



Laureanda: Silvia Gialluca

TIPOLOGIA: METODOLOGIA PER LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEI BENI CULTURALI: IL CASO DI PALAZZO D'ACCURSIO A BOLOGNA

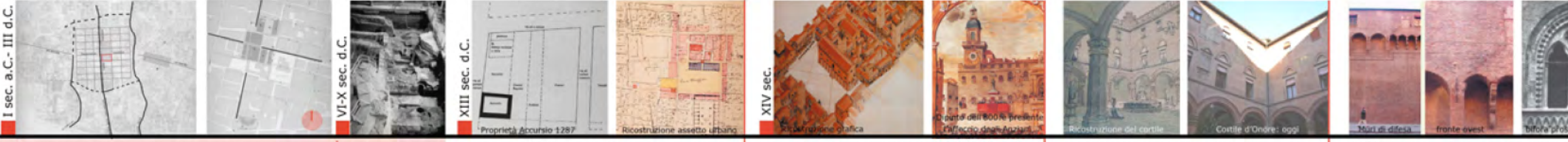
Relatore: prof. ssa Enrica Petrucci

Correlatori: prof.ssa Roberta Cocci Grifoni\_ prof. Enrico Esposito\_ prof.ssa Monica Rossi\_

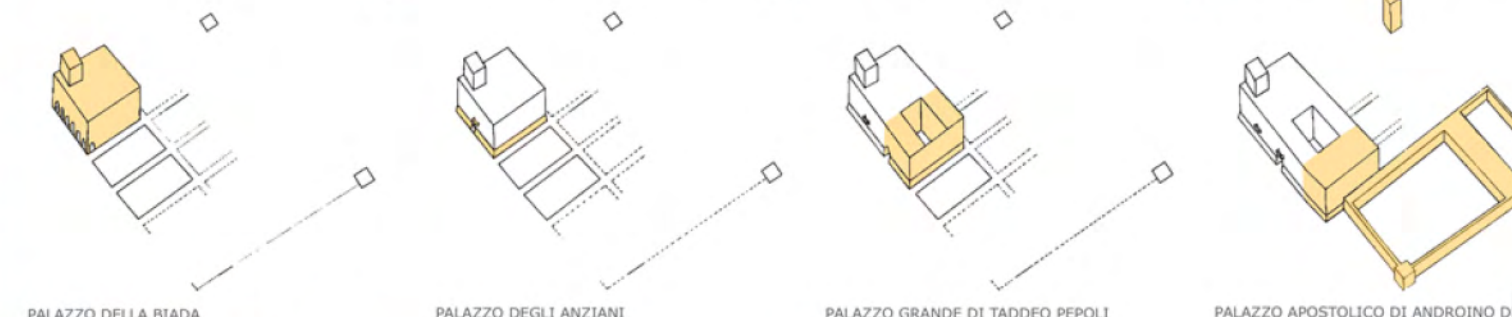
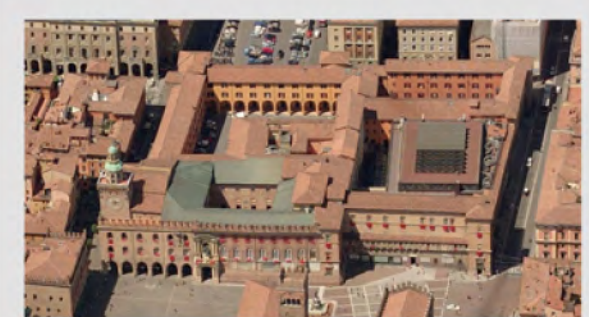
Lo studio si colloca nell'ambito di studio del progetto europeo "3encult: Compatible solutions for improving the Energy efficiency of historic buildings in urban areas"...

CONOSCENZA

EVOLUZIONE STORICA



Ricostruzione dell'impianto di derivazione romana (I sec. a.c.) dell'antica città di Bononia. All'incrocio del cardo maximus(N-S) con il decumanus maximus(E-O) doveva sorgere il Foro, area di rappresentanza e destinazione pubblica.



SCHEDA DEL MANUFATTO

Table with general information: Oggetto: Palazzo d'Accursio, Località: Piazza Maggiore, 6 - Bologna, Italia, Altitudine: 54 m s.l.m., Epoca di costruzione: XIII sec., Destinazione d'uso originaria: Deposito pubblico del grano...

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



DESCRIZIONE STORICO-ARCHITETTONICA

Caratteri storici: Nucleo originario di deposito del grano, successivamente protetto da un perimetro quadrato di mura e torri di difesa ad ogni angolo per soddisfare le necessità del governo stanziatosi e delle legazioni papali.

RILIEVO

Prospetto nord Cortile degli Svizzeri



sistema di riscaldamento consumi di tutto l'edificio 50% elettricità +15kwh

CONTESTO URBANO

Quartiere/città: sito nella più antica parte del centro storico di Bologna, tra Piazza Maggiore e l'antica Via Emilia, dove il fulcro originale dell'antica città era localizzato.

CONSUMI ENERGETICI

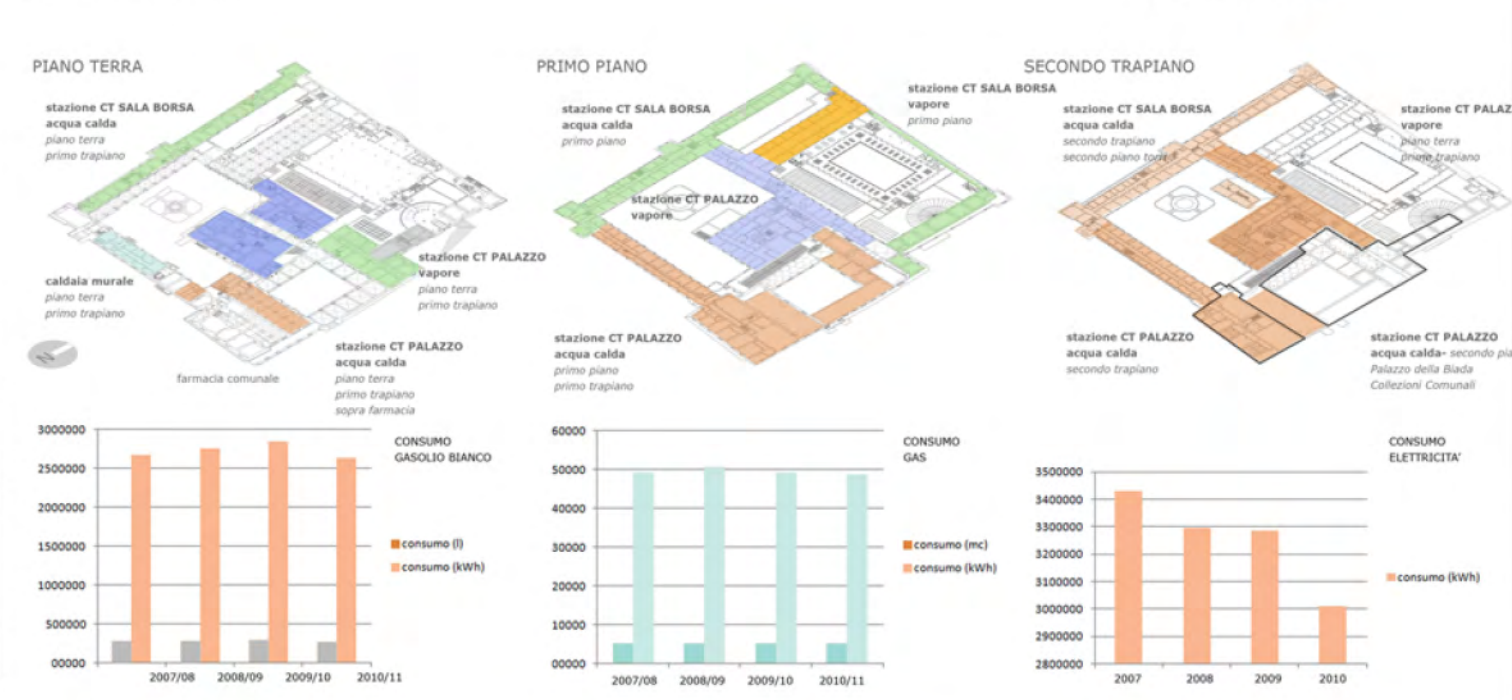
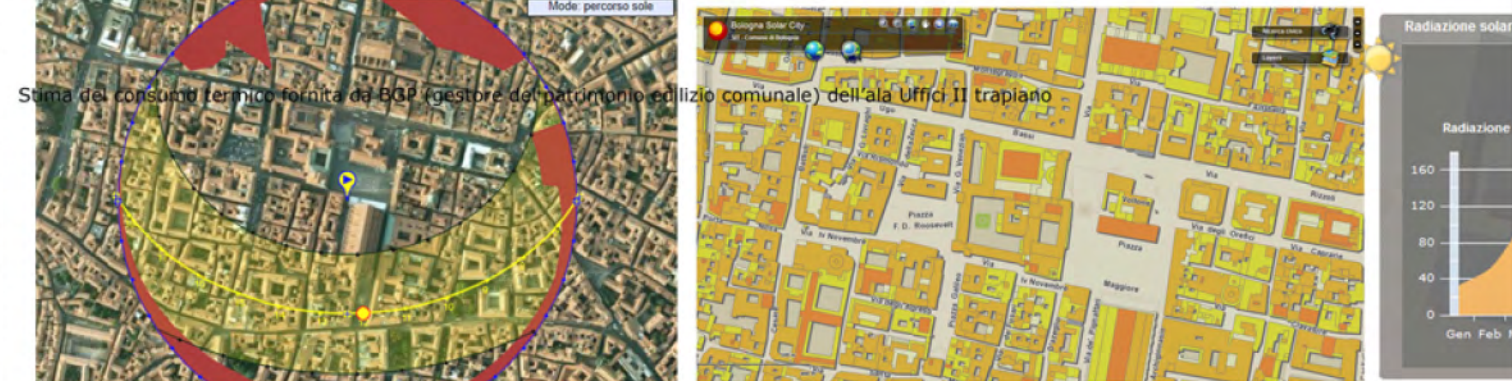


Table with functional area data: Uffici comunali, Altezza media netta (3,31 m), Area di superficie riscaldata (497,64 mq), Volume riscaldato (1752,4 mc), Apertura al pubblico (09:00-18:00), Ore di lavoro (Lun-Ven 06:00-18:00, Sab 07:00-16:00), Ore di aria condizionata (climatizzatori utilizzati a piacere).

CONTESTO CLIMATICO

Table with local climate data for Bologna: Dati climatici locali (Zona climatica: E, Area climatica: 3F, Gradi giorno: 2.259), Dati climatici invernali (Temperatura di progetto: -5° C), Dati climatici estivi (Temperatura: bulbo asciutto/umido: 33/22° C).

STUDIO DEI PARAMETRI CLIMATICI





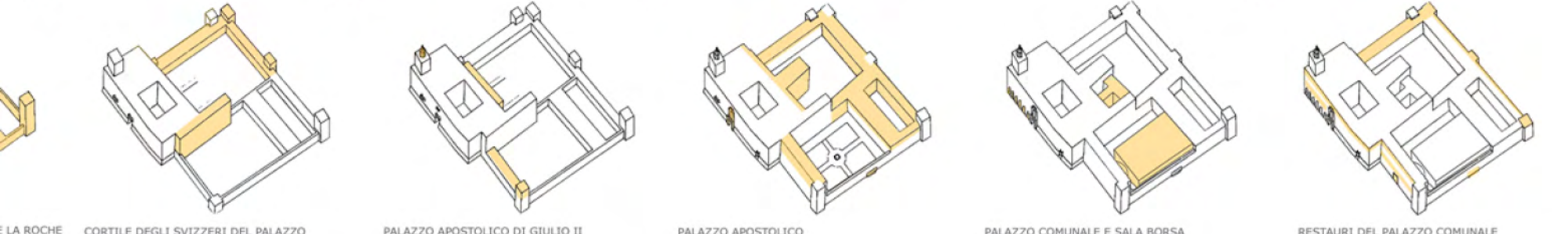
**1365** Dopo l'incendio del 1425 il Palazzo viene ricostruito e ampliato. Nel '31 Papa Eugenio IV sposta la Curia da Firenze a Bologna. Vengono costruite nuove fortificazioni e il nuovo cortile militare sul retro.

**1436** All'architetto D. Bramante viene affidata la costruzione dei due scaloni a cordona sul lato ovest e l'appartamento del papa. Bologna diviene quindi la seconda città dello Stato della Chiesa.

**1513** Papa Giulio III fa edificare le scuderie e nei '60 si innalzano l'ala a nord-est per gli appartamenti invernali del legato, l'ala a ovest per prigioni femminili, e così anche a sud. Il giardino dei Semplici ora è orto botanico.

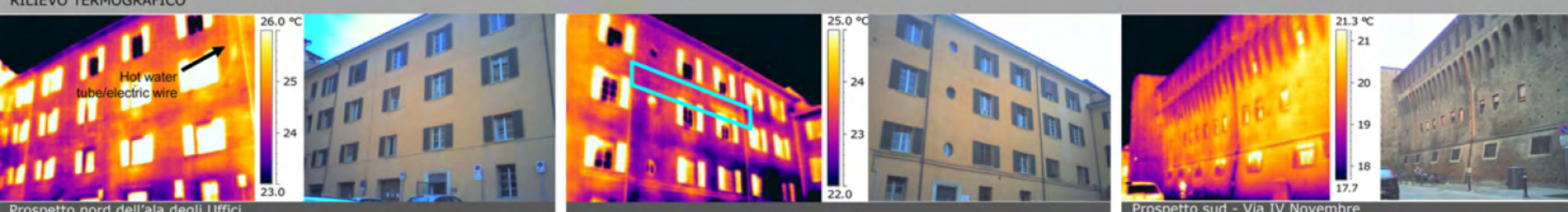
**1585** Dopo due secoli in cui il palazzo non subisce sostanziali modifiche se non inerenti alle facciate, ai cortili e alla ridefinizione di alcune destinazioni d'uso, nasce nel giardino un nuovo edificio adibito ad attività commerciali.

**1886** Nei primi anni del '900 vengono eliminate le botteghe a sud. Gli interventi più importanti sono: i restauri della facciata e quelli del 1935-36 di Zucchini, che daranno vita al museo delle Collezioni Comunali d'Arte, al secondo piano.



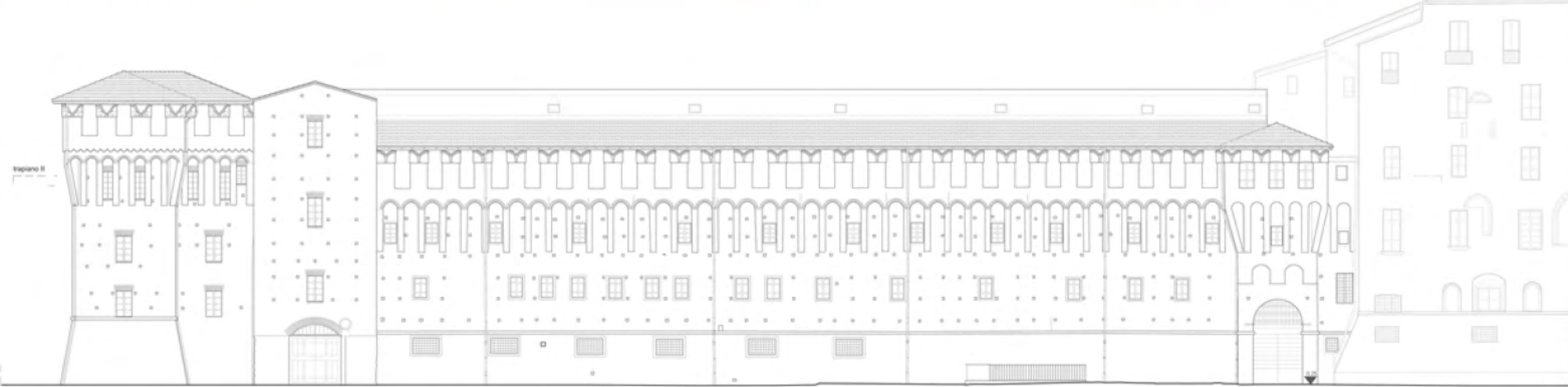
CORTILE DEGLI SVIZZERI DEL PALAZZO  
PALAZZO APOSTOLICO DI GIULIO II  
PALAZZO APOSTOLICO  
PALAZZO COMUNALE E SALA BORSA  
RESTAURI DEL PALAZZO COMUNALE

RILIEVO TERMOGRAFICO



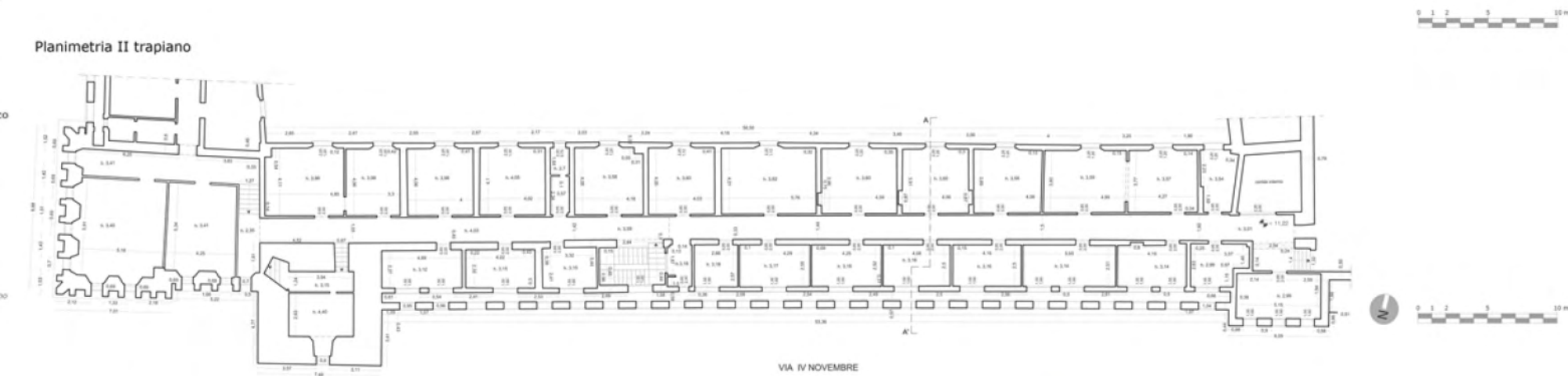
Prospetto nord dell'ala degli Uffici  
Prospetto sud - Via IV Novembre

Prospetto sud Via IV Novembre



Prospetto sud Via IV Novembre

Planimetria II trapiano

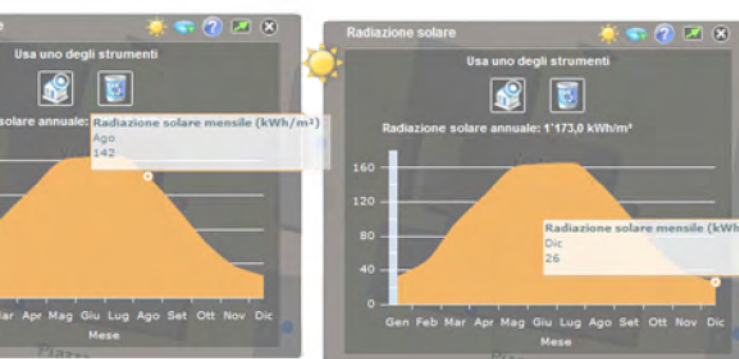


VIA IV NOVEMBRE

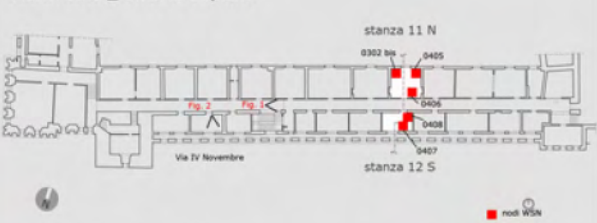
CONSUMO ENERGIA ELETTRICA: ???

19287,61kwh  
38,76 kwh/mq  
11,01 kwh/mc  
n. postazioni: 29

Dati del luogo



Planimetria \_ Uffici II trapiano



**TERMOGRAFIA INFRAROSSA con Flir ThermaCAM B400**

La termografia è una tecnica non invasiva che rileva la distribuzione superficiale delle temperature dei corpi. Nell'edilizia questa analisi permette di individuare, al di sotto degli strati visibili, le anomalie (distacchi, umidità, discontinuità) e le caratteristiche costruttive.

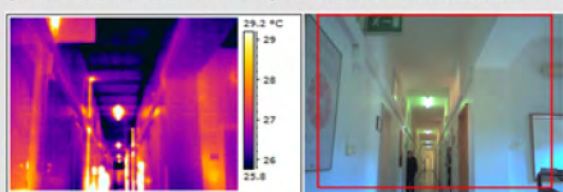


Fig n.1: CORRIDOIO, travature in latero-cemento perpendicolari alla facciata.

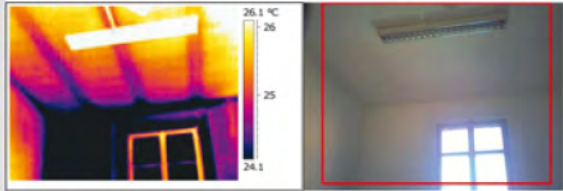


Fig n.2: STANZA, travature in latero-cemento perpendicolari alla facciata.

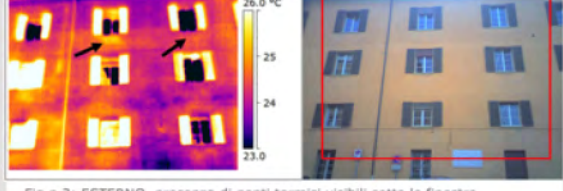


Fig n.3: ESTERNO, presenza di ponti termici visibili sotto le finestre.

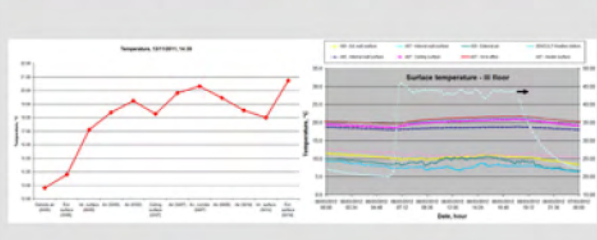
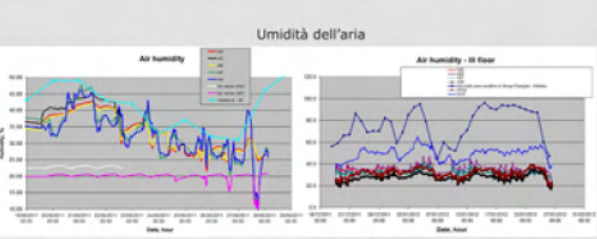
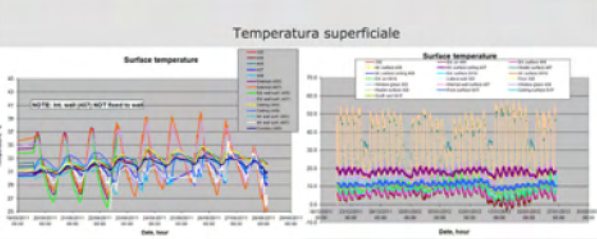
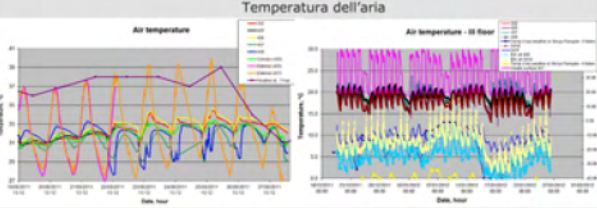
**WIRELESS SENSORS NETWORK (nodi I.Co)**

La rete di sensori wireless è lo strumento utilizzato per il rilevamento dei parametri termometrici ed ambientali. Il monitoraggio si è svolto nell'arco temporale di otto mesi (Agosto 2011-Marzo 2012).



Centralina meteo posizionata sul tetto del palazzo dal 22 Febbraio 2012. I precedenti dati climatici fanno riferimento alla stazione di Borgo Panigale (BO). A destra: posizione del nodo n.407 nella stanza 12S e sensori.

scenario estivo (AGOSTO 2011) scenario invernale (DIC-GENN '12)



Sezione A-A' e planimetria delle stanze 11N e 12S

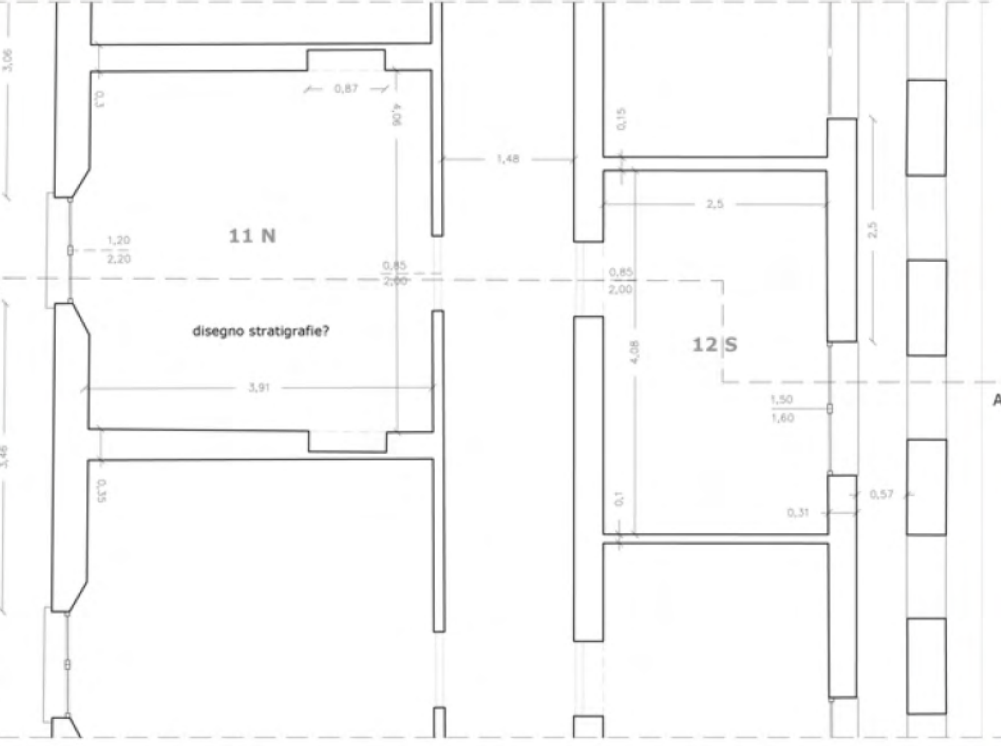


FOTO STANZE E UTENTI-ORARI DI APERTURA-RISCALDAMENTO- MC E MQ TOALI UFFICI

1 Sezione muro esterno Nord

PROPRIETA' TERMICHE	Intonaco Int.	Muratura	Intonaco Est.
Conducibilità [w/mK]	0,800	0,810	1,000
Resistenza [m²K/w]	0,025	0,432	0,020
Calore Specifico [J/kgK]	1000	840	1000
Densità [kg/m³]	1600	1800	1800
<b>Trasmittanza</b>	<b>[w/m²K] 1,484</b>		

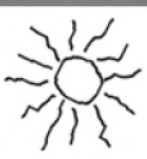
2 Sezione muro esterno Sud

PROPRIETA' TERMICHE	Intonaco interno	Muratura in mattoni
Conducibilità [w/mK]	0,800	0,810
Resistenza [m²K/w]	0,025	0,352
Calore Specifico [J/kgK]	1000	840
Densità [kg/m³]	1600	1800
<b>Trasmittanza</b>	<b>[w/m²K] 1,743</b>	

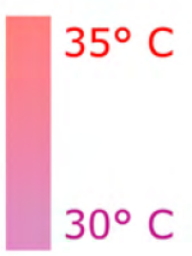
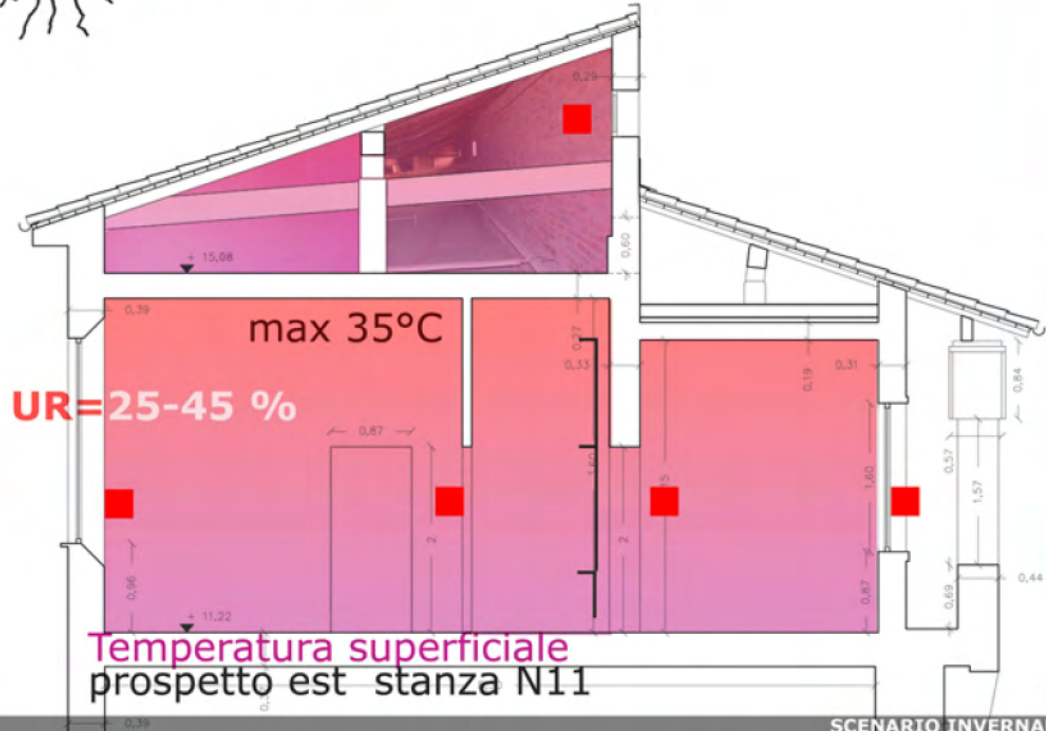
sezione e caratteristiche VETRI ? qualche foto??



SCENARIO ESTIVO CRITICO\_ agosto 2011

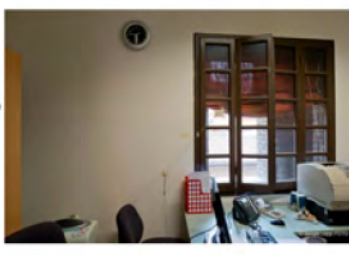
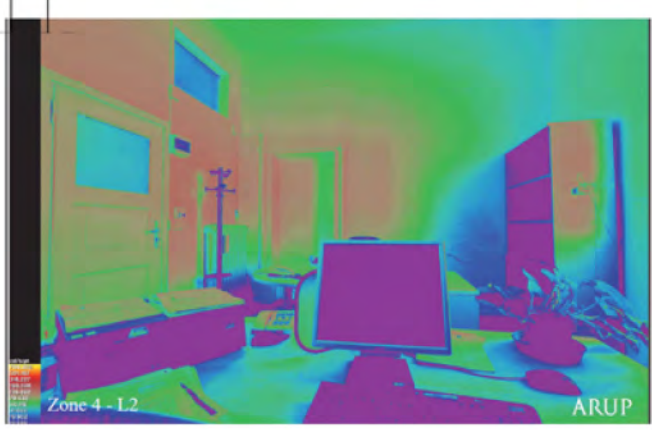


T= max 40 ° C  
UR= max ...



Temperatura superficiale  
prospetto est stanza N11

SCENARIO INVERNALE CRITICO\_ dicembre 2011



Zone 4 - I.2

ARUP

ARUP

2 Sezione muro esterno Nord

PROPRIETA' TERMICHE	Intonaco Int.	Muratura	Intonaco Est.
Conducibilità [w/mK]	0,800	0,810	1,000
Resistenza [m²K/w]	0,025	0,432	0,020
Calore Specifico [J/kgK]	1000	840	1000
Densità [kg/m³]	1600	1800	1800

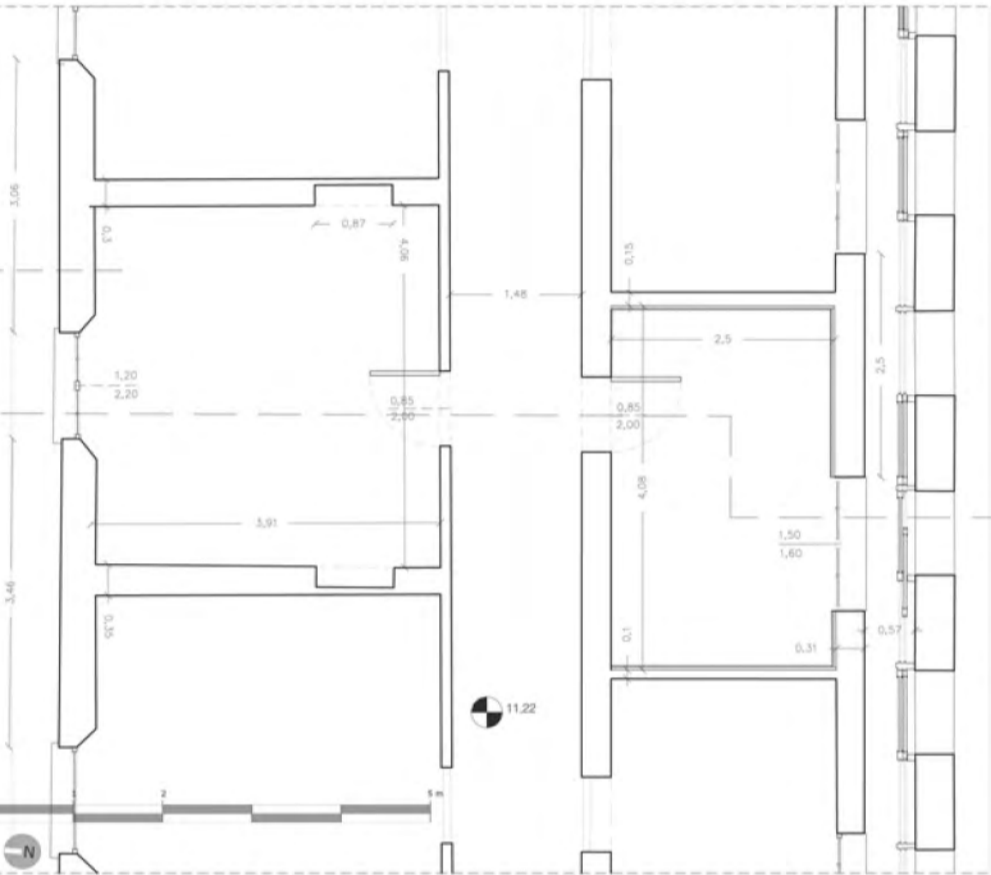
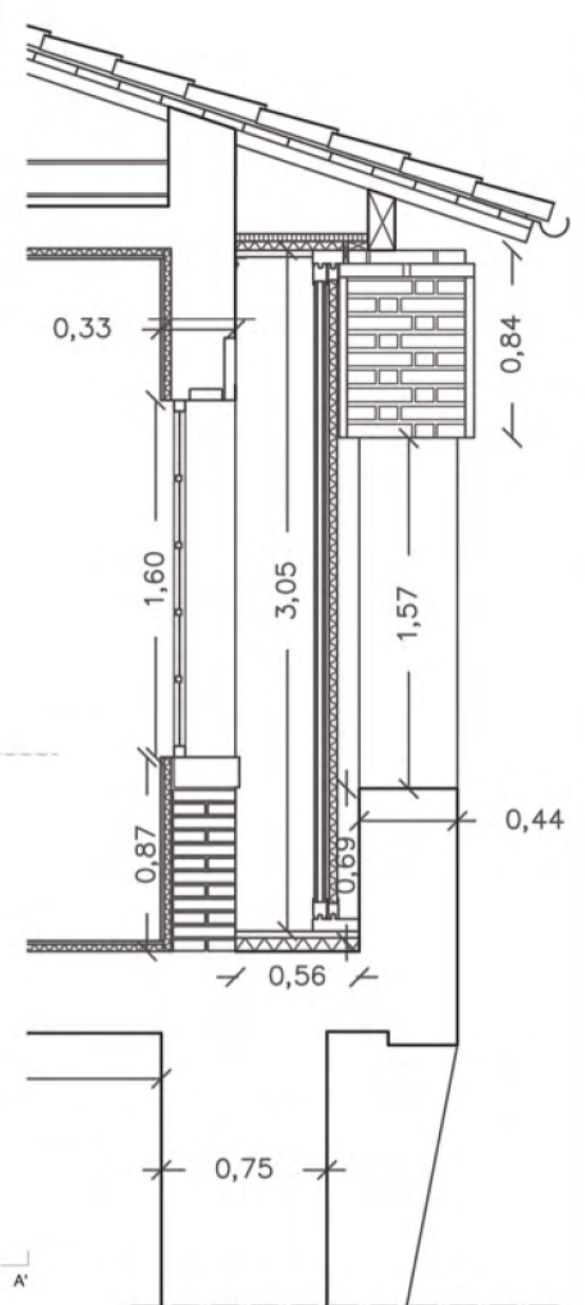
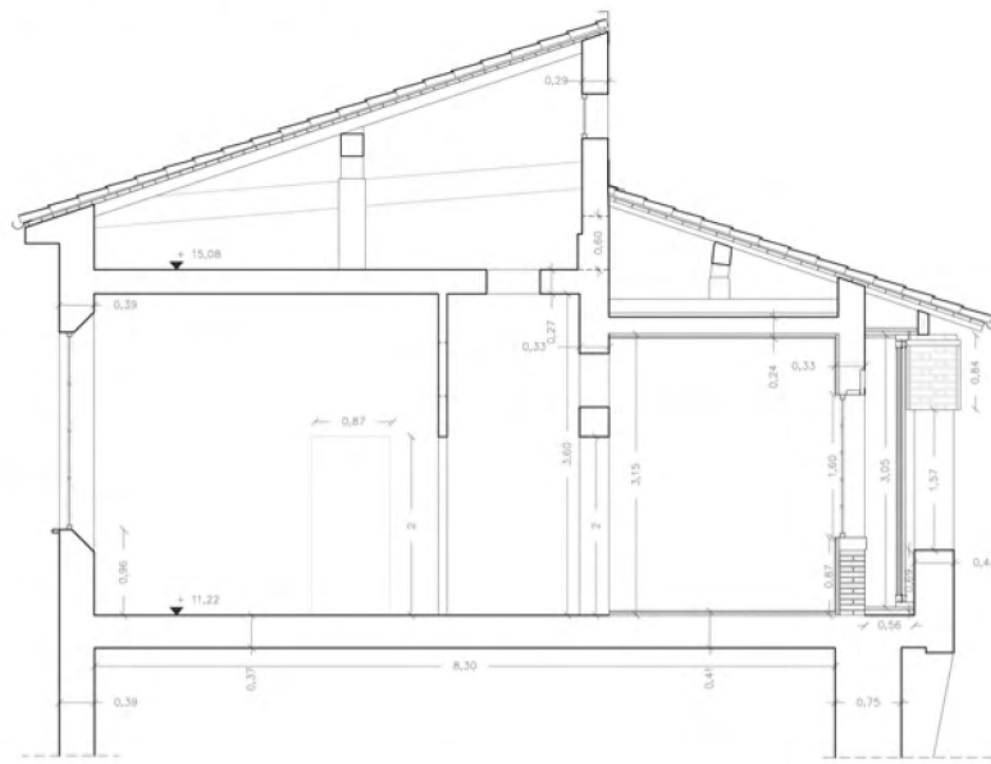
Trasmittanza [w/m²K] 1,484

Sezione muro esterno Sud

PROPRIETA' TERMICHE	Intonaco interno	Muratura in mattoni
Conducibilità [w/mK]	0,800	0,810
Resistenza [m²K/w]	0,025	0,352
Calore Specifico [J/kgK]	1000	840
Densità [kg/m³]	1600	1800

Trasmittanza [w/m²K] 1,743

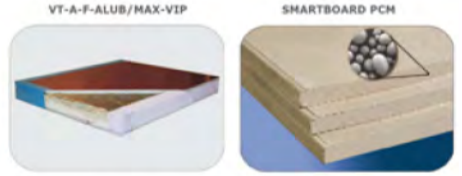
- PARETE ESTERNA**
- 1 - pannello in cartongesso contenente PCH "Smartboard" sp. 15 mm
  - 2 - pannello isolante sottovuoto con nucleo di polveri siliciche "Va-q-vip" sp. 31 mm
  - 3 - muratura in mattoni pieni esistente posa in opera alla "senese" sp. 284 mm
- PAVIMENTO ISOLATO SERRA**
- 1 - pannello in cartongesso contenente PCH "Smartboard" sp. 15 mm
  - 2 - CONTROSOFFITTO
  - 3 - pannello in cartongesso "Smartboard" sp. 30 mm?
  - 4 - pannello isolante sottovuoto "Va-q-vip" sp. ...
- INVOLUCRO TRASPARENTE SERRA:**
- 1 - infissi scorrevole "Metra" U=...
  - 2 - pannello isolante sottovuoto "Va-q-vip" sp. ... rivestito in Al o PVC colore legno, scorrevole



MATERIALI

I Vacuum Insulation Panel sono pannelli coibenti sottovuoto e quindi dotati di una conducibilità termica da 5 a 10 volte inferiore rispetto a quella dei materiali isolanti tradizionali utilizzati. Le caratteristiche che influenzano principalmente le prestazioni del prodotto sono: porosità del nucleo e resistenza del materiale d'involucro.

I Phase Changing Material sono materiali in grado di assorbire elevate quantità di energia termica e di restituirla all'esterno nel tempo, senza aumentare la propria temperatura. Grazie a questa proprietà è possibile raggiungere un'elevata inerzia termica e quindi buoni livelli di conservazione termica con un impiego minimo di massa.

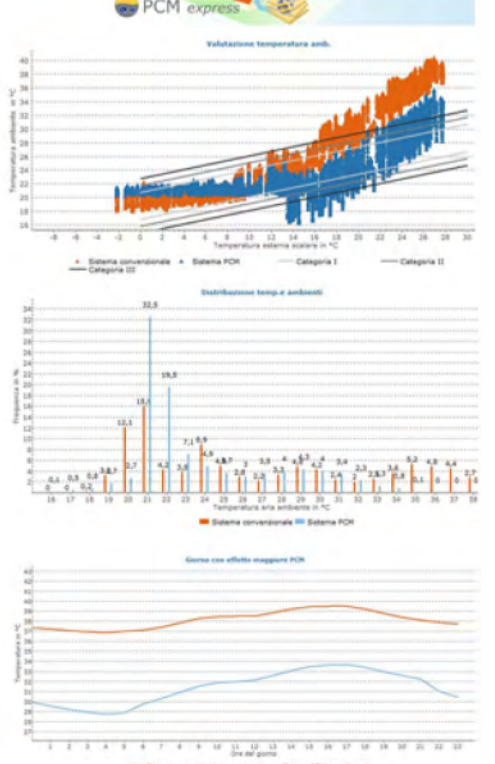


Infissi scorrevoli con doppio vetro basso-emissivo Metra

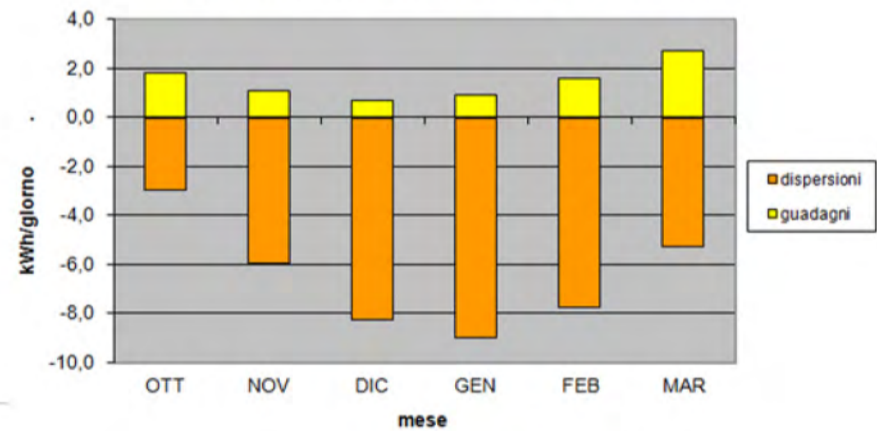
**SEZIONE LINEA ROMA**

- 1 - Telaio mobile: doppio vetro e guarnizione EPDM (possibilità di utilizzo di vetri antiriflesso e di diverso spessore)
- 2 - Finire resistenti agli agenti atmosferici
- 3 - Telaio fisso
- 4 - Fiancheggiamento
- 5 - Attore termiche
- 6 - Guarnizione di tenuta
- 7 - Binari di scorrimento in materiale autlubrificante e resistenti all'usura

Valutazione della temperatura ambientale con PCM



GUADAGNI E PERDITE IN ASSENZA DI SERRA



GUADAGNI E PERDITE ATTRAVERSO LA SERRA

