioni agendo sulla serranda dell'aria esterna. L'unità così mantiene l'ambiente alla pressione relativa desiderata dall'utilizzatore, che può scegliere tra sovrappressione, depressione oppure equipressione.
- 6) Controllo elettronico della pressione dello scambiatore esterno. Esso riduce in modo automatico la velocità dei ventilatori al diminuire del carico termico.
- 7) Ventilatore di tipo plug-fun in modo che la portata d'aria in mandata può rimanere costante in tutte le condizioni di carico termico e di modo di funzionamento.



- 8) Due modalità di lavoro, a 'portata costante' ed a 'portata d'aria variabile'. Con la seconda modalità la portata d'aria in mandata varia in funzione del carico termico, fino ad un valore minimo compatibile con il sistema di distribuzione e diffusione dell'aria prescelto. La ventilazione rimane attiva anche quando il carico è soddisfatto.

si elencano di seguito i dati prestazionali di massima:

- RAFFREDDAMENTO

Potenzialità frigorifera circa kW 59.0

Potenzialità sensibile circa kW 38

Potenzialità latente circa kW 21

alle seguenti condizioni:

Temperatura aria esterna °C (D.B.) °C 31.0

Temperatura aria ambiente (D.B.) °C 26.0

Temperatura aria ambiente (W.B.) °C 19.5

Percentuale di aria esterna 4000 mc/h su 8500 mc/h totali

Potenza assorbita compressori 12,8 Kw

EER compressore 4,69

- RISCALDAMENTO

Potenzialità termica kW 53

Potenza assorbita compressori kW 9

alle seguenti condizioni:

Temperatura aria ambiente (D.B.) °C 20.0

Temperatura aria esterna °C (D.B.) °C 7.00

Temperatura aria esterna °C (W.B.) °C 6.00

COP 5,78

- COMPRESSORE

N° compressori minimo: 2.00

Tipo compressori: scroll

Gradini capacità minima: 3.00

- VENTILATORI ZONA TRATTAMENTO (MANDATA)

Tipo plug fan

Assorbimento elettrico ventilatori mandata: 3,07 Kw

Portata aria mandata circa 8500 mc/h

- Livello di pressione sonora massimo a 1 m di distanza<sup>1</sup>:64 dBa

## **9. IMPIANTI SPECIALI A SERVIZIO DELL'AULA**

E prevista la realizzazione dei seguenti nuovi impianti:

- Impianto video;
- Nuovo impianto audio con diffusori a soffitto;
- Impianto di rete ethernet e Wi-Fi;

Con riferimento agli impianti speciali si è prevista l'installazione di alcune prese trasmissione dati del tipo RJ45 installate in apposite scatole da incasso. Per quanto attiene l'impianto di diffusione sonora, è stata prevista l'installazione di nuove unità installate a controsoffitto. Tale configurazione, rispetto la precedente, consentirà di avere in ambiente una pressione acustica più uniforme.

## **10. QUADRO TECNICO ECONOMICO**

La stima dei costi dei lavori necessari per il ripristino dell'aula S. Furnari è stata eseguita facendo riferimento al prezzario regionale 2019, inoltre per le lavorazioni non comprese nel prezzario, si è proceduto con il metodo dell'analisi dei prezzi.

I lavori sono stati così suddivisi:

- Opere provvisoriale di sicurezza
- Demolizioni e dismissioni
- Risanamento strutture in c.a.
- Opere edili e di finitura
- Infissi
- Impianto elettrico e di illuminazione
- Impianto di climatizzazione
- Impianti speciali a servizio dell'aula

### QUADRO TECNICO ECONOMICO

**a) Lavori:**

<i>Cat.</i>	<i>Interventi</i>	<i>Costo lavori</i>
1	Opere provvisoriale di sicurezza	€ 38 030,62
2	Demolizioni e dismissioni	€ 21 104,82
3	Risanamento strutture in c.a.	€ 49 739,86
4	Opere edili e di finitura	€ 157 932,31
5	Infissi	€ 18 933,36
6	Impianto elettrico e di illuminazione	€ 51 624,42
7	Impianto di climatizzazione	€ 86 413,25
8	Impianti speciali e antincendio a servizio dell'aula	€ 16 983,49
Tot.:		€ <b>440 762,13</b>

a.1	<i>Totale importo a base d'asta</i>	€ <b>440 762,13</b>	€ <b>440 762,13</b>
a.2	<i>Importo per l'attuazione dei piani di sicurezza non soggetti a ribasso</i>	€ 38 030,62	
a.3	<i>Importo dei lavori soggetto a ribasso d'asta</i>	€ 402 731,51	

**b) Somme a disposizione dell'Amministrazione:**

b.1	<i>IVA (10% di a.1)</i>	€ 44 076,21	
b.2	<i>Arredo aula</i>	€ 64 600,00	
b.3	<i>IVA (22% di b.1)</i>	€ 14 212,00	
b.4	<i>Oneri accesso alla discarica</i>	€ 7 000,00	
b.5	<i>Imprevisti ed arrotondamenti</i>	€ 21 355,62	
b.6	<i>Spese tecniche (compreso IVA e oneri)</i>	€ 22 369,56	
b.7	<i>Art.113, d.lgs. 50/2016 (incentivo funzioni tecniche interne - RUP e DL)</i>	€ 8 374,48	
b.8	<i>Spese per pubblicità e notifiche (ANAC)</i>	€ 250,00	
Totale somme a disposizione:		€ 182 237,87	€ <b>182 237,87</b>

**COSTO TOTALE DELL'INTERVENTO € 623 000,00**

Il costo complessivo dei lavori ammonta ad € **440.762,13** a cui vanno sommate le somme a disposizione dell'Amministrazione per IVA, oneri di accesso a discarica, imprevisti, spese tecniche, ecc., stimati in € **182.237,87**.

Il costo complessivo dell'investimento (lavori + somme a disposizione) ammonta pertanto ad € **623.000,00**.

## 11. CONCLUSIONI

Sulla base di quanto sin qui esposto, tenuto conto delle risultanze delle ispezioni e dei rilievi effettuati e facendo riferimento alla documentazione fotografica allegata, è possibile desumere le seguenti conclusioni:

- 1) L'aula magna, ubicata presso l'Istituto di Igiene, è stata realizzata nel 1972 e necessita di un profondo intervento di riqualificazione e adeguamento generale.
- 2) Gli interventi di riparazione previsti nelle strutture in cemento armato consistono

nell'esecuzione di tutte quelle opere, riguardanti i singoli elementi strutturali, necessarie per riportare le varie membrature strutturali nella loro configurazione statica originaria.

- 3) Durante i lavori di ristrutturazione dell'aula, mediante un'organizzazione flessibile del cantiere e delle rispettive lavorazioni, sarà possibile continuare in alcune zone della fabbrica le attività universitarie e aziendali.
- 4) Gli interventi da eseguire sulle strutture si configurano, nel suo complesso, come *"intervento di miglioramento"* così come definito dal punto C.8.4.2 del D.M- 2008.
- 5) Il costo complessivo dell'investimento (lavori + somme a disposizione) ammonta pertanto ad € **623.000,00**.

Palermo, Aprile 2020

Il Progettista