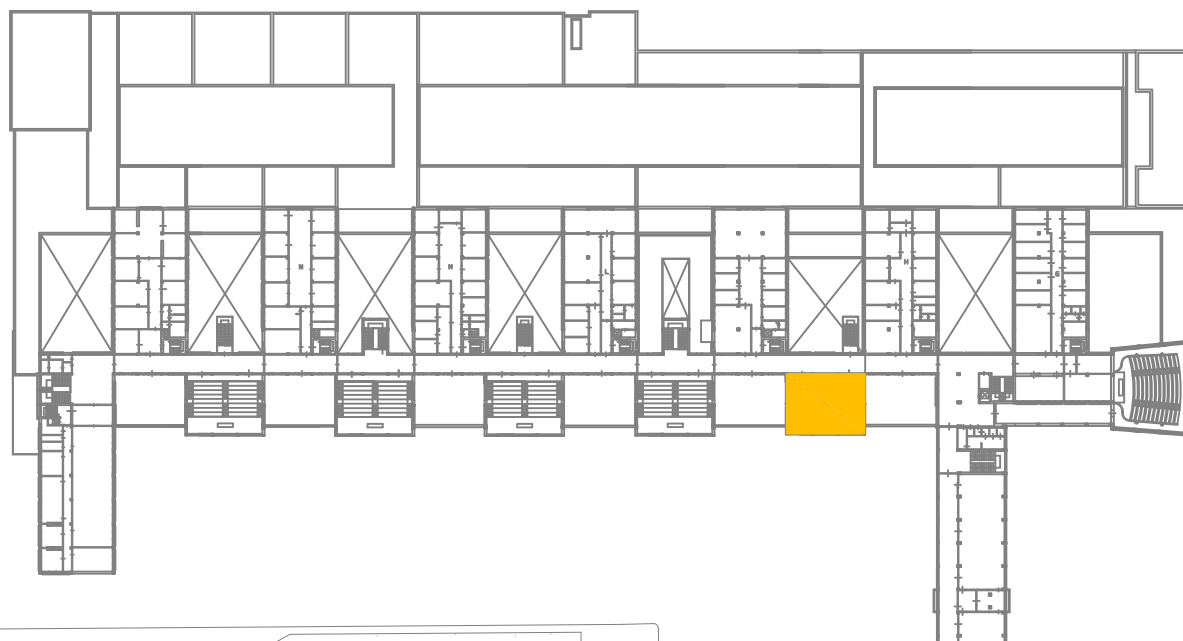




UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO



LAVORI PER L'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO E ADEGUAMENTO IMPIANTISTICO DELL'AULA F130 - EDIFICIO 8

PROGETTAZIONE:
Area Tecnica

Progetto impianto di climatizzazione e opere edili:
arch. Daniela Romano

Progetto impianto elettrico:
ing. Giovanni Signorino

Coordinatore della sicurezza in fase di
progettazione:
arch. Rosalba Musumeci

Responsabile Unico del Procedimento:
arch. Rosalba Musumeci

PROGETTO ESECUTIVO

G01

Relazione generale

data Aprile 2020

scala

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

Il Rettore
(prof. Fabrizio Micari)

INDICE DEI PARAGRAFI

PREMESSA

1. LE OPERE DA REALIZZARE

2. OPERE ACCESSORIE

3. INTERVENTI DI RIDUZIONE DELLA SPESA ENERGETICA

- 3.1. Interventi di riduzione della spesa energetica per la climatizzazione estiva ed invernale
- 3.2. Interventi di riduzione della spesa energetica per l'illuminazione.

4. IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE

5. PARAMETRI UTILIZZATI PER IL CALCOLO DEI FLUSSI TERMICI

- 5.1. Condizioni termoigrometriche esterne
- 5.2. Condizioni termoigrometriche interne di progetto
- 5.3. Valori di affollamento e portate di ventilazione.
- 5.4. Schermi alla radiazione solare
- 5.5. Carichi di illuminazione e per gli apparati elettrici
- 5.6. Trasmissioni

6. FLUSSI TERMICI INVERNALI ED ESTIVI

- 6.1. Flussi termici invernali
- 6.2. Carichi termici estivi

7. CARATTERISTICHE TECNICHE ROOF- TOP

8. IMPIANTO ELETTRICO, DI ILLUMINAZIONE E PICCOLA FORZA MOTRICE

- 8.1. Classificazione dell'ambiente
- 8.2. Dati dell'alimentazione elettrica
- 8.3. Potenza di progetto
- 8.4. Descrizione sommaria dell'impianto
- 8.5. Impianto Building Automation a servizio dell'impianto di illuminazione
- 8.6. Considerazioni conclusive in merito alla riqualificazione energetica

Allegato 1:
Valutazione di convenienza economica e sostenibilità ambientale

Allegato n. 2
Relazione tecnica generale: raccolta di immagini rappresentative dello stato di fatto

PREMESSA

A seguito di quanto richiesto verbalmente dal Magnifico Rettore e dal Direttore Amministrativo di questo Ateneo, nel Settembre del 2012 si è proceduto ad uno studio finalizzato ad individuare le opere necessarie per la climatizzazione delle aule ad anfiteatro del Corpo Centrale della Facoltà di Ingegneria denominate "F150", "F130", "F160", "F170" ed "F180" (vedi fig. 1 dell'allegato n.2 alla presente relazione).

Successivamente, ai fini dell'individuazione degli spazi tecnici per macchinari e canalizzazioni ai fini della stesura del progetto esecutivo, si è proceduto all'effettuazione di un saggio all'interno del controsoffitto dell'aula F180, posto alla quota di circa 6 m dal pavimento.

Nel corso del suddetto saggio è stato rilevato un grave stato di fatiscenza della struttura di sostegno del controsoffitto.

Si vide quindi che il suddetto controsoffitto era interamente da sostituire e ciò avrebbe comportato anche lo smontaggio dell'impianto di illuminazione esistente che, come si è visto nel corso della suddetta ispezione, richiedeva un intervento di revisione dei corpi illuminanti ed era inoltre era inadeguato a garantire un livello di illuminamento sufficiente; le plafoniere esistenti dovevano essere quindi integrate da nuovi corpi illuminanti.

Premesso quanto sopra esposto e considerata inoltre l'elevata frequenza degli interventi manutentivi necessari a mantenere in efficienza un impianto di illuminazione con tali caratteristiche si valutò che la revisione, il riutilizzo e l'integrazione dei medesimi corpi illuminanti sarebbe risultato antieconomico.

Si ritenne pertanto più conveniente installare nuovi corpi illuminanti a tecnologia led che, oltre a richiedere interventi manutentivi assai ridotti, ogni 15 anni circa, consentono di ottenere notevoli risparmi energetici tali da ammortizzare il costo di installazione degli stessi nell'arco di circa 4 anni, come verrà dettagliatamente esposto nel prosieguo.

Per quanto sopra esposto si prevede un aumento della spesa inizialmente prevista valutando anche l'opportunità della coibentazione del soffitto e la sostituzione degli infissi, su cui, peraltro, è stata fatta una valutazione dei *tempi di ritorno dell'investimento* che si ritiene assai favorevole.

Si ritenne inoltre opportuno eseguire contestualmente anche tutti i piccoli interventi manutentivi che richiedono l'installazione del ponteggio e che, se eseguiti in un secondo tempo, sarebbero eccessivamente dispendiosi.

Tra questi lavori v'è, ad esempio, il rifacimento della distribuzione delle linee elettriche lungo le pareti dell'aula che risultano caotiche e fatiscenti, l'eliminazione del rivestimento ligneo interno che, se non eliminato, dovrebbe essere periodicamente trattato con apposite vernici intumescenti per l'adeguamento alla normativa antincendio.

I lavori dell'aula F130 riguardano sostanzialmente le opere già previste nel primo dei due interventi sopra citati, con alcune modifiche e integrazioni derivanti da considerazioni emerse durante il cantiere dell'aula F180.

1. LE OPERE DA REALIZZARE

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

- dislivello del pavimento tra il punto più basso ed il punto più alto: circa 4,3 m;
- altezza minima: 2,73 m;
- altezza massima al netto del controsoffitto: 5,86 m
- proiezione orizzontale superficie: 169,00 m² circa;
- superficie finestrata: 33,00 m² circa;
- volume netto: circa 946,00 m³.

Le strutture delle aule sono in cemento armato normale con solai in latero-cemento, mentre le murature di tamponamento sono costituite da conci di tufo. L'involucro murario esterno presenta la maggior parte delle superfici con esposizione a sud-est, verso il parcheggio antistante il Corpo Centrale della Facoltà di Ingegneria. Le restanti superfici, corrispondenti alle pareti laterali delle aule, sono esposte a nord-est ed a sud-ovest. Le superfici finestrate sono concentrate lungo il perimetro esterno, nella parte più alta delle aule e sono costituite da infissi in ferro e vetro semplice. L'aula presenta un numero di sedute pari a 160 posti con un indice di affollamento di 1,08 m² di superficie a studente; le aule non sono dotate di sistemi meccanici di ricambio dell'aria né di sistemi di climatizzazione.

In relazione alle caratteristiche geometriche, all'esposizione delle aule ed all'affollamento previsto, tenendo conto del nuovo quadro normativo sul risparmio energetico di cui al D. Lgs 19 agosto 2005 n. 192 e ss.mm. e int. e di quanto prevede la legge sull'edilizia scolastica D.M. 18/12/1975 in merito ai ricambi dell'aria (n. 5 Vol/h per le classi superiori), si prevede la realizzazione di un impianto di climatizzazione a servizio dell'aula, l'esecuzione di alcune opere edili ed impiantistiche ad esso complementari ed infine alcuni interventi di riduzione della spesa energetica che di seguito si espongono nel dettaglio.

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, sul terrazzo adiacente l'aula. Per quanto riguarda i canali di mandata e di ripresa si è scelto di installarli all'interno del controffitto dell'aula, peraltro obsoleto, come risulta dai saggi effettuati.

2. OPERE ACCESSORIE .

La realizzazione dell'impianto di climatizzazione e di quello di illuminazione rende necessaria l'esecuzione di alcune opere edili ed impiantistiche e precisamente:

- ponteggi, opere provvisoriale ed opere di protezione degli arredi;
- smontaggio controsoffittature preesistenti e relativi sistemi di sostegno che, essendo in avanzato stato di degrado, come risulta dalle ispezioni effettuate, devono essere integralmente sostituiti.
- installazione linee elettriche di alimentazione del condizionatore e sostituzione quadro generale di comando obsoleto;

Ai succitati interventi se ne aggiungono altri di tipo manutentivo che, come già anticipato nella premessa alla presente relazione si ritiene conveniente ed economico eseguire contemporaneamente ai succitati lavori in vista dell'installazione del ponteggio:

- rifacimento di tutte le linee elettriche che in modo disorganico si snodano lungo le pareti dell'aula senza un' adeguata schermatura dei cavi, linee in parte riferibili all'impianto audio, in parte agli interruttori di comando posti in vicinanza della cattedra, in parte ai punti presa distribuiti all'interno dell'aula.
- sostituzione diffusori a parete dell'impianto audio con diffusori a soffitto (vedi allegato n.2 alla presente relazione, foto n. 14, 17-19);
- smontaggio del rivestimento in legno delle pareti ed intonacatura delle stesse . In occasione dello smontaggio parziale del suddetto rivestimento, che si renderà necessario per i lavori di adeguamento dell'impianto elettrico sopra

descritti, tenuto conto delle spese di adeguamento antincendio dei rivestimenti lignei con vernici intumescenti, che richiedono interventi di manutenzioni periodiche frequenti, e del fatto che dopo lo smontaggio occorrerebbe probabilmente rifarle il suddetto rivestimento ex novo si è ritenuto opportuno procedere all'eliminazione totale dello stesso. Ciò arrecherà peraltro un miglioramento dei livelli di illuminamento naturale dell'aula

3. INTERVENTI DI RIDUZIONE DELLA SPESA ENERGETICA.

3.1. Interventi di riduzione della spesa energetica per la climatizzazione estiva ed invernale.

In vista dei lavori di smontaggio e sostituzione del controsoffitto e della conseguente necessità di installare il ponteggio, è opportuno prevedere contestualmente ai lavori di installazione dell'impianto di climatizzazione anche altri interventi di riduzione della spesa energetica che di seguito vengono elencati:

- 1) l'isolamento del solaio che non fa parte di questo appalto perché verrà effettuato dall'esterno insieme ai lavori di impermeabilizzazione della copertura.
- 2) la sostituzione degli infissi attualmente esistenti ed ormai obsoleti 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.

Le normative per il contenimento dei consumi energetici D. lgs. 19/08/2005 e succ. mod. ed int. ed in particolare il cosiddetto *Decreto interministeriale 26 giugno 2015 - Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici*, prevedono che, nel caso di manutenzione straordinaria dell'involucro edilizio, si debbano rispettare i parametri di trasmittanza previsti per gli edifici o parti di edifici sottoposti a riqualificazione.

Si elencano pertanto di seguito le trasmittanze dei componenti su cui si interverrà indicando il valore calcolato prima degli interventi previsti ed parametri imposti dalla legge

Infissi:

Trasmittanza di progetto.....	2,34 W/mq °K
Fattore solare di progetto g_{gl+sh}	$\leq 0,35$
Trasmissione luminosa.....	$\geq 70\%$
Trasmittanza massima per legge in zona B:.....	3 W/mq °K

Trasmittanza infissi attuali5,91 W/mq °K

Solaio di copertura:

Trasmittanza ipotetica di progetto..... 0,33 W/mq °K

Trasmittanza massima per legge in zona B:..... 0,34 W/mq °K

Trasmittanza attuale2,33 W/mq °K

Ai fini di valutare i tempi di ritorno dell'investimento per la riqualificazione dell'involucro edilizio sono stati effettuati i calcoli delle rientrate di calore estive e delle dispersioni invernali nella situazione pre e post l'intervento, che di seguito si riportano.

1) Flusso di calore uscente dall'aula con temperatura di 5°C all'esterno:

1.1.) Dispersione termica invernale nella situazione attuale.....21,62 Kw

1.2) Dispersione termica invernale dopo l'intervento effettuato10,79 Kw
(pari al 50% del valore di cui al punto precedente.)

2) Flusso di calore in ingresso nell'aula con temperatura di 34°C all'esterno:

2.1.) Rientrate di calore estivo nella situazione attuale.....34,47 Kw

2.2) Rientrate di calore estivo dopo l'intervento effettuato.....22,15 Kw
(pari al 64% del valore di cui al punto precedente).

Occorre inoltre sottolineare un ulteriore risparmio derivante dall'eliminazione degli spifferi di aria fredda e/o calda che provengono dagli infissi obsoleti e che costituiscono una voce di costo non trascurabile.

3.2. Interventi di riduzione della spesa energetica per l'illuminazione.

(vedi Allegato 1: "Valutazione di convenienza economica e sostenibilità ambientale")

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, 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. Dalle superiori considerazioni si è sviluppato l'allegato calcolo di convenienza economica dal quale risulta che, a fronte di un maggiore costo iniziale che viene azzerato dopo soli 4 anni, consente di ottenere notevoli risparmi economici quantificati in circa €42.000,00 in un periodo di esercizio pari a 15 anni. Tale vantaggio economico peraltro non tiene conto dei futuri incrementi del costo dell'energia. Infine si fa rilevare che la minore energia richiesta oltre a rappresentare un considerevole beneficio economico, consente una migliore sostenibilità ambientale dovuta alla progressiva riduzione di CO2 equivalente che dopo 15 anni ammonta a circa 40.000 kg risparmiati all'ambiente.

4. IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE

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 fluire 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 due parti poste a quote differenti: una parte, quella sopra la zona più alta dell'aula, in corrispondenza della cattedra, presenta presumibilmente un' altezza netta interna di circa 1,0 m, l'altra porzione di controsoffitto, posta di poco più in alto, presenta invece un' altezza netta interna di circa 20 cm e non consente di installarvi canali e diffusori. Per la suddetta ragione sono stati scelti due tipi di diffusori per distribuire una portata complessiva di circa 8000 mc/h di aria in ambiente. Circa il 75% di 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. La restante parte di aria da immettere in aula, circa il 25%, verrà diffusa tramite tre diffusori a microugelli orientabili montati su piastra verticale, nella fascia di raccordo tra le due porzioni di controsoffitto e tali da coprire un lancio di 5 m.

La ripresa verrà effettuata dal basso, tramite una griglia poste vicino il pavimento, lungo un cavedio fonoisolato atto a contenere i canali di ripresa.

In tal modo si cercherà di evitare le stratificazioni dell'aria calda nel periodo invernale e consentire inoltre un opportuno "lavaggio" degli ambienti.

5. FLUSSI TERMICI ESTIVI ED INVERNALI

Si riassumono adesso tutti i dati che sono alla base del calcolo dei flussi termici

5.1. Condizioni termoigrometriche esterne

Il calcolo delle dispersioni termiche è stato elaborato assumendo le condizioni di progetto tipiche del comune di Palermo:

Per l'inverno:

Temperatura invernale (secondo quanto prescrive la norma UNI 5364)5°C

Per l'estate:

Temperatura b.s. ore 15 (°C).....34,00 °C

U.R.. ore 15 (°C).....55%

5.2. Condizioni termoigrometriche interne di progetto

Temperatura ambiente invernale(secondo quanto prescrive la legge 10/91)..... 20°C

Temperatura ambiente estiva 26°C

Umidità relativa.....40
÷ 60%

5.3. 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 160.

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 160, pertanto la portata dell'aria complessiva è pari a 4032 mc/h, pari a circa la metà della portata d'aria complessivamente prevista, pari a circa 7800 mc/h.

5.4. Schermi alla radiazione solare

In previsione della sostituzione degli infissi si è adottato un coefficiente di riduzione della radiazione solare pari a 0,35

5.5. Carichi di illuminazione e per gli apparati elettrici

Per l'illuminazione e per gli apparecchi elettrici presenti nell'aula è stato ipotizzato un carico elettrico di 3.390 W.

5.6. TRASMITTANZE

I calcoli sono stati effettuati considerando la coibentazione del soffitto e la sostituzione degli infissi, secondo i limiti imposti per gli edifici pubblici dalla 192/95 e successive modifiche ed integrazioni.

Infissi

Trasmittanza di progetto..... 2,34 W/mq °K

Solaio

Trasmittanza di progetto..... 0,33 W/mq °K

Muri

Trasmittanza di progetto..... 2,16 W/mq °K

6.FLUSSI TERMICI INVERNALI ED ESTIVI

6.1. FLUSSI TERMICI INVERNALI

Il calcolo dei carichi termici invernali, è stato effettuato secondo la norma UNI 7357, utilizzando i metodi di calcolo delle trasmittanze previsti nelle norme UNI 10345 per quanto riguarda i componenti finestrati e UNI 10355 per quanto riguarda quelli opachi. I risultati riepilogativi di tali calcoli sono riportati in forma succinta nella tab. 2.

Tab.2 - Riepilogo dei carichi termici invernali

CALORE AMBIENTE	CALORE VENTILAZIONE	TOTALE
Watt	Watt	Watt
10.791	22.899	33.690

* Energia necessaria per portare l'aria da 5° a 22°C senza tenere conto di carichi di umidificazione

6.2. CARICHI TERMICI ESTIVI

Il calcolo dei carichi termici estivi è stato effettuato utilizzando il metodo delle differenze di temperatura equivalenti e dei fattori di accumulo dei carichi dovuti all'irraggiamento solare e all'illuminazione.

I risultati riepilogativi di tali calcoli sono riportati in forma succinta nella tab. 3.

Tab.3- Riepilogo dei carichi termici estivi

CALORE AMBIENTE		FT	CALORE VENTILAZIONE*	CALORE TOTALE
(Sens.)	(Totale)			a regime
Watt	Watt		Watt	Watt
22157	30.797	0,72	24.695*	55.492

* Energia necessaria per portare l'aria da 34°C con 50% U.R a circa 26°C con 60%

7. 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.

7) Controllo elettronico della pressione dello scambiatore esterno. Esso riduce in modo automatico la velocità dei ventilatori al diminuire del carico termico.

8) 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.

9) 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 distanza¹:64 dBa

Nota 1: i livelli sonori si riferiscono ad unità a pieno carico, nelle condizioni nominali di prova. Il livello di pressione sonora è riferito ad 1 m di distanza dalla superficie esterna dell'unità canalizzata funzionante in campo aperto. Pressione statica utile 50 Pa. (norma UNI EN ISO 9614-2)

8. IMPIANTO ELETTRICO, DI ILLUMINAZIONE E PICCOLA FORZA MOTRICE

8.1. 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.

8.2. Dati dell'alimentazione elettrica

L'impianto in oggetto è alimentato dalla rete di distribuzione pubblica 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".

8.3. 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.

8.4. 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 QE-F150, installato nel disimpegno limitrofo all'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 QE-F150 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 terrae 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.

Con riferimento agli impianti speciali si è prevista l'installazione di alcune prese trasmissione dati del tipo RJ45 installate in apposite scatole da incasso che risulteranno collegate al nodo di edifici menisnte conduttore UTP ctg 6. Per quanto attiene l'impianto di diffusione sonora, è stato previsto di riutilizzare, previa idonea manutenzione, gli apparati esistenti ad eccezione dei diffusori sonori che, presentando anomalie di funzionamento saranno sostituiti da nuove unità installate a controsoffitto. Tale configurazione, rispetto la precedente, consentirà di avere in ambiente una pressione acustica più uniforme.

8.5. 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 quadro elettrico QE-F150.

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.

8.6. 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, 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. Dalle superiori considerazioni si è sviluppato l'allegato calcolo di convenienza economica dal quale risulta che, a fronte di un maggiore costo iniziale che viene azzerato dopo soli 4 anni, consente di ottenere

notevoli risparmi economici quantificati in circa €.42.000,00 in un periodo di esercizio pari a 15 anni. Tale vantaggio economico peraltro non tiene conto dei futuri incrementi del costo dell'energia. Infine si fa rilevare che la minore energia richiesta oltre a rappresentare un considerevole beneficio economico, consente una migliore sostenibilità ambientale dovuta alla progressiva riduzione di CO2 equivalente che dopo 15 anni ammonta a circa 40.000 kg risparmiati all'ambiente.

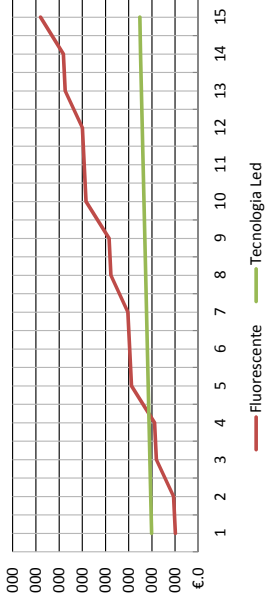
ALLEGATO 1:

“VALUTAZIONE DI CONVENIENZA ECONOMICA E SOSTENIBILITA' AMBIENTALE”

VALUTAZIONE DI CONVENIENZA ECONOMICA E SOSTENIBILITA' AMBIENTALE

Costo consumi elettrici									
Potenza elettrica kW	N° Piafoniere	Consumo kWh	Costo kWh €	ore/giorno	Consumo/Costo		giorni x mese	Consumo/Costo	
					kWh/g	€/giorno		kWh/m	€/mese
Tubi 4x18W	0,09	41	3,54	0,12	8,00	28,34	21	595,12	71,41
LED 1x40W	0,04	41	1,64	0,12	8,00	13,12	21	275,52	33,06
					kWh/a	€/anno			
					6 546,36	785,56			
					3 030,72	363,69			
							Vita media teorica (ore) (29 anni)		Consumo/Costo (29 anni)
							9 000 9 000 9 000 9 000 9 000 5 000		kWh/vita €/vita
							50 000		177 120 21 254
									82 000 9 840

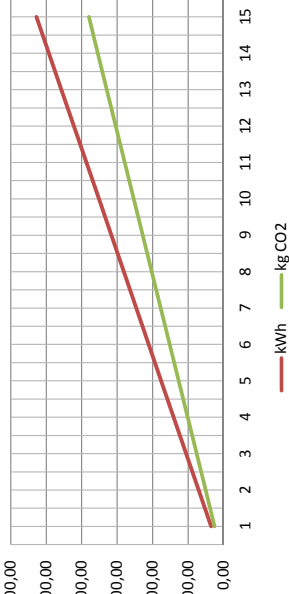
Costo installazione manutenzione e consumo elettrico in 15 anni



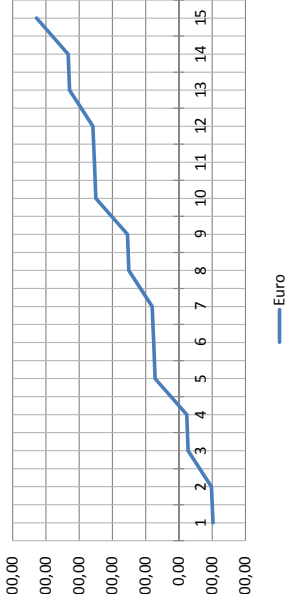
Costi installazione, manutenzione e consumo (5 anni)

Costo cad. €.	Materiali n°	Costo/numero €	n°	Totale €	Consumo / Costo		Totale	Economia	
					kWh/5 anni	€/5 anni		€ in 5 anni	€ in 5 anni
Plaf. FL4x18W	41	6 047,50	2,00	12 095,00					
Sost. Tubo 18W	164	1 845,00	1,00	1 845,00					
Sost. Reattore	82	1 681,00	1,00	1 681,00	32 731,78				
Incid. Ponteggio	360	3 067,20	3,00	9 201,60					
TOTALE				24 822,60			3 927,81	28 750,41	7 165,07
Plaf. LED1x40W	41	16 699,71	1,00	16 699,71					
Incid. Ponteggio	360	3 067,20	1,00	3 067,20	15 153,60				
TOTALE				19 766,91			1 818,43	21 585,34	

Risparmio kWh e kg CO2



Risparmio economico



Costi installazione e manutenzione (10 anni)

Costo cad. €.	Materiali n°	Costo/numero €	n°	Totale €	Consumo / Costo		Totale	Economia	
					kWh/10 anni	€/10 anni		€ in 10 anni	€ in 10 anni
Plaf. FL4x18W	41	6 047,50	3,00	18 142,50					
Sost. Tubo 18W	164	1 845,00	2,00	3 690,00					
Sost. Reattore	82	1 681,00	2,00	3 362,00	65 463,55				
Inc. Ponteggio	360	3 067,20	5,00	15 336,00					
TOTALE				40 530,50			7 855,63	48 386,13	24 982,35
Plaf. LED1x40W	41	16 699,71	1,00	16 699,71					
Incid. Ponteggio	360	3 067,20	1,00	3 067,20	30 307,20				
TOTALE				19 766,91			3 636,86	23 403,77	

Costi installazione e manutenzione (15 anni)

Costo cad. €.	Materiali n°	Costo/numero €	n°	Totale €	Consumo / Costo		Totale	Economia	
					kWh/15 anni	€/15 anni		€ in 15 anni	€ in 15 anni
Plaf. FL4x18W	41	6 047,50	4,00	24 190,00					
Sost. Tubo 18W	164	1 845,00	3,00	5 535,00					
Sost. Reattore	82	1 681,00	3,00	5 043,00	98 195,33				
Inc. Ponteggio	360	3 067,20	7,00	21 470,40					
TOTALE				56 238,40			11 783,44	68 021,84	42 799,63
Plaf. LED1x40W	41	16 699,71	1,00	16 699,71					
Incid. Ponteggio	360	3 067,20	1,00	3 067,20	45 460,80				
TOTALE				19 766,91			5 455,30	25 222,21	

ALLEGATO N. 2

RELAZIONE TECNICA GENERALE: RACCOLTA DI IMMAGINI
RAPPRESENTATIVE DELLO STATO DI FATTO.



Fig. 1. Vista d'insieme delle 5 aule del Corpo Centrale della Facoltà di Ingegneria.



Fig. 2. Vista dall'alto delle aule del Corpo Centrale della Facoltà di Ingegneria.



Fig. 3. Vista di uno dei terrazzi adiacenti le aule del Corpo Centrale di Ingegneria

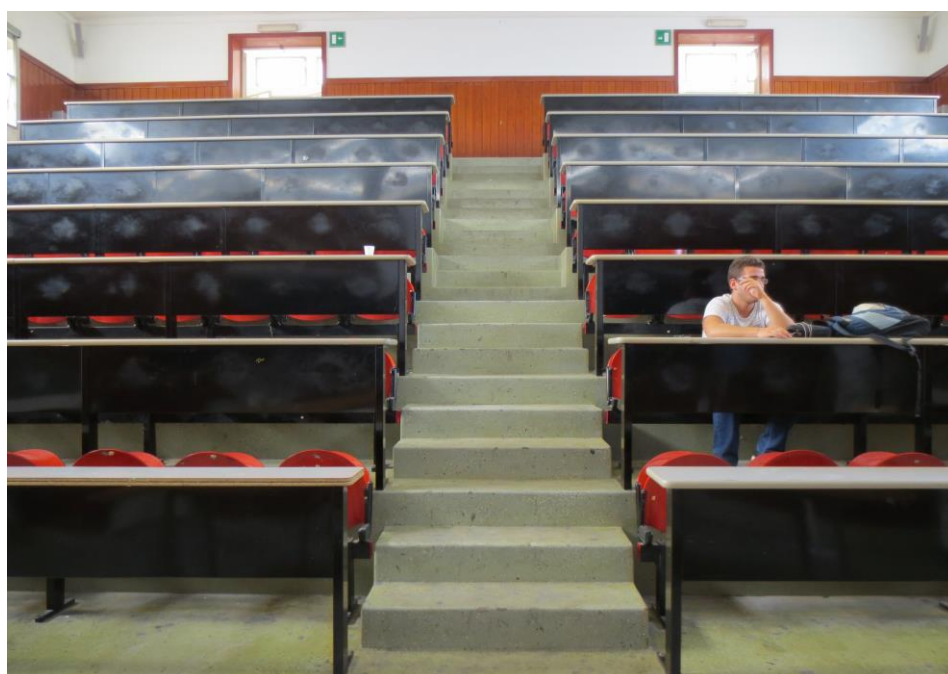


Fig. 4. Vista dal basso di una delle 5 aule del Corpo Centrale della Facoltà di Ingegneria (aula F180)



Fig. 5. Vista del controsoffitto dell'aula F130

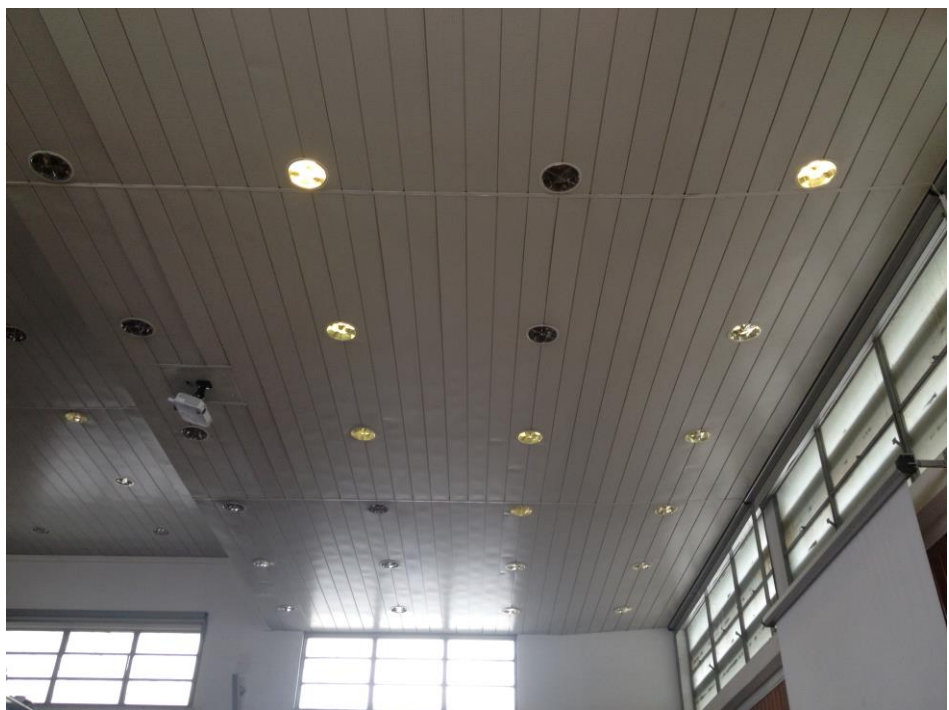


Fig. 6. Vista del controsoffitto dell'aula F130



Fig. 7 Vista dell'ingresso all' aula F130 dal corridoio principale del primo piano



Fig. 8. Vista dell'ingresso all'aula F130.



Fig.9 Vista dal piazzale dell'aula F130 ("Ponti e Topografia")



Fig.10 Vista dal piazzale dell'aula F130 ("Ponti e Topografia")