



Programma Operativo Interregionale
**ENERGIE RINNOVABILI E
RISPARMIO ENERGETICO**
2007 - 2013

Una scelta illuminata



**Programma Operativo Interregionale
"Energie rinnovabili e risparmio energetico"
2007 - 2013**

Linea di attività 1.3 " Interventi a sostegno della produzione di energia da fonti rinnovabili nell'ambito dell'efficientamento energetico degli edifici e utenze energetiche pubbliche o ad uso pubblico"



POLITECNICO DI BARI
INTERVENTI DI RISANAMENTO ENERGETICO

COD.PROG U-PBA-02

Lavori di efficientamento energetico attraverso la sostituzione di serramenti esterni e l'installazione di sistema frangisole presso l'edificio ex Architettura e l'Amministrazione centrale e la coibentazione dei lastrici solari dell'edificio "Grandi Aule Vecchie" e del " Corpo Biblioteca" del Politecnico di Bari.

Settore Edilizio Manutenzione e Patrimonio

Responsabile Unico di Procedimento

Ing. Leonardo Prencipe



Progettista esecutivo

Ing. Gianluca Natale



Direzione lavori

Ing. Gianluca Natale

Coordinamento in fase di progettazione e di esecuzione

Ing. Carmela Mastro



Collaboratori

Ing. Cosma Nitti

Arch. Rene' Soleti

Arch. Valentina Spataro

		●	Architettonico
			Impianti
			Strutture
Prel.	Def.	Esec.	

DATA: AGOSTO 2014

REVISIONE	N.
DATA	_____

PROGETTO ESECUTIVO

SCALA

RELAZIONE GENERALE

TAV.

RG

POLITECNICO DI BARI

LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO ATTRAVERSO LA SOSTITUZIONE DI SERRAMENTI ESTERNI E L'INSTALLAZIONE DI SISTEMA FRANGISOLE PRESSO L'EDIFICIO EX ARCHITETTURA E L'AMMINISTRAZIONE CENTRALE E LA COIBENTAZIONE DEI LASTRICI SOLARI DELL'EDIFICIO "GRANDI AULE VECCHIE" E DEL "CORPO BIBLIOTECA" DEL POLITECNICO DI BARI.

PROGETTOESECUTIVO

INDICE

1. PREMESSA_____	4
2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO_____	4
2.1 SOSTITUZIONE DEGLI INFISSI ESTERNI E INSTALLAZIONE DI SISTEMI DI OSCURAMENTO_____	5
2.1.1. AMMINISTRAZIONE CENTRALE_____	5
2.1.2. EX SEDE DELLA FACOLTÀ DI ARCHITETTURA_____	12
2.2 MIGLIORAMENTO DELLA RESISTENZA TERMICA DEL SOLAIO DI COPERTURA_____	19
2.2.1. AMMINISTRAZIONE CENTRALE_____	19
2.2.2. CORPO BICLOTECA_____	23
2.2.3. CORPO GRANDI AULE VECCHIE_____	25
2.2.4. OSSERVAZIONI_____	27

1. PREMESSA

L'intervento di cui trattasi è conforme al Programma Operativo Interregionale "Energie rinnovabili e risparmio energetico" 2007-2013, seguendo la linea di attività 1.3 "interventi a sostegno della produzione di energia da fonti rinnovabili nell'ambito dell'efficientamento energetico degli edifici e utenze energetiche pubbliche o ad uso pubblico".

Nello specifico questo intervento programma l'adeguamento energetico ai requisiti richiesti da normativa per i seguenti edifici numerati nell'immagine successiva:

1. l'Amministrazione Centrale;
2. l'Ex Facoltà di Architettura;
3. il Corpo Grandi Aule Vecchie;
4. il Corpo Biblioteca.

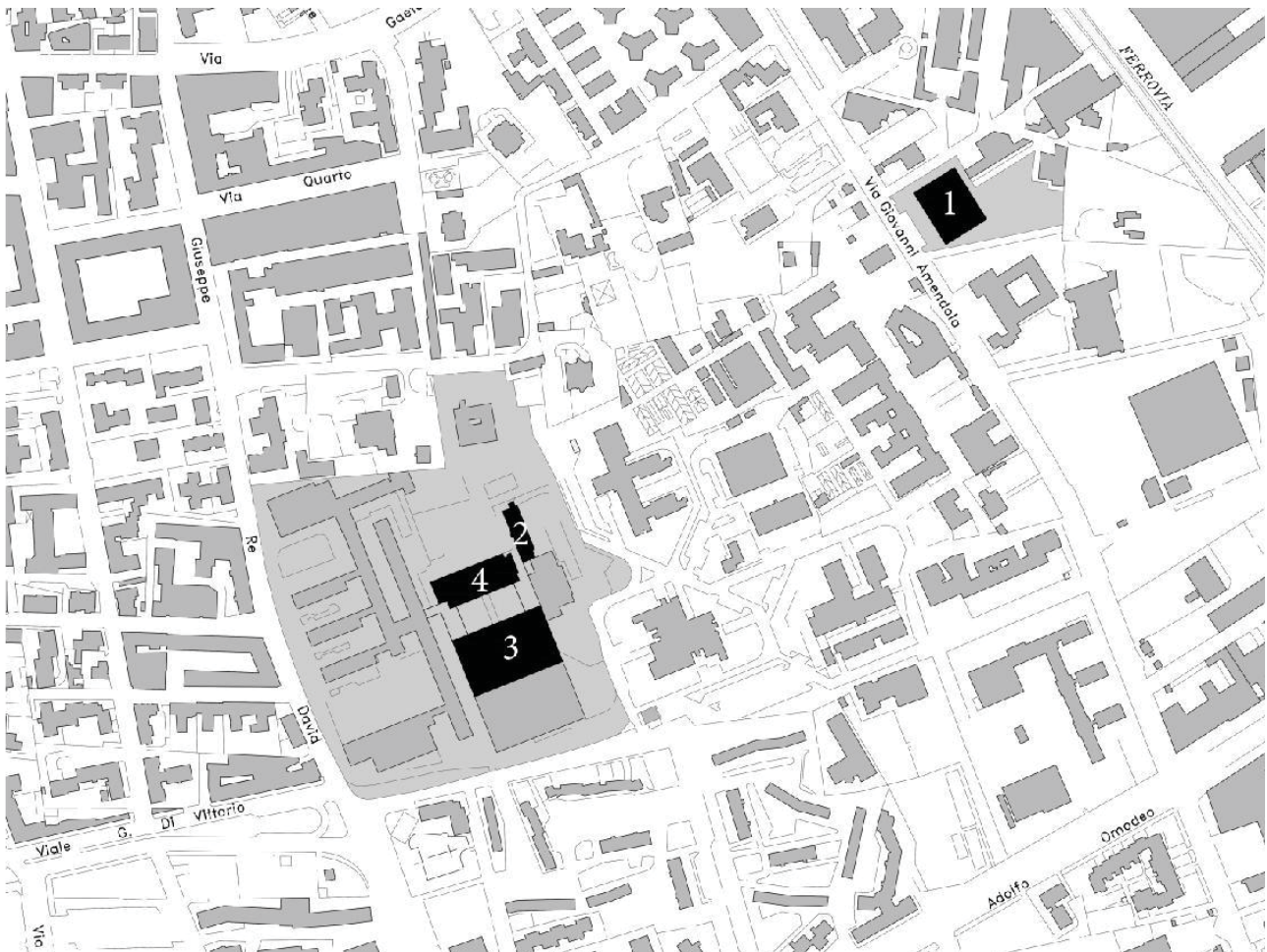


Figura 1_Inquadramento planimetrico

2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Gli interventi in progetto, possono essere individuati per macro-voci rimandando il dettaglio e la localizzazione delle varie lavorazioni agli elaborati grafici di progetto:

1. sostituzione degli infissi esterni;
2. installazione di sistemi di oscuramento;
3. miglioramento della resistenza termica della chiusura orizzontale di copertura.

2.1. SOSTITUZIONE DEGLI INFISSI ESTERNI E INSTALLAZIONE DI SISTEMI DI OSCURAMENTO

E' prevista la totale sostituzione degli infissi esterni relativi a tre edifici, quello denominato "Ex sede della Facoltà di Architettura", quello sede dell'Amministrazione Centrale e il Corpo Biblioteca.

2.1.1. AMMINISTRAZIONE CENTRALE



Figura 2_ Elementi caratterizzanti il prospetto _ Amministrazione Centrale

La sostituzione dell'infisso e la posa in opera del sistema di oscuramento sono state strutturate in modo da non determinare uno sconvolgimento del prospetto dell'edificio e in modo da conservarne i suoi caratteri originali di linearità e serialità. Infatti l'infisso non varia nelle dimensioni ma varia solo nelle sue caratteristiche intrinseche che consentiranno di migliorare la resa energetica dell'edificio.

Relativamente all'oscuramento, si è scelto un sistema di lamelle guidate da motorino elettrico che si alloggiano all'interno dell'infisso stesso, in modo da non dover ricorrere a dei sistemi di frangisole esterni, che andrebbero inevitabilmente ad annullare, collocandosi

all'interno delle bucatore delle finestre, il ritmo dell'edificio scandito attraverso pieni e vuoti. Rispetto al frangisole, la veneziana integrata, essendo alloggiata nell'intercapedine tra i vetri, ha il vantaggio di essere protetta dalle intemperie e dall'accumolo di polvere. La necessità di manutenzione e di cura risulta quindi minima. La veneziana viene inglobata all'interno dell'infisso già in fabbrica e non necessita di un particolare cassonetto. Ne consegue un significativo incremento della superficie vetrata, elemento positivo, dato che la minor presenza di pareti opache accresce l'apporto di luce e di calore agli ambienti interni. Sono inoltre ridotti gli spessori delle ante, consentendo quindi di ottenere un intervento con la minima incidenza sull'unitarietà del prospetto. Ciascun serramento, inoltre, è dotato di un motorino che rende possibile regolare individualmente l'incidenza di luce e di calore. Nei luoghi distributivi dell'edificio i serramenti saranno posti in opera privati di motorini.

La sostituzione dell'infisso sarà fatta in modo tale da non danneggiare il pre-esistente davanzale di marmo che corre intorno a tutti e quattro i lati della bucatore, trattasi di una scelta mirata, in quanto queste lastre di marmo sono le stesse utilizzate per il rivestimento dell'interna facciata e la loro sostituzione avrebbe potuto comportare una discontinuità cromatica nel prospetto. Precisamente, per lo smontaggio e la posa in opera dei nuovi infissi e degli oscuramenti, sono previste le seguenti procedure:

1. Disancoraggio e rimozione degli infissi esistenti, compreso telaio, struttura pressopiegata degli infissi e superficie vetrata;
2. Trasporto e scarico dei materiali di risulta presso una PP.DD.;
3. Fornitura e posa in opera della struttura portante di ancoraggio dell'infisso e della coibentazione delle parti orizzontali e verticali della finestra;
4. Fornitura e posa in opera del serramento di alluminio, a taglio termico, con finitura superficiale dotata di protezione anticorrosiva, sistema d'apertura ad AB (ante con asse di rotazione laterale verticale associato ad asse di rotazione centrale orizzontale) e con veneziana integrata.

Si riporta di seguito l'abaco delle porte e degli infissi esistenti, che devono essere sottoposti a rimozione e sostituzione.

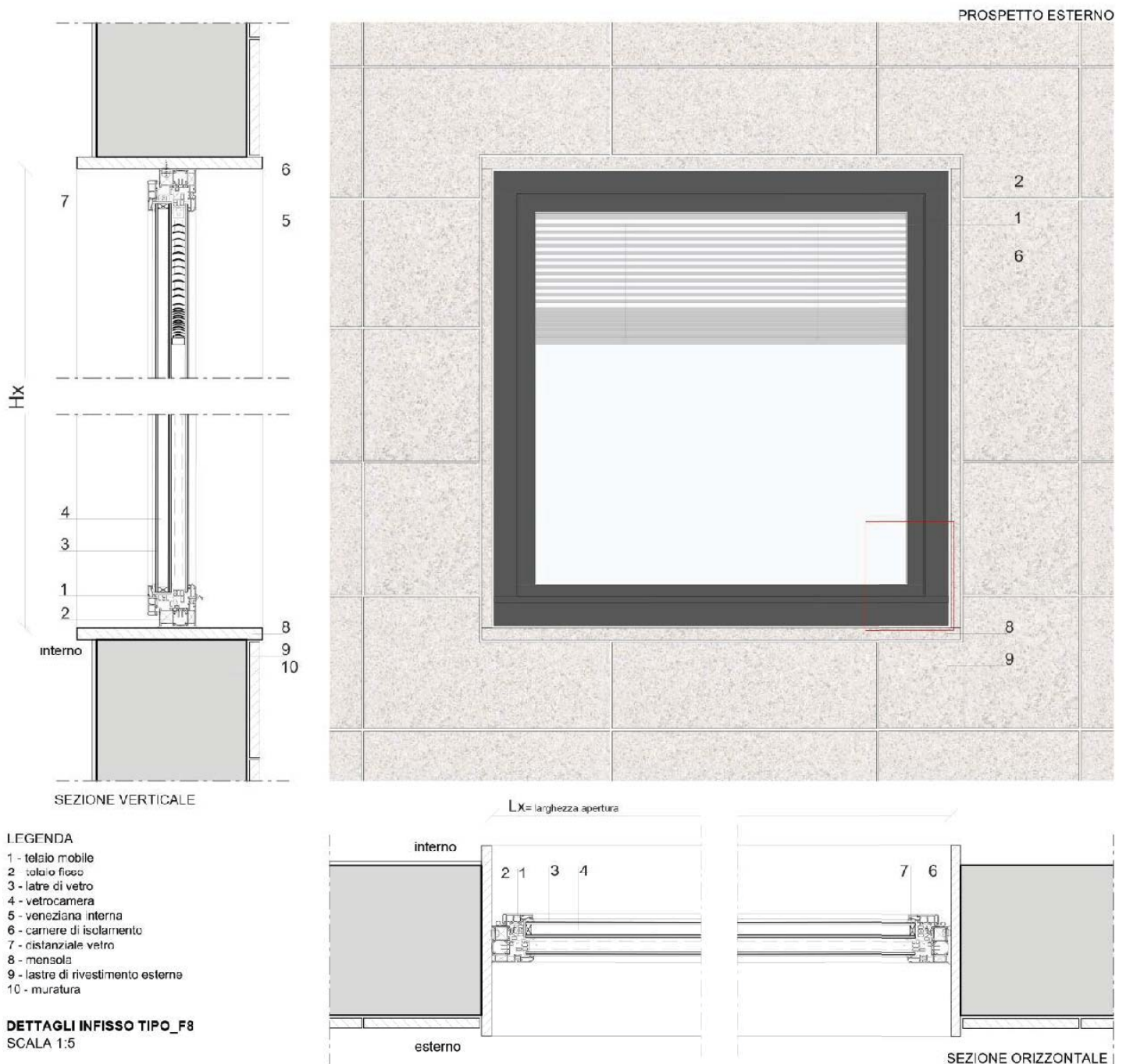
TIPOLOGIA		DIM. LORDE		PIANO	N.	Sup. discontinuità muraria unitaria	Sup. discontinuità muraria unitaria
Codice	Descrizione	b cm.	h cm.		cad.	mq.	mq.
P1	P.finestra 2 battenti	110	212	TERRA	1	2.332	2.332
P2	P.finestra 1 battente	152	320	TERRA	2	4.864	9.728
P3	P.finestra 2 battenti	164	263	TERRA	2	4.313	8.626
P7	P.finestra 1 battente	74	320	TERRA	2	2.368	4.736
Sommano							25.422
P4	P.finestra 1 battente	105	218	1 INTERRATO	1	2.289	2.289
P5a	P.finestra 2 battenti	162	260	1 INTERRATO	2	4.212	8.424
P5b	Anta fissa	78	260	1 INTERRATO	2	2.028	4.056
Sommano							14.769
P6	P.finestra 1 battente	122	250	PRIMO	2	3.050	6.100
Sommano							6.100
TOT. mq							46.291

Figura 3_Abaco porte _ Amministrazione Centrale

Codice	Descrizione	b cm.	h cm.	PIANO	N. cad.	Sup. discontinuità muraria unitaria mq.	Sup. discontinuità muraria totale mq.
F1	Finestra fissa	152	320	TERRA	8	4.864	38.91
F2	Finestra doppia anta	208	170	TERRA	2	3.536	7.07
F3	Finestra ribalta	105	170	TERRA	18	1.785	32.13
F4	Finestra ribalta	194	210	TERRA	6	4.074	24.44
F5	Finestra ribalta	292	210	TERRA	2	6.132	12.26
F6	Finestra ribalta	100	210	TERRA	2	2.100	4.20
F20	Finestra doppia anta	218	210	TERRA	2	4.578	9.156
F21	Finestra tripla anta	480	210	TERRA	10	10.08	100.8
F22	Finestra ribalta	148	210	TERRA	2	3.108	6.216
F23	Finestra angolare	274	210	TERRA	2	5.754	11.508
Sommano							246.69
F7	Finestra anta ribalta	171	171	PRIMO	14	2.924	40.94
F8	Finestra ribalta	105	105	PRIMO	18	1.103	19.85
F9	Finestra anta ribalta	152	152	PRIMO	10	2.310	23.10
Sommano							83.39
F7	Finestra anta ribalta	171	171	SECONDO	16	2.924	46.78
F8	Finestra ribalta	105	105	SECONDO	30	1.103	33.08
F10	Finestra anta ribalta	122	122	SECONDO	2	1.488	2.98
Sommano							82.84
F7	Finestra anta ribalta	171	171	TERZO	16	2.924	46.78
F8	Finestra ribalta	105	105	TERZO	30	1.103	33.08
F10	Finestra anta ribalta	122	122	TERZO	2	1.488	2.98
Sommano							82.84
F11	Finestra ribalta	105	27	1 INTERRATO	2	0.284	0.57
F12	Finestra ribalta	105	57	1 INTERRATO	2	0.599	1.20
F13	Finestra ribalta	105	98.5	1 INTERRATO	2	1.034	2.07
F14	Finestra ribalta	105	139	1 INTERRATO	2	1.460	2.92
F15	Finestra ribalta	105	180	1 INTERRATO	2	1.890	3.78
F16	Finestra ribalta	105	218	1 INTERRATO	5	2.289	11.45
F17	Finestra ribalta	315	85	1 INTERRATO	5	2.678	13.39
Sommano							35.38
F18	Finestra ribalta	140	58	2 INTERRATO	3	0.812	2.44
F19	Finestra ribalta	150	121	2 INTERRATO	1	1.815	1.81
Sommano							4.26
TOT. mq							564.11

Figura 4_Abaco infissi _ Amministrazione Centrale

La resa finale di questo intervento dovrebbe essere prossima alla ricostruzione grafica che si riporta di seguito, nella quale è rappresentato uno stralcio della facciata principale dell'edificio, ovvero quella su Via Amendola.



La logica della sostituzione di tutti gli attuali infissi esistenti discende dalla necessità di adeguare tutti gli edifici alle normative sul risparmio energetico garantendo, per tali elementi costruttivi, un valore limite di trasmittanza termica U delle chiusure trasparenti comprensive degli infissi espressa in $W/mq.K$ pari a 2,6 dal 1° gennaio 2010, ed un valore limite di trasmittanza termica U dei vetri espressa in $W/mq.K$ pari a 2,1 dal 1° gennaio 2010.

Al fine di ottenere i succitati dati e nell'ottica anche di un adeguamento funzionale degli elementi di infisso, l'Amministrazione si è pronunciata per la loro totale sostituzione mantenendo i dati dimensionali di quelli attualmente esistenti, con ante apribili a bilico orizzontale.

Il sistema progettato è composto da:

- | | |
|---------------|-------------------------------------|
| • CAPOTELAIO | sezione mm. 83 o equivalente |
| • ANTA | sezione mm. 75 o equivalente |
| • FERMAVETRO | adeguato allo spessore dei pannelli |
| • VETROCAMERA | sezione mm. 27 o equivalente |

LEGENDA

- 1 - telaio mobile
- 2 - telaio fisso
- 3 - latre di vetro
- 4 - vetrocamera
- 5 - veneziana interna
- 6 - camere di isolamento
- 7 - distanziale vetro
- 8 - mensola
- 9 - lastre di rivestimento esterne
- 10 - muratura

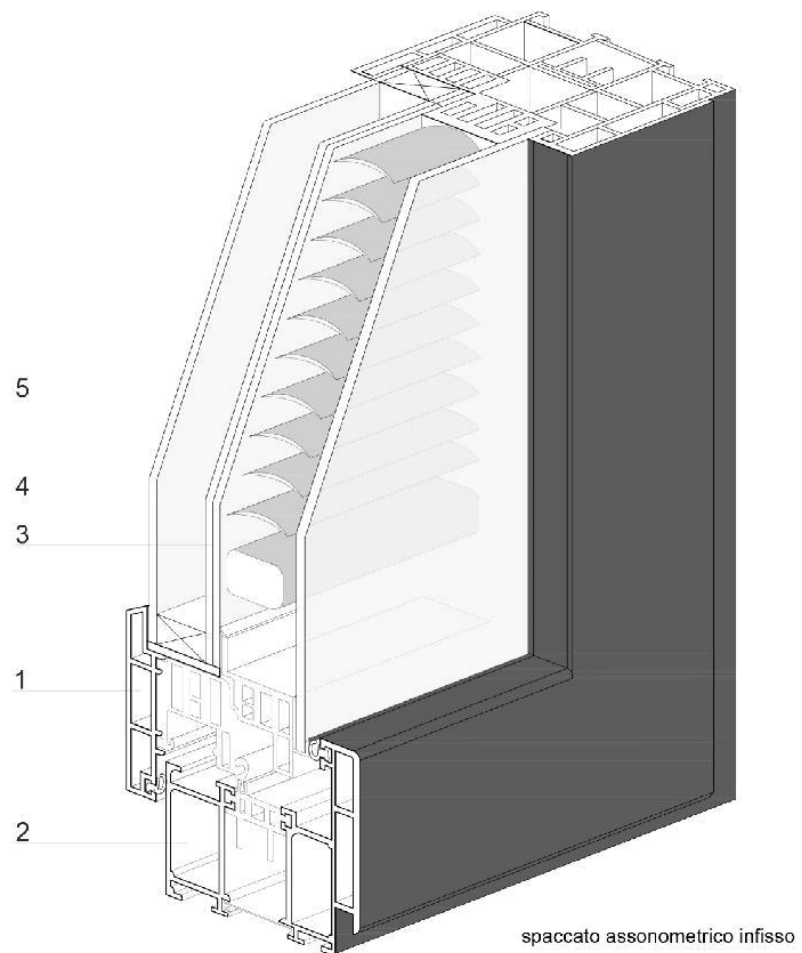


Figura 5_Spaccato assonometrico infisso

I profilati sono del tipo isolato avendo la sagoma composta da due estrusi in alluminio collegati meccanicamente e separati termicamente mediante listelli in materiale plastico che riducono lo scambio termico tra le masse metalliche.

L'interruzione del ponte termico è ottenuta dall'interposizione dei listelli separatori composti da poliammide rinforzato con fibra di vetro e caratterizzati da un basso valore di conduttività termica e da guarnizioni in EDPM a doppia densità, la dimensione dei listelli non è inferiore 30mm di profondità e il loro bloccaggio è meccanico con rullatura dall'esterno previa zigrinatura delle sedi di alluminio per evitare scorrimenti.

Finiture superficiali

I profilati di alluminio impiegati saranno sottoposti a processo di ossidazione e protezione anodica nel rispetto del marchio di qualità EURAS-EWAA QUALANOD.

Prestazioni del sistema

Il sistema di tenuta all'aria è a giunto aperto con una guarnizione centrale in EDPM a doppia densità inserita nel telaio fisso in appoggio diretto sul piano del profilato mobile. Il sistema impiegato sarà dotato delle certificazioni che attestino i livelli di prestazione, secondo le seguenti norme, non inferiori ai valori più sotto indicati.

La vetro camera è composta:

- a. lastra esterna float antisolare colorato, temperato sp. mm 6, Planibel Coloured Green, sottoposto a trattamento termico di tempera per indurimento idoneo all'impiego in vetrata di tipo isolante;
- b. intercapedine 27 mm con gas argon 85% aria 15%;
- c. lastra interna float chiaro stratificato 33.1 Stratobel Low-e Planibel G + Planibel Clear pos.3;

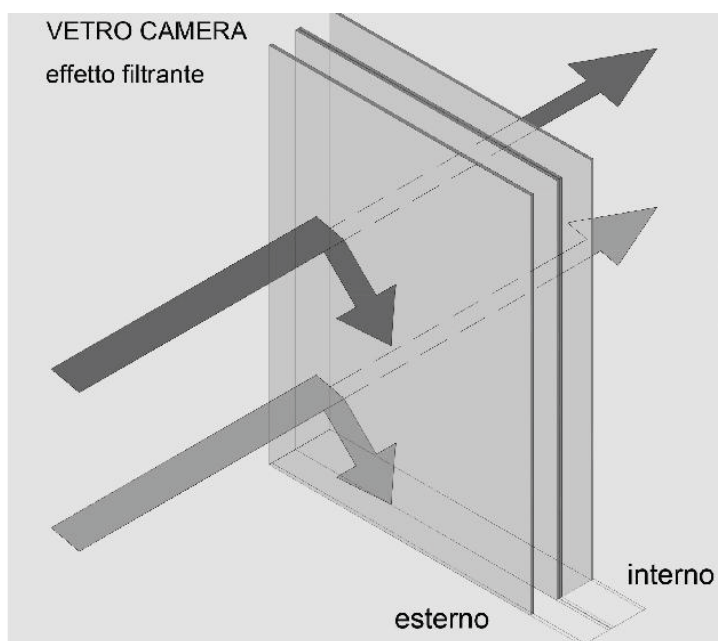


Figura 6_Effetto filtrante

Proprietà termiche (EN 673) W/m ² K	1,5
--	-----

Caratteristiche luminose (EN410)

- | | |
|--|----|
| • trasmissione luminosa -t _v (%) | 60 |
| • riflessione interna -p _{vi} (%) | 14 |
| • riflessione luminosa -p _v (%) | 13 |
| • indice resa dei colori - RD65 - R _a (%) | 90 |

Caratteristiche energetiche (EN 410)

- | | |
|---|------|
| • fattore solare -g (%) | 41 |
| • riflessione energetica - p _e (%) | 8 |
| • trasmissione energetica diretta -t _e (%) | 31 |
| • assorb. energetico vetro 1-α _e (%) | 52 |
| • assorb. energetico vetro 2-α _e (%) | 9 |
| • assorb. energetico -α _e (%) | 61 |
| • selettività | 1.46 |
| • coefficiente di shading -SC | 0.47 |
| • trasmissione dei raggi ultravioletti -UV (%) | 0 |

Spessore e Peso

- | | |
|------------------------------|------|
| • spessore nominale (mm) | 39 |
| • peso (Kg/m ²) | 30.0 |

TRASMITTANZA TERMICA FC1

UG vetro	1.5 W/m ² k	11.26 (1)
AG vetro	10.24 mq (4)	
UF telaio serr	1.77 W/m ² k	6.01 (2)
AF telaio serr	3.4 mq (5)	
LG perimetro vetro	26.4 ml	2.9 (3)
COEFF perimetro vetro	0.11 W/mk	

(1 + 2 + 3) / (4 + 5) **1.47** W/m²k

2.1.2. EX SEDE DELLA FACOLTÀ DI ARCHITETTURA



Figura 7_ Elementi caratterizzanti il prospetto_ Ex Facoltà di Architettura

Per quanto riguarda l'edificio denominato "Ex sede della Facoltà di Architettura" la particolare impostazione strutturale ed architettonica originaria dello stesso è caratterizzata dalla presenza attuale di infissi a nastro continui sviluppati lungo le facciate a sud e ad ovest del fabbricato.

Il passo della partitura verticale dei vari moduli finestra discende dal particolare passo strutturale dei pilastri metallici di sostegno degli edifici, posti costantemente ad un interasse fra loro di mt. 6,00.

Gli elementi a nastro, pertanto, hanno una partitura, tra i passi strutturali, di quattro moduli verticali di mt. 1,50.

Attualmente gli elementi degli infissi in alluminio esistenti, dimensionalmente tutti uguali fra loro, sono caratterizzati dall'apertura ad ante ribalta, mentre per i locali servizi igienici sono attualmente presenti infissi con apertura a vasistas interno.

La logica della sostituzione di tutti gli attuali infissi esistenti discende dalla necessità di adeguare tutti gli edifici alle normative sul risparmio energetico garantendo, per tali elementi costruttivi, un valore limite di trasmittanza termica U delle chiusure trasparenti comprensive degli infissi espressa in $W/mq.K$ pari a 2,6 dal 1° gennaio 2010, ed un valore limite di trasmittanza termica U dei vetri espressa in $W/mq.K$ pari a 2,1 dal 1° gennaio 2010.

Al fine di ottenere i succitati dati e nell'ottica anche di un adeguamento funzionale degli elementi di infisso, l'Amministrazione si è pronunciata per la loro totale sostituzione mantenendo l'impostazione strutturale ed architettonica. Per problemi dimensionali dei nuovi infissi, più spessi rispetto a quelli esistenti, vengono sostituiti tutti gli infissi comprese le scossaline inferiori e superiori ed i montanti esterni. Il sistema di oscuramento viene montato all'esterno della struttura, sempre per problemi dimensionali, mantenendo il passo strutturale esterno caratteristico della struttura.

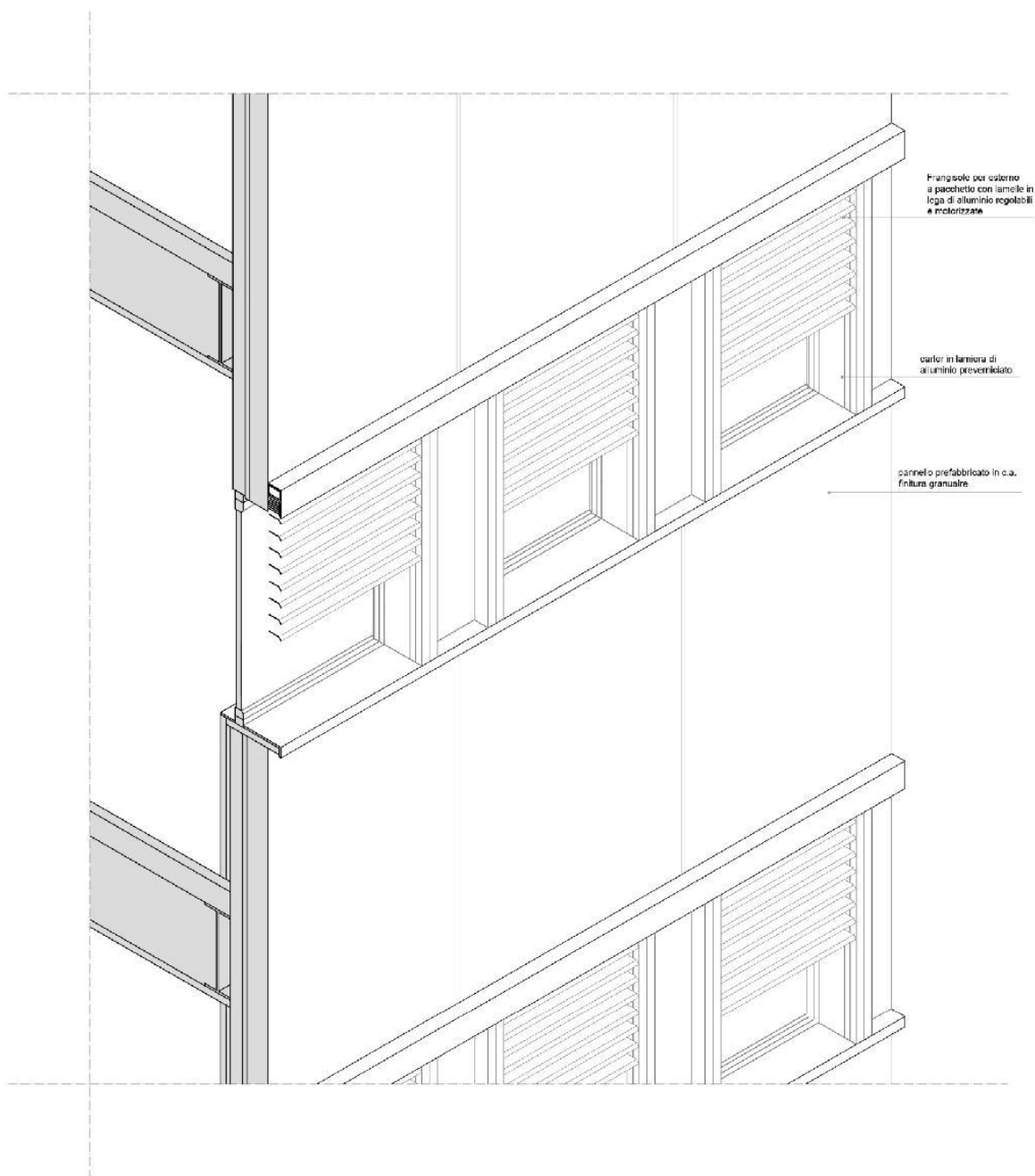


Figura 8_Spaccato assonometrico

L'intervento prevede, pertanto, la fornitura e posa in opera di serramenti costruiti con profilati estrusi in lega di alluminio EN AW 6060 T5 (stato bonificato) colore naturale. Le dimensioni, gli spessori ed il peso dei profilati indicati nei cataloghi sono teorici e potranno variare in funzione delle tolleranze previste dalla norma UNI EN 12020-2.

Il sistema progettato è composto da:

- | | |
|--------------|---|
| • Capotelaio | sezione mm. 74.5 o equivalente |
| • Anta | sezione mm. 60.5 o equivalente |
| • Fermavetro | adeguato allo spessore del pannello vetrato |

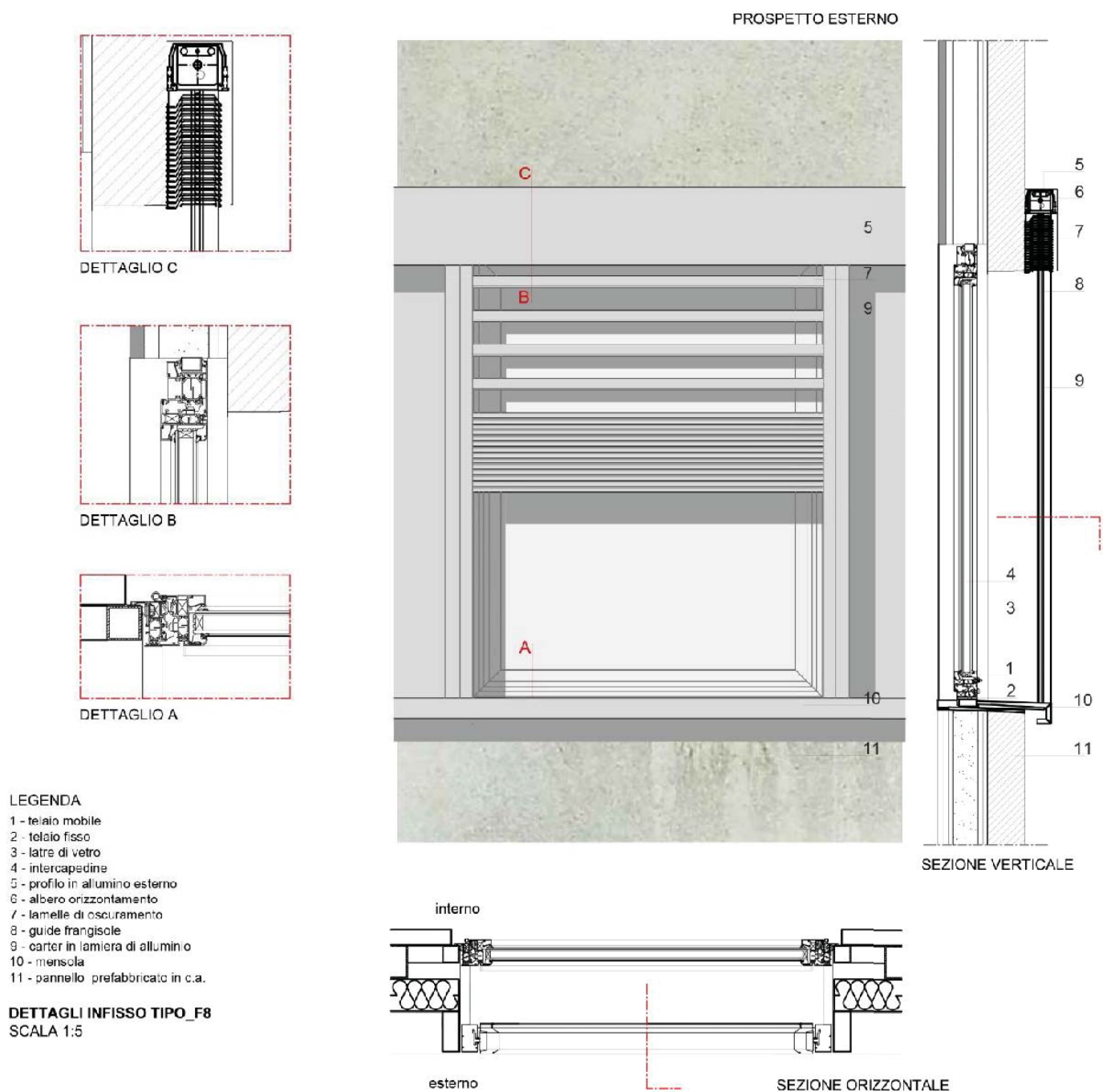


Figura 9_Dettaglio infisso

I profilati sono del tipo isolato avendo la sagoma composta da due estrusi in alluminio collegati meccanicamente e separati termicamente mediante listelli in materiale plastico che riducono lo scambio termico tra le masse metalliche.

L'interruzione del ponte termico è ottenuta dall'interposizione dei listelli separatori composti da poliammide rinforzato con fibra di vetro e caratterizzati da un basso valore di conduttività termica e da guarnizioni in EDPM a doppia densità, la dimensione dei listelli non è inferiore 30 mm di profondità e il loro bloccaggio è meccanico con rullatura dall'esterno previa zigrinatura delle sedi di alluminio per evitare scorrimenti.

Finiture superficiali

I profilati di alluminio impiegati saranno sottoposti a processo di ossidazione e protezione anodica nel rispetto del marchio di qualità EURAS-EWAA QUALANOD.

Prestazioni del sistema

Il sistema di tenuta all'aria è a giunto aperto con una guarnizione centrale in EDPM a doppia densità inserita nel telaio fisso in appoggio diretto sul piano del profilato mobile. Il sistema impiegato sarà dotato delle certificazioni che attestino i livelli di prestazione, secondo le seguenti norme, non inferiori ai valori più sotto indicati.

Tenuta all'aria	UNI EN 12207 – UNI EN 1026	Classe 4
Tenuta all'acqua	UNI EN 12208 – UNI EN 1027	Classe E 1500
Resistenza ai carichi dovuti al vento	UNI EN 12210 – UNI EN12211	Classe C 5
Trasmittanza termica telaio	UNI EN ISO 10077-2	nodo 1,95 W/m ² K

Il vetrocamera è composto da:

- lastra esterna float antisolare colorato, temperato sp.mm.6 Cristallo Float verde sottoposto a trattamento termico di tempera per indurimento (vedi marcatura su ogni lastra) idoneo all'impiego in vetrata di tipo isolante – Norma UNI EN 572-2, UNI EN 12150;
- intercapedine gas argon sp. mm.16 aria 15% argon 85% vetrata isolante performante realizzata inserendo nell'intercapedine del pannello una carica di gas Argon, atossico e con una conduttività termica inferiore a quella dell'aria;
- lastra interna float chiaro stratificato 44.1 Planibel I-TOP. Cristallo Stratificato composto da due lastre laminate tra loro sottovuoto mediante interposizione di film pvb (polivinilbutirrale) trasparente spessore. mm1,52. I pannelli vetrati rispondono alla Norma UNI EN 12543 (che ha sostituito la UNI 7172) ed alla UNI 7697;

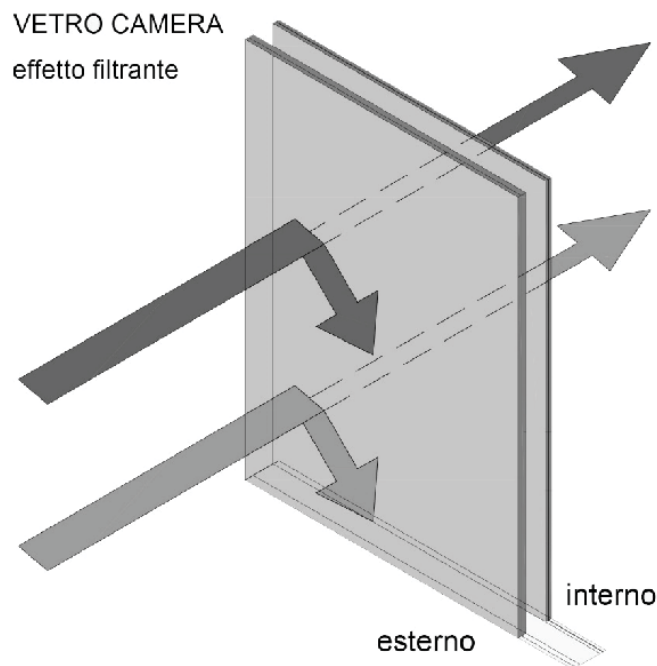


Figura 10_Effetto filtrante

Proprietà termiche (EN 673)

Valore Ug W/m²K 1,1

Caratteristiche luminose (EN 410)

Trasmissione luminosa	– tv(%)	68
Riflessione luminosa	– pv(%)	11
Riflessione interna	– pvi(%)	12
Indice resa dei colori – RD65	– Ra(%)	91

Caratteristiche energetiche (EN 410)

Fattore solare	– g (%)	44
Trasmissione energetica diretta	– te (%)	35
Riflessione energetica	– pe (%)	12
Assorb. Energetico vetro 1	– ae (%)	45
Assorb. Energetico vetro 2	– ae (%)	8
Assorb. Energetico	– ae (%)	53
Trasm. Dei raggi ultravioletti	–UV(%)	0
Selettività		1.55

Le caratteristiche di tenuta e di resistenza all'aria, all'acqua e ai carichi del vento, ottenibili con questi profilati dovranno essere dimostrabili con riproduzione in fotocopia del certificato di collaudo effettuato dal costruttore di serramenti o in mancanza, dal produttore dei profilati.

Il dato termico caratteristico del corpo finestrato "tipo" che si è scelto in sostituzione dei corpi finestrati attualmente è il seguente:

- coefficiente di trasmittanza termica complessiva $U_w=1,178 \text{ W/mq}^\circ\text{K}$, come da scheda tecnica di seguito riportata:

Serramento nastro Or - Calcolo della trasmittanza termica complessiva

Trasmittanza termica FC1				
UG vetro		1,10 W/m²k	6,74	(1)
AG vetro	(5)	6,13 mq		
UG pannello		0,390 W/m²k	2,18	(2)
AG pannello	(6)	5,59 mq		
UF telaio serr		1,77 W/m²k	4,99	(3)
AF telaio serr	(7)	2,82 mq		
LG perimetro vetro		29,20 ml	3,21	(4)
COEFF. perimetro vetro	y	0,11 W/mk		

Tamponamenti	L	H	mq	pz	mq tot	perim	p tot
area vetro(1100*1450)	1075	1425	1,53	4	6,13	5,00	29,20
area pannello sopral. (1100*520)	495	1075	0,53	4	2,13	3,14	12,56
area pannello pilastro (470*1970)	445	1945	0,87	4	3,46	4,78	19,12

$$[(1)+(2)+(3)+(4)]/[(5)+(6)+(7)] = 1,178 \text{ W/m}^2\text{k}$$

Per le caratteristiche geometriche, le tolleranze richieste sono le seguenti:

- tolleranze dimensionali, lunghezza e larghezza, di +/- 2 mm per dimensioni di lato minore di 3 m;
- tolleranze dimensionali in spessore di +1 mm, -0,8 per spessori >a 20 mm.

Ai fini dello sviluppo di una analisi, sommaria, del risparmio energetico che si prevede di ottenere dalla sostituzione degli infissi, viene di seguito riportata una comparazione di dati riferita alla sola trasmittanza termica globale (U_w). Per il periodo estivo la comparazione non è possibile per carenza dei dati degli infissi a sostituirsi.

Descrizione	U (W/mq°K)	Sup. compl. in sostit. (mq)	Energia media dispersa per °K (Wh/°K)
Infisso esistente con telaio in alluminio non a taglio termico a vetro camera 4+9+4 con aria	3,1	1250	3875
Infisso in sostituzione con telaio in alluminio a taglio termico a vetro camera 6+16+6 con miscela aria argon 15/85	1,178	1250	1472

Dal confronto dei dati emerge una riduzione dell'energia media dispersa dai corpi finestrati, per °K, pari a circa il 62 % rispetto allo stato attuale. Gli infissi esterni relativi alle zone di accesso al corpo di fabbrica e posti, pertanto, a piano terra, sia per parti fisse che per parti apribili ad anta, saranno realizzati con gli stessi materiali ed elementi costitutivi sopradescritti, tutti forniti di serratura di sicurezza e di blocco a paletto per un'anta.

2.1.3. CORPO BIBLIOTECA

La logica della sostituzione degli infissi esistenti discende dalla necessità di adeguare gli edifici alle normative sul risparmio energetico garantendo, per tali elementi costruttivi, un valore limite di trasmittanza termica U delle chiusure trasparenti comprensive degli infissi espressa in W/mk pari a 2,6 dal 1° gennaio 2010, ed un valore limite di trasmittanza termica U dei vetri espressa in W/mqk pari a 2,1 dal 1° gennaio 2010.

Per quanto riguarda l'edificio denominato Corpo Biblioteca, l'impostazione strutturale ed architettonica originaria è caratterizzata dalla presenza di infissi a nastro continui, della stessa tipologia di quelli osservati nel corpo denominato Ex Facoltà di Architettura, analizzato nel paragrafo precedente.

Al fine di ottenere i succitati dati e nell'ottica anche di un adeguamento funzionale degli elementi di infisso, l'Amministrazione si è pronunciata per la loro sostituzione sulla facciata sud e nord dell'edificio, mantenendo l'impostazione strutturale ed architettonica. Pertanto si userà, per tutte le aperture presenti su questa facciata del Corpo Biblioteca, la stessa soluzione, adottata nell'Ex Facoltà di Architettura, relativamente agli infissi e agli oscuramenti, come descritto nel paragrafo precedente.

2.2. MIGLIORAMENTO DELLA RESISTENZA TERMICA DEL SOLAIO DI COPERTURA

In progetto è previsto il miglioramento isolamento di copertura delle seguenti strutture:

- Corpo Amministrazione Centrale
- Corpo Biblioteca
- Corpo Aule Grandi Vecchie

2.2.1 AMMINISTRAZIONE CENTRALE

L'intervento di miglioramento della resistenza termica del solaio di copertura dell'Amministrazione Centrale consiste nella seguenti operazioni:

1. Predisposizione di un sistema di stoccaggio dei materiali da impiegare nelle lavorazioni;
2. Pulizia e spianamento del piano di posa: riempimento di eventuali avvallamenti esistenti, eliminazione di bolle e rigonfiamenti, in modo da rendere le superfici complanari;
3. Posa in opera di bocchettoni e esalatori in neoprene di diametro mm 80÷100;
4. Imprimitura delle superfici verticali e orizzontali con Primer epossidico bicomponente;
5. Posa in opera di pannelli in poliuretano espanso di densità pari a 35 Kg/mc, con rivestimento superiore in fibra bitumata ed inferiore in vetro politenato;
6. Applicazione delle membrane bitume polimero, con particolare attenzione al risvolto delle stesse lungo le superfici verticali;
7. Posa in opera, dove necessario, di profilo in alluminio da montare sul parapetto a protezione della guaina;
8. Pulizia finale delle aree interessate dai lavori e trasposto a discarica autorizzata dei materiali di risulta.

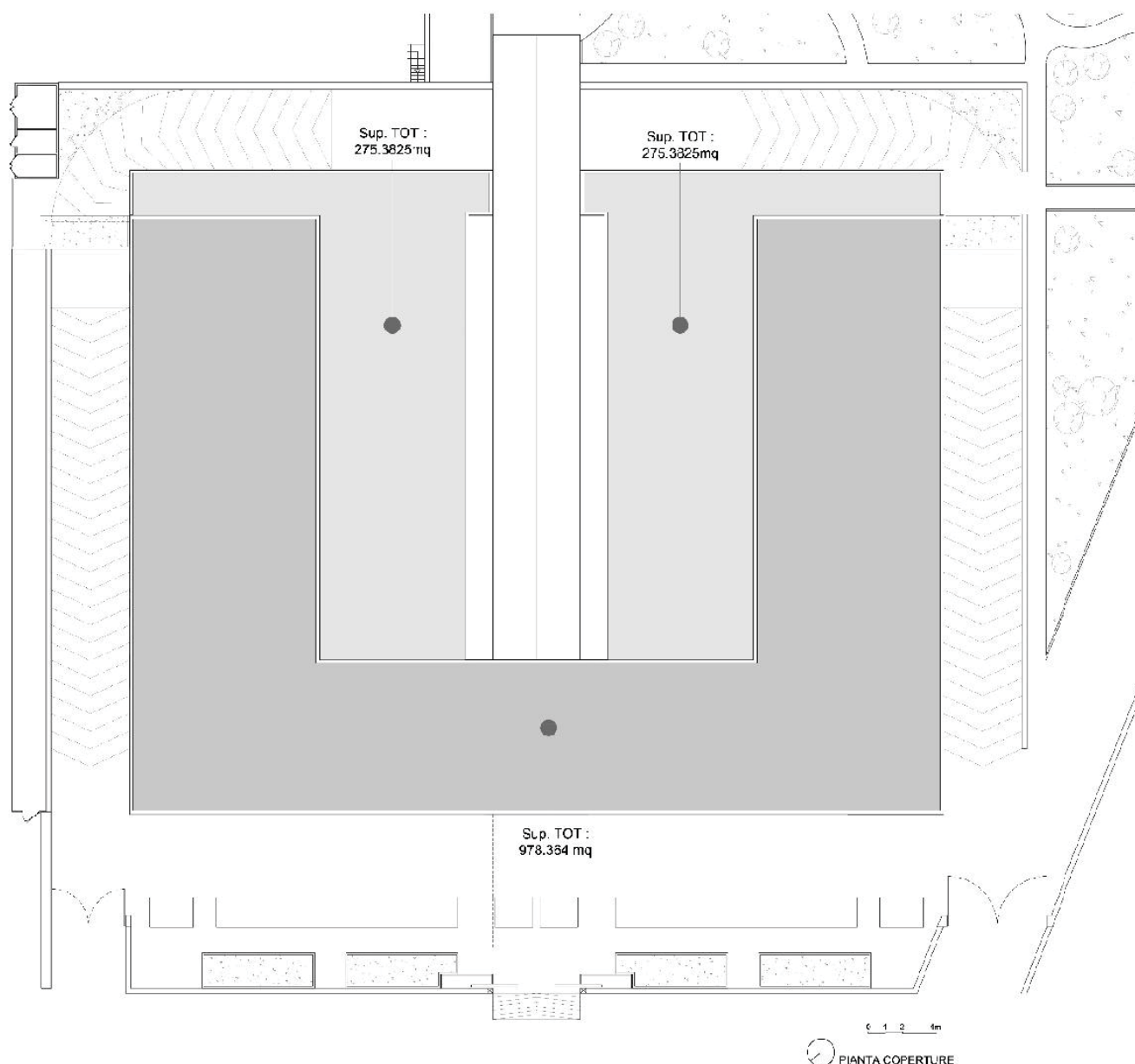


Figura 11_Pianta delle copertura, Amministrazione Centrale

L'impermeabilizzazione e la coibentazione del lastrico solare dell'Amministrazione saranno realizzate con piccole variazioni a seconda che si tratti della copertura dell'ultimo piano (campita di grigio nella *fig. 11*) o della copertura del piano terra. Infatti queste differiscono per alcuni aspetti, la copertura dell'ultimo piano presenta un parapetto che le gira attorno su tutti i lati (*fig. 12*), su questo parapetto verrà fatto rigirare il doppio strato di guaina impermeabilizzante, che sarà poi coperto, per evitare infiltrazioni negli angoli, con una scossalina metallica, agganciata al parapetto. La copertura del piano terra, invece presenta un maggior grado di complessità, in quanto questa è delimitata dai muri perimetrali dell'edificio come visibile nella *fig.13*. Quindi, dopo aver posto lo strato di isolante termico, su questo si andranno ad adagiare i due strati di guaina impermeabilizzante, che in questo caso rigireranno, in verticale, sul rivestimento in marmo della stessa facciata, sarà per questo motivo necessario, porre un profilo metallico in corrispondenza di questo rigiro, che oltre ad assolvere ad una funzione pratica, ovvero quella di proteggere lo spigolo da eventuali infiltrazioni, avrà anche una funzione estetica,

ovvero coprire il rigiro della guaina in facciata, creando una sorta di zoccolo metallico che richiami in parte il coronamento metallico già esistente. Un'altra questione da risolvere relativamente all'intervento sulla copertura del piano terra, è la presenza di un incavo, a sezione rettangolare, stretto e allungato, lungo il bordo della canalina, come mostra la *Fig.14*. Essendo occupato da stanze nella parte sottostante, necessita anch'esso di una corretta coibentazione, al di sopra della quale si andranno poi a collocare i due strati di guaina che verranno posizionati in modo da seguire il profilo dell'incavo coprendolo interamente.



Figura 12_Copertura ultimo piano Amministrazione Centrale

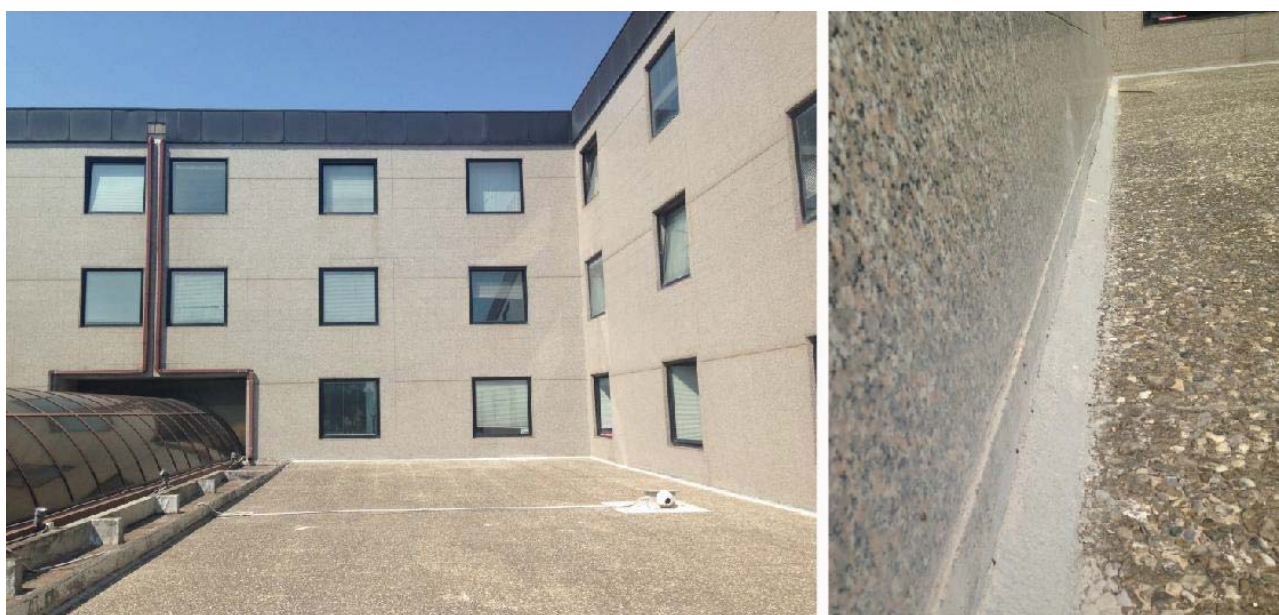


Figura 13_Copertura piano terra Amministrazione Centrale



Figura 14_Dettaglio della copertura del piano terra dell'Amministrazione Centrale

La *Fig. 14* mostra inoltre che alla base della vetrata centrale c'è una lamina metallica che riveste il piccolo coronamento della copertura. Per poter realizzare le operazioni di coibentazione e impermeabilizzazione sarà quindi indispensabile smontare questa lamina, per consentire il rigiro del doppio strato di guaina sul coronamento. Al termine di queste operazioni la lamina verrà ricollocata nella sua posizione originaria.

2.2.2 CORPO BIBLIOTECA

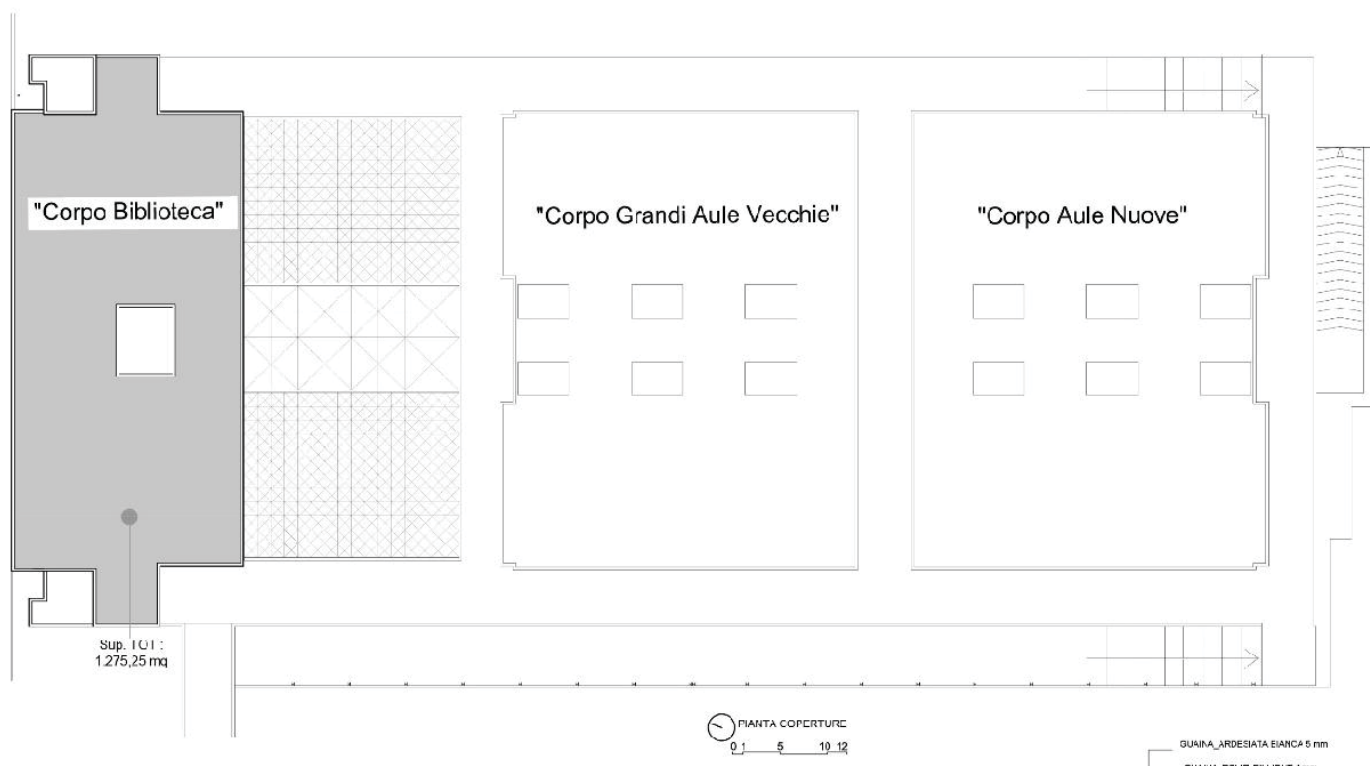


Figura 15_Pianta copertura “Corpo Biblioteca”

L'intervento di miglioramento della resistenza termica del solaio di copertura del Corpo Biblioteca consiste nella seguenti operazioni:

1. Predisposizione di un sistema di stoccaggio dei materiali da impiegare nelle lavorazioni;
2. Smontaggio e successivo rimontaggio della gabbia di Faraday (*Fig. 16a*);
3. Pulizia e spianamento del piano di posa: rimozione di 1/3 delle piastrelle in clinker esistenti in avanzato stato di usura, riempimento di eventuali avvallamenti esistenti, eliminazione di bolle e rigonfiamenti, in modo da rendere le superfici complanari (*Fig. 17*);
4. Rimozione dell'intonaco dalle pareti verticali interne di tutto il parapetto, per un'altezza, a partire dal piano di calpestio del lastrico solare esistente, di almeno 30 cm (*Fig. 16b*);
5. Rimozione del risvolto verticale di guaina lungo tutto il parapetto (*Fig. 16b*);
6. Posa in opera di bocchettoni e esalatori in neoprene di diametro mm 80÷100;
7. Imprimitura delle superfici verticali e orizzontali con Primer epossidico bicomponente;
8. Posa in opera di pannelli in poliuretano espanso di densità pari a 35 Kg/mc, con rivestimento superiore in fibra bitumata ed inferiore in vetro politenato;
9. Applicazione delle membrane bitume polimero;
10. Posa in opera di profilo in alluminio da montare sul parapetto a protezione della guaina;
11. Pulizia finale delle aree interessate dai lavori e trasposto a discarica autorizzata dei materiali di risulta.



Figura 16_ Stato di conservazione della gabbia di Faraday e dell'intonaco sul parapetto



Figura 17_ Stato di conservazione delle piastrelle in clinker

2.2.3 CORPO GRANDI AULE VECCHIE

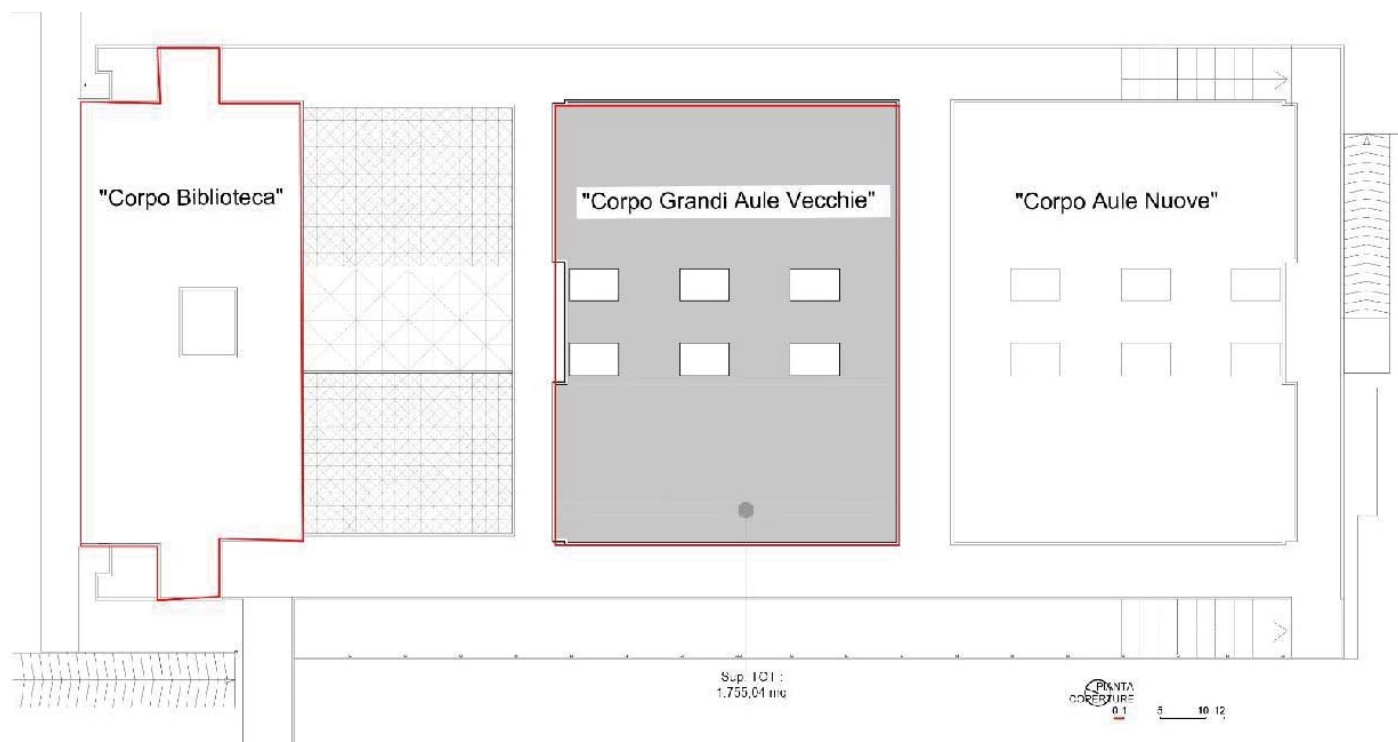


Figura 18_Pianta copertura “Corpo Grandi Aule Vecchie”

L'intervento di miglioramento della resistenza termica del solaio di copertura del Corpo Grandi Aule Vecchie consiste nella seguenti operazioni:

1. Predisposizione di un sistema di stoccaggio dei materiali da impiegare nelle lavorazioni;
2. Pulizia e spianamento del piano di posa: riempimento di eventuali avvallamenti esistenti, eliminazione di bolle e rigonfiamenti, in modo da rendere le superfici complanari;
3. Posa in opera di bocchettoni e esalatori in neoprene di diametro mm 80÷100;
4. Imprimitura delle superfici verticali e orizzontali con Primer epossidico bicomponente;
5. Posa in opera di pannelli in poliuretano espanso di densità pari a 35 Kg/mc, con rivestimento superiore in fibra bitumata ed inferiore in vetro politenato;
6. Applicazione delle membrane bitume polimero;
7. Posa in opera di profilo in alluminio da montare a protezione della guaina;
8. Pulizia finale delle aree interessate dai lavori e trasposto a discarica autorizzata dei materiali di risulta.

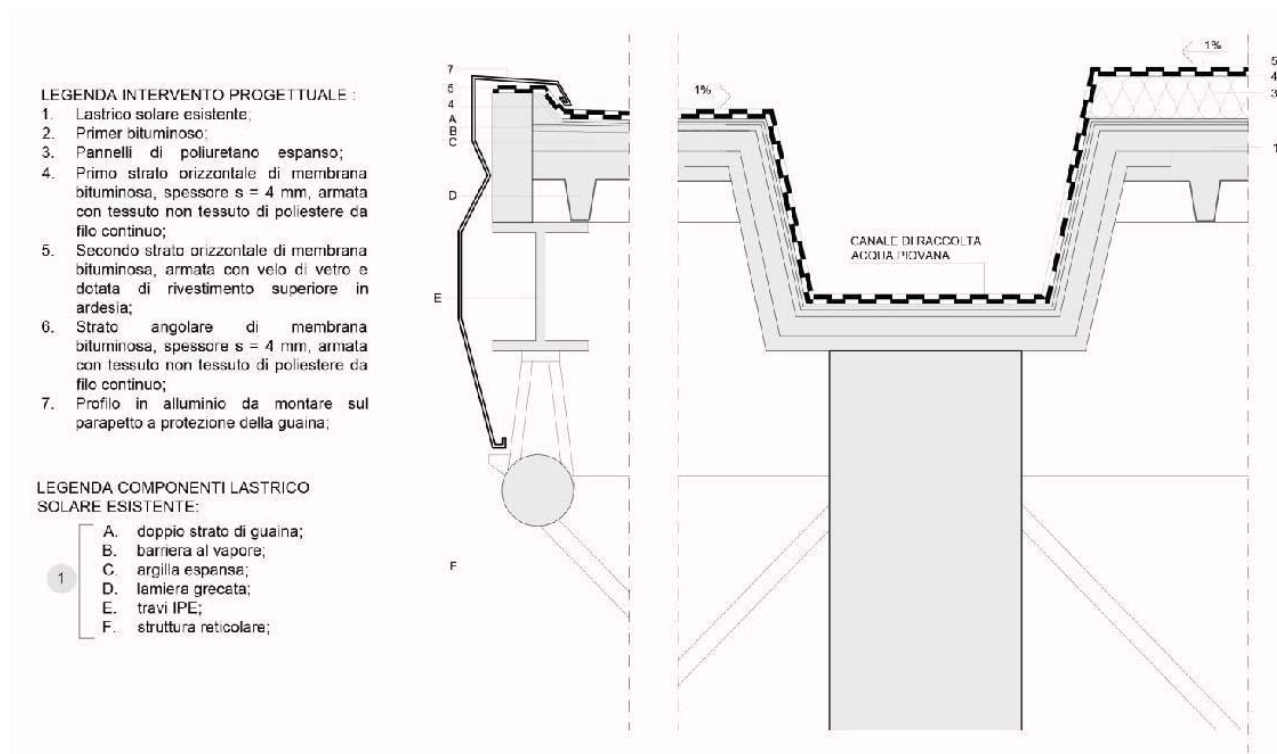


Figura 19_Dettaglio costruttivo sulla posa in opera degli strati coibenti e impermeabilizzanti



Figura 20_Foto dello stato di fatto della copertura delle Grandi Aule Vecchie

2.2.4 OSSERVAZIONI

I dati caratteristici dei due pacchetti di copertura (ante e post) sono riportati nelle tabelle in fig. 21 e 22.

Dall'analisi dei dati emerge un abbattimento della trasmittanza termica di circa il 60% rispetto allo stato attuale, e quindi una eguale riduzione percentuale dell'energia termica dispersa da tale tipologia di elemento costruttivo.

	Tipo	Materiale	Spessore [m]	Massa superficiale [kg/m²]	Resistenza [m²K/W]	Spessore equivalent e d'aria [m]
1	VAR	Piastrelle in ceramica	0,010	23,0	0,01	2,000
2	VAR	Massetto cementizio di pendenza	0,050	90,0	0,07	60,000
3	IMP	Bitume polimero su PPL sp.4 mm.	0,004	4,0	0,01	320,000
4	CLS	CLS di argilla espansa per pareti interne o esterne protette	0,080	64,0	0,33	4,800
5	VAR	Pannelli in lana di roccia 150 kg/mc	0,030	4,5	0,75	0,030
6	IMP	Bitume polimero su PPL sp.3 mm.	0,003	3,0	0,02	180,000
7	CLS	CLS generico	0,070	133,0	0,07	6,650
8	VAR	Lamiera grecata per solaio	0,001	6,2	0,00	1600,000

Figura 21_Pacchetto di copertura esistente

	Tipo	Materiale	Spessore [m]	Massa superficiale [kg/m²]	Resistenza [m²K/W]	Spessore equivalent e d'aria [m]
1	VAR	Poliflex Light Mineral 5 mm	0,004	4,0	0,02	80,000
2	VAR	Poliflex Light 4 mm	0,004	4,0	0,02	80,000
3	VAR	Poliuretano espanso in lastre PUR VB < 60 mm.	0,060	2,1	2,14	3,000
4	VAR	Piastrelle in ceramica	0,001	2,3	0,00	0,200
5	IMP	Bitume polimero su PPL sp.4 mm.	0,004	4,0	0,01	320,000
6	CLS	CLS di argilla espansa per pareti interne o esterne protette	0,080	64,0	0,33	4,800
7	VAR	Pannelli in lana di roccia 150 kg/mc	0,030	4,5	0,75	0,030
8	IMP	Bitume polimero su PPL sp.3 mm.	0,003	3,0	0,02	180,000
9	CLS	CLS generico	0,070	133,0	0,07	6,650
10	VAR	Lamiera grecata per solaio	0,001	6,2	0,00	1600,000

Figura 22_Pacchetto di copertura da realizzare

Sono di seguito riportare le verifiche termiche eseguite sul pacchetto esistente e su quello da realizzare:

Verifiche secondo DPR 59/09

Provincia	BARI
Comune	Bari
Gradi giorno	1185
Zona	C

Verifica invernale

Trasmittanza	0,702 W/m ² K
Trasmittanza limite	0,4 W/m ² K

Verifica non superata

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 331,0 W/m² > 290 W/m²

Verifica inerziale richiesta

Massa superficiale esclusi intonaci 327,74 kg/m² > 230 kg/m²

Verifica trasmittanza periodica non necessaria

Struttura non regolamentare secondo DPR 59/09

Figura 23_Verifiche termiche pacchetto di copertura esistente

Verifiche secondo DPR 59/09

Provincia	BARI
Comune	Bari
Gradi giorno	1185
Zona	C

Verifica invernale

Trasmittanza	0,283 W/m ² K
Trasmittanza limite	0,4 W/m ² K

Verifica superata

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 331,0 W/m² > 290 W/m²

Verifica inerziale richiesta

Massa superficiale esclusi intonaci 227,14 kg/m² < 230 kg/m²

Verifica trasmittanza periodica necessaria

Trasmittanza periodica	0,050 W/m ² K
Trasmittanza periodica limite	0,12 W/m ² K

Verifica superata

Struttura regolamentare secondo DPR 59/09

Figura 24_Verifiche termiche pacchetto di copertura da realizzare

