



PROGETTAZIONE DELLE COMPONENTI OPACHE IN EDIFICI AD ALTA EFFICIENZA ENERGETICA

ing. Sergio Tami – IFEC Consulenze SA – www.ifec.ch Milano, 12 novembre 2009



Ing. S. Tami - IFEC Consulenze SA



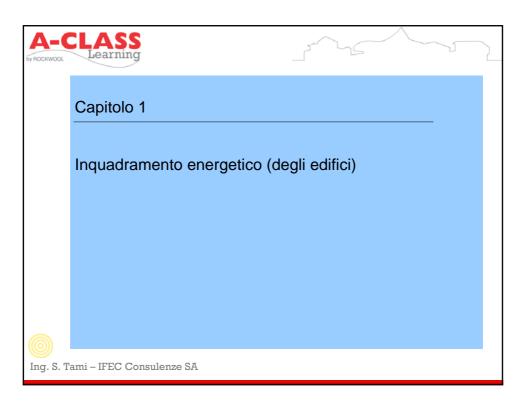


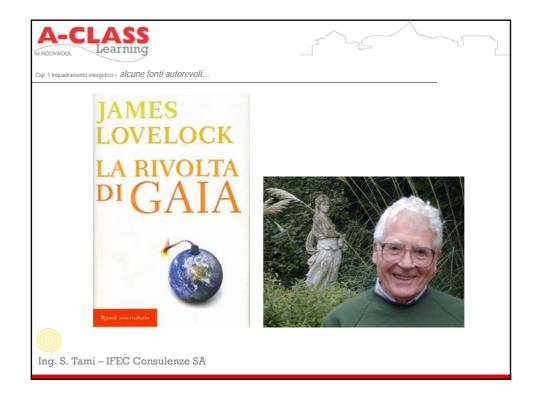
Indice:

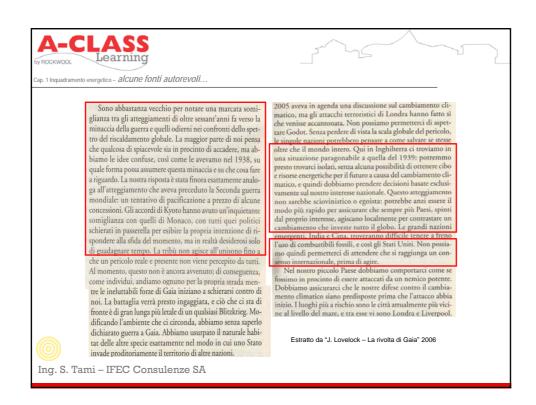
- Inquadramento energetico degli edifici
- Fabbisogni energetici da considerare
- Concetti fisici (comportamento invernale ed estivo)
- Richiamo alla progettazione integrata edificio/impianto
- Aspetti determinanti
- Incidenza dei ponti termici (es. pratico cura del nodo serramento*)

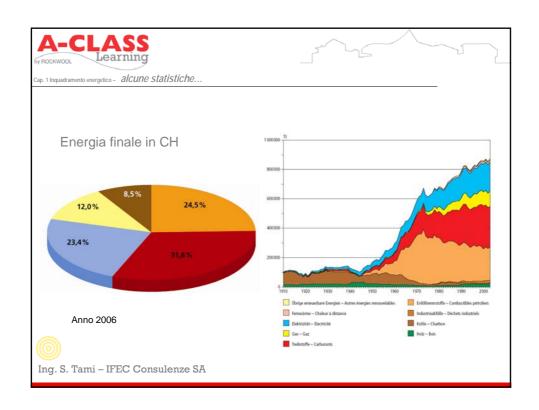


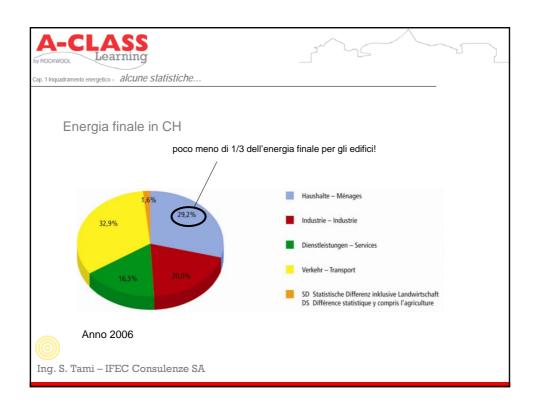
Ing. S. Tami - IFEC Consulenze SA

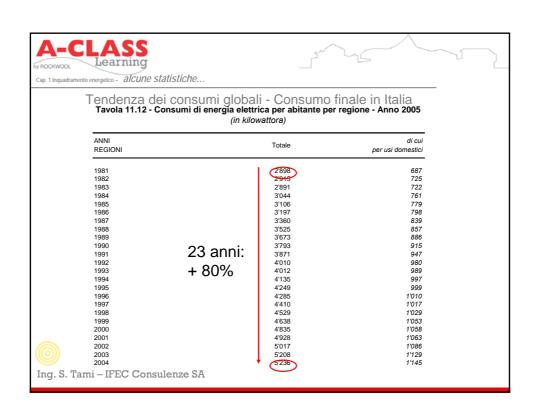


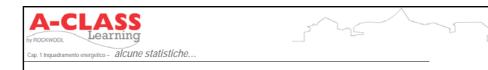












Tendenza dei consumi globali - Consumo finale in Italia

Tavola 11.11 - Prezzi medi nazionali annuali dei prodotti petroliferi - Anni 1995-2006 (a) (€ per litro; € per chilogrammo)

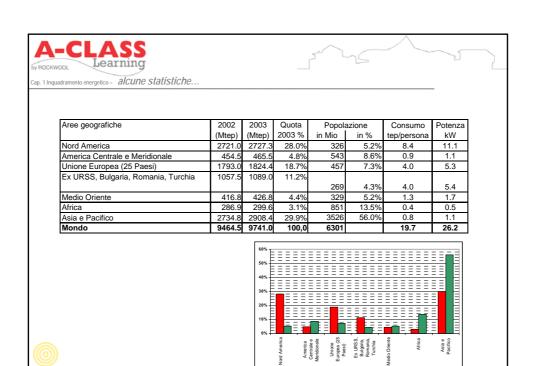
PRODOTTO	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006 (b)
Benzina senza piombo (€/I)	0.887	0.925	0.942	0.909	0.958	1.083	1.052	1.046	1.057	1.125	1,221	1,292
Gasolio auto (€/I)	0.695	0.737	0.744	0.711	0.760	0.892	0.868	0.856	0.877	0.940	1.110	1.169
Gpl auto (€/I)	0.457		0.282	0.449	0.476	0.542	0.541	0.519	0.541	0.539	0.570	0.651
Gasolio riscaldamento (€/I)	0.669	0.720	0.732	0.701	0.741	0.864	0.820	0.838	0.861	0.910	1.044	1.108
Olio combustubile fluido a basso tenore di zolfo 1%s (€/kg)		0.394	0.401	0.382	0.408	0.504	0.486	0.477	0.512	0.531	0.628	0.701
Olio combustibile a basso tenore di zolfo (€/kg)	0.141	0.148	0.143	0.123	0.148	0.231	0.201	0.210	0.232	0.232	0.305	0.353
Olio combustibile ad alto tenore di zolfo (€/kg)	0.147	0.153	0.151	0.135	0.169	0.238	0.223	0.234	0.045		-	-

Fonte: Ministero dello sviluppo economico, vari anni
(a) I prezzi annuali sono costruiti come media pesata con i consumi mensili.
(b) I dati dell'anno 2006 sono disponibili fino al mese di novembre.



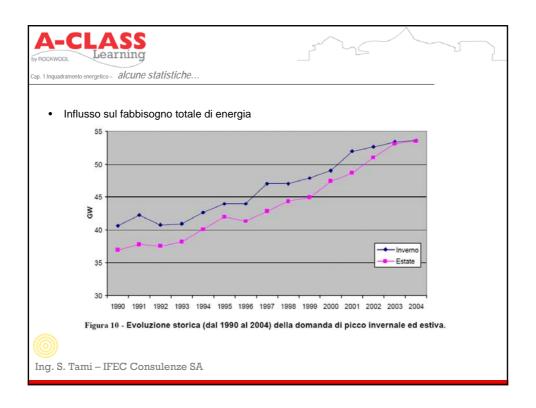
Ing. S. Tami - IFEC Consulenze SA

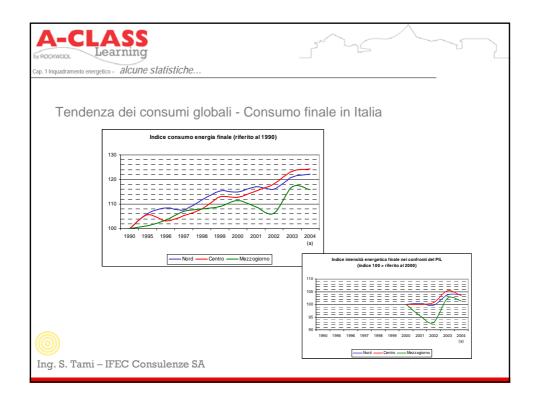
Ing. S. Tami – IFEC Consulenze SA

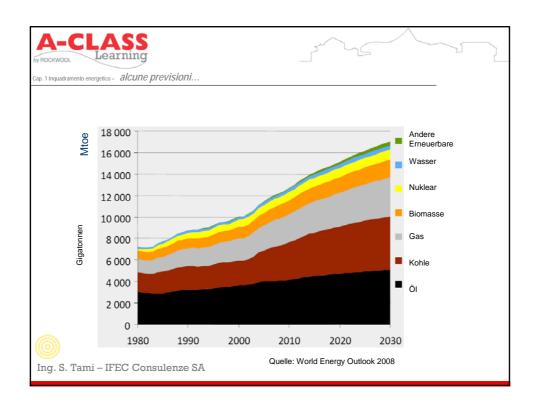


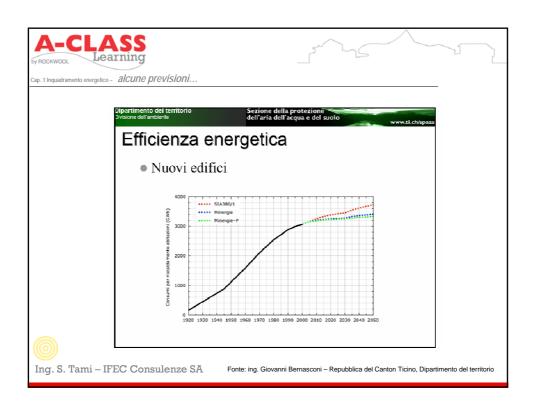
■% consumo ■% popolazione

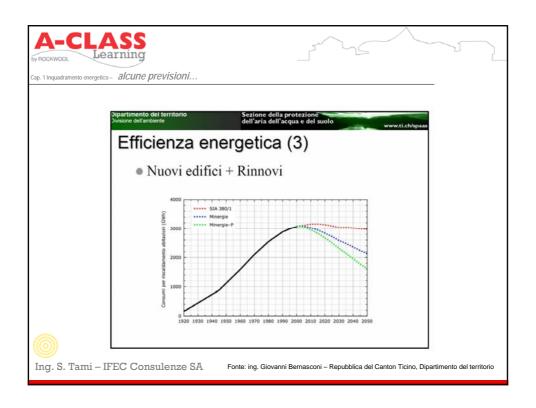
5

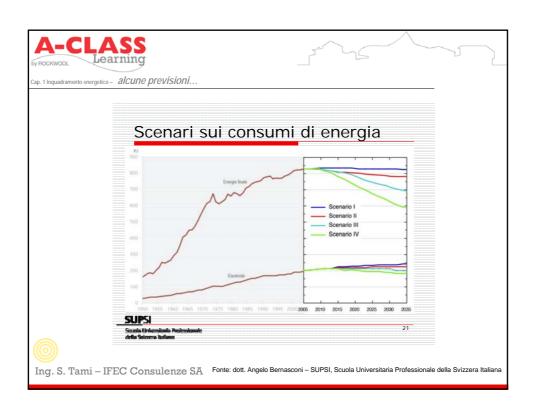


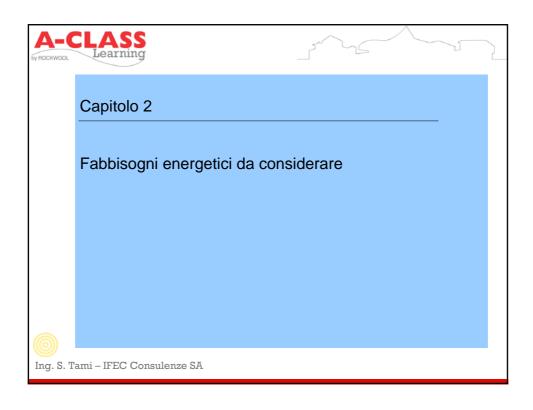


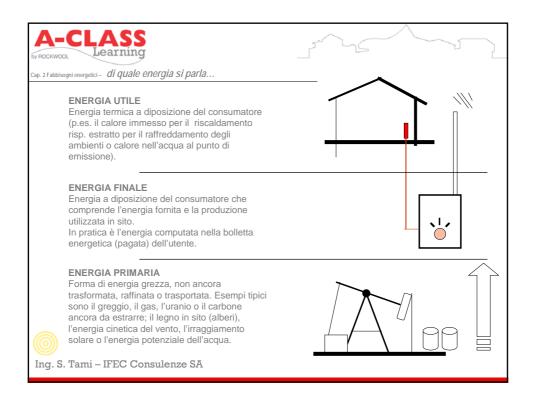


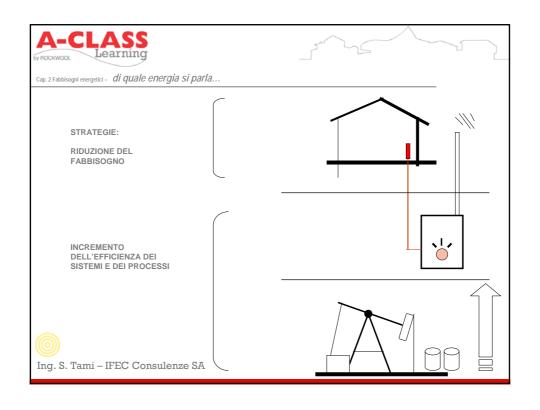


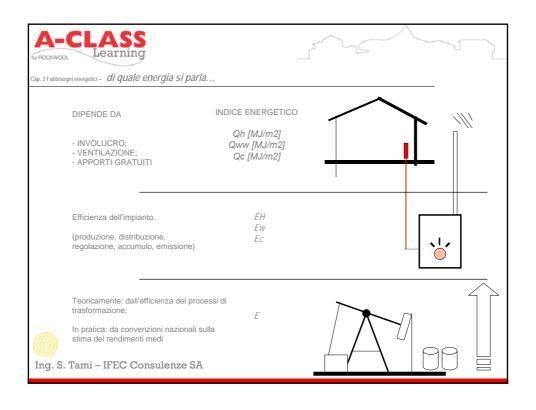


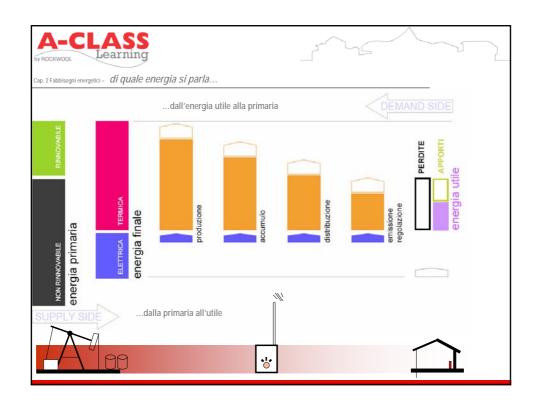




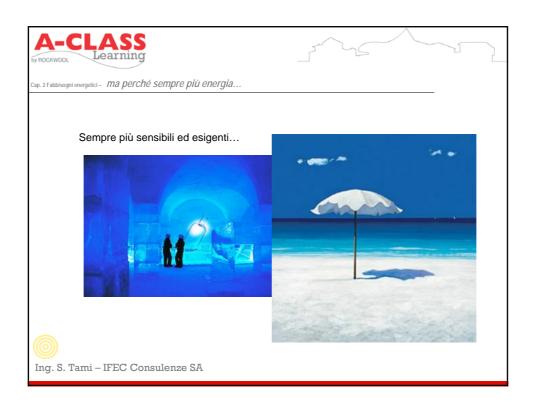


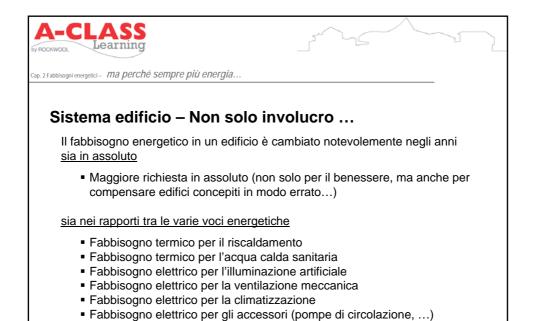




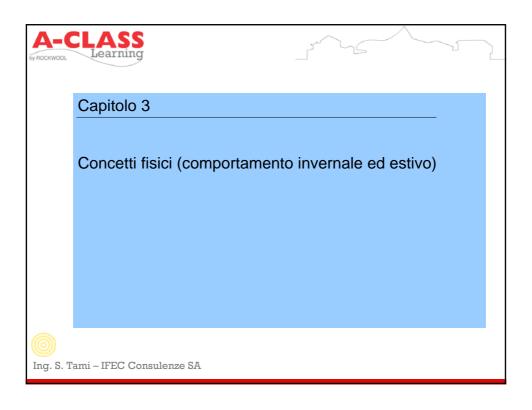


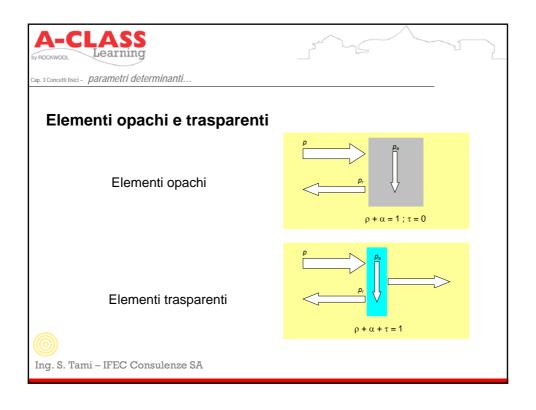






Ing. S. Tami – IFEC Consulenze SA









Cap. 3 Concetti fisici – parametri determinanti..

Isolamento termico invernale

Energia

Perdite di calore per trasmittanza U [W/(m²K)] Fattore di trasmittanza energetica solare g (spettro solare completo) [-] Costante di tempo T [h]

<u>Umidità</u>

Diffusione al vapore (barriera al vapore)

Ermeticità all'aria (nastri ermetici)

Temperature superficiali interne (isolamento termico / controllo ponti termici)



Ing. S. Tami - IFEC Consulenze SA



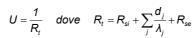
Cap. 3 Concetti fisici – parametri determinanti...

Isolamento termico invernale

Coefficiente di trasmittanza termica *U* (precedentemente *k*) W/(m².K) Flusso termico che attraversa, in regime stazionario, 1 $\rm m^2$ di elemento di costruzione quando la differenza di temperatura dell'aria nei due medi attigui è uguale a 1 $\rm K$.

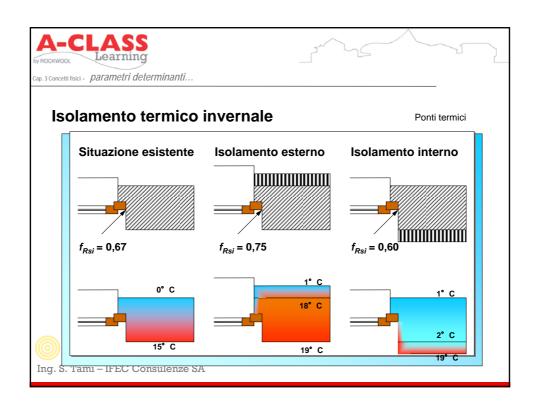
$$U = \frac{q}{\theta_i - \theta_e}$$

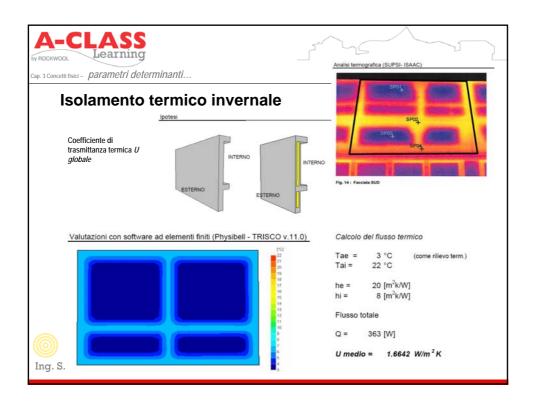
Il coefficiente di trasmissione termica di una parete è l'inverso della resistenza totale. Per una parete formata da diversi strati, paralleli, omogenei e piani vale:

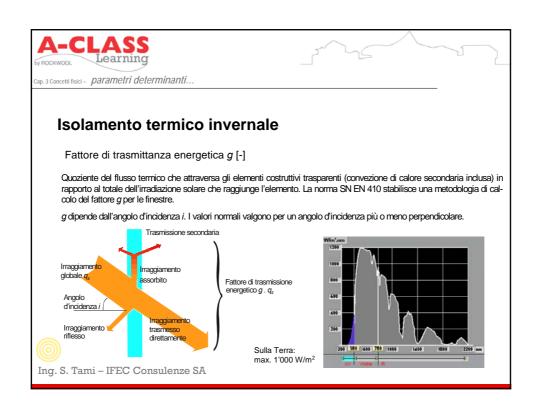


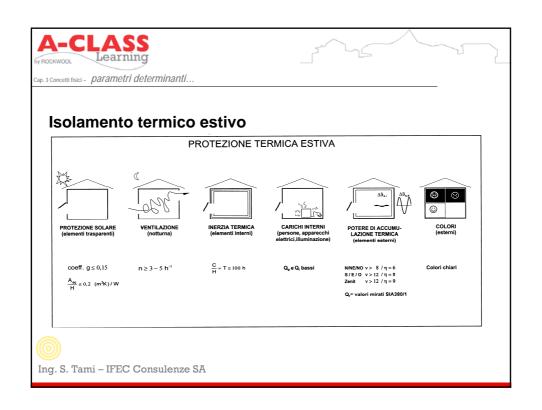


Ing. S. Tami - IFEC Consulenze SA











Cap. 3 Concetti fisici – parametri determinanti...

Isolamento termico invernale + estivo

Costante di tempo \mathcal{T} s o h

Tempo caratteristico di risposta termica di un locale dopo un cambiamento repentino della potenza di riscaldamento. Essa equivale al rapporto tra la capacità termica e il coefficiente delle perdite termiche:

$$T = \frac{C}{H}$$

Capacità termica C J/(m³ K) oder kWh/(m³ K) Ouantità di calore che può assorbire e successivamente cedere un elemento costruttivo o la struttura dell'edificio sottoposti a delle variazioni di temperatura o di flusso di calore.

Coefficiente delle perdite termiche ${\cal H}$ W/K o kW/K

Rapporto tra le perdite di calore dallo spazio riscaldato verso l'esterno, diviso per la differenza di temperatura tra l'interno e l'esterno. Le perdite di calore comprendono le perdite per ventilazione e per trasmissione attraverso l'involucro verso l'aria esterna, verso gli spazi non riscaldati e verso il terreno.



Ing. S. Tami – IFEC Consulenze SA



Cap. 3 Concetti fisici – parametri determinanti...

Isolamento termico invernale + estivo

$$H = HT + HV$$
 in

$$T=\frac{C}{H}$$

$$H_T = U.A$$

$$H_{V} = \rho_{a} \cdot c_{a} \cdot \dot{V}$$

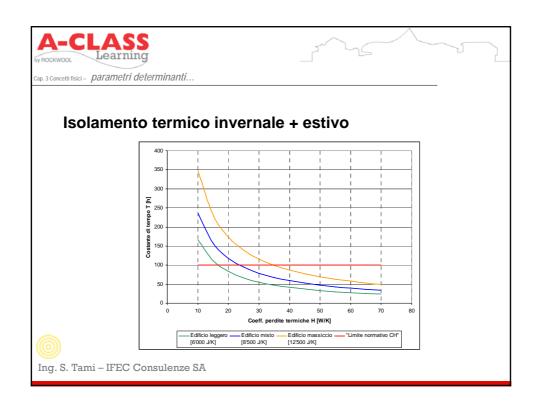
Obiettivo: T > 100 h

$$C = A \cdot \Sigma j \ \rho j \cdot dj \cdot cj$$

in J/K



Ing. S. Tami – IFEC Consulenze SA







Capitolo 4

Richiamo alla progettazione integrata edificio/impianto



Ing. S. Tami - IFEC Consulenze SA



Cap. 4 Progettazione integrata – *importanza dell'involucro...*

Forma dell'edificio

Minimizzare il rapporto di forma A/SRE

Rapporto A/SRE ridotto



Focus-Haus Uster – arch. Liechti-Graf-Zumsteg - Standard Minergie

Ing. S. Tami – IFEC Consulenze SA

Rapporto A/SRE elevato



Habitat Montreal – arch. Moshie 1967



Cap. 4 Progettazione integrata – importanza dell'involucro...

Architettura attuale







Ing. S. Tami - IFEC Consulenze SA



La "Bolla" - Torino – arch. Renzo Piano

KKL - Luzern - arch. Jean Nouvel



Cap. 4 Progettazione integrata – importanza dell'involucro...

Inerzia termica

Garantire una buona massa

Elevata inerzia termica



Chiesa romanica di Negrentino

Ridotta inerzia termica



Baracca di cantiere



Ing. S. Tami – IFEC Consulenze SA



Cap. 4 Progettazione integrata – importanza dell'involucro...

Illuminazione naturale

Elevata illuminazione naturale



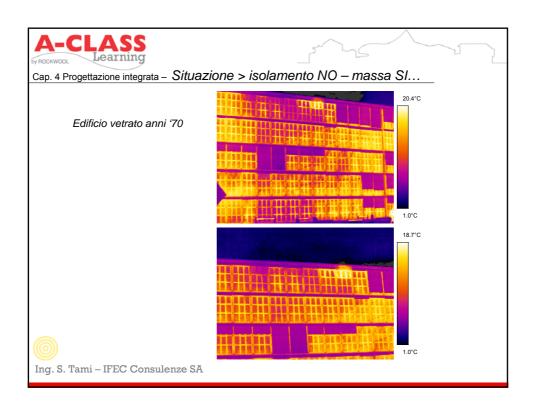
Glass house arch. Philipp Johnson - 1949
Ing. S. Tami – IFEC Consulenze SA

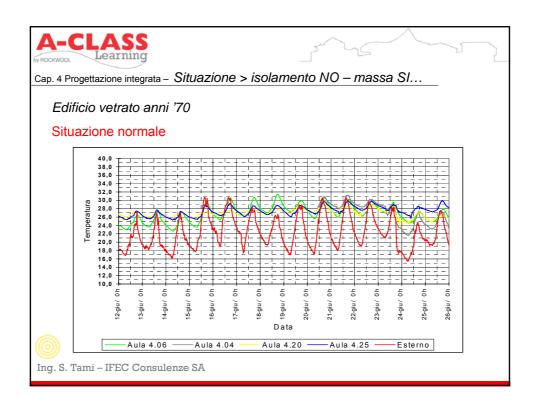
Limitata illuminazione naturale

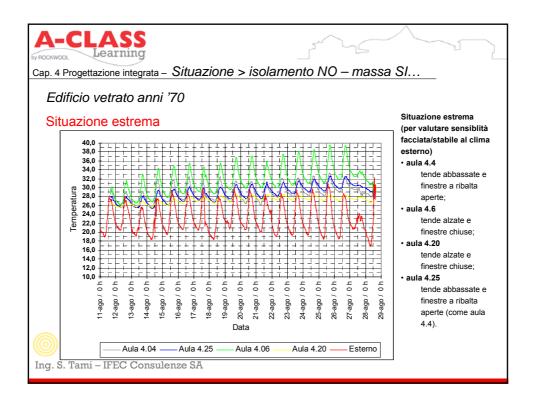


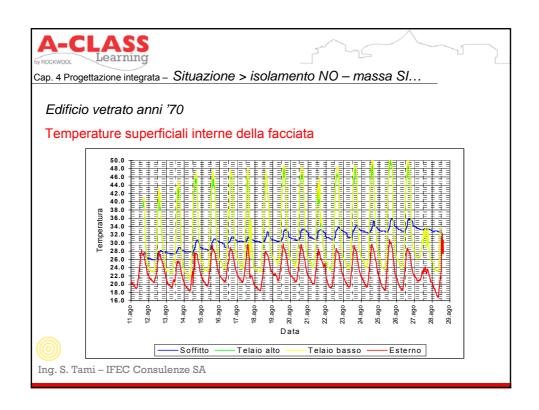
Guest house arch. Philipp Johnson - 1953



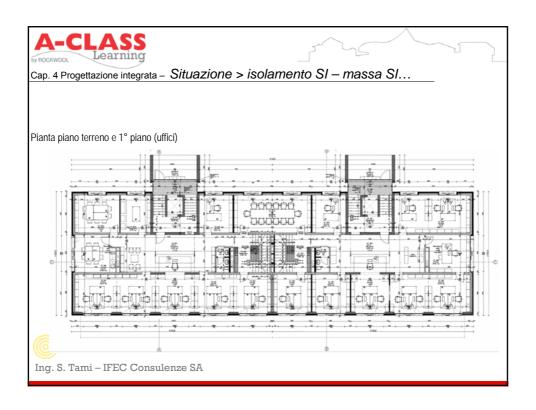


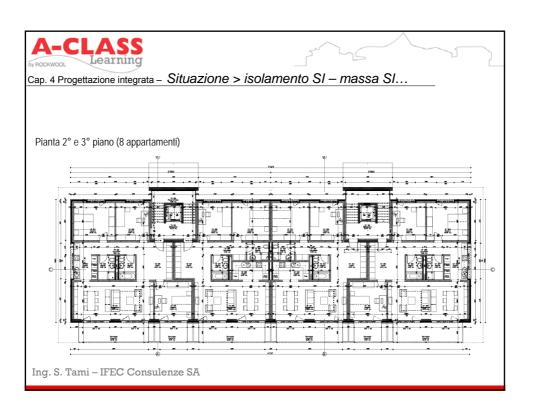














Cap. 4 Progettazione integrata – Situazione > isolamento SI – massa SI...

Caratteristiche fisiche richieste all'isolamento termico e all'elemento costruttivo per rispettare le esigenze richieste dallo standard Minergie

Elementi costruttivi opachi	Isolamento	Coeff di	
	Conducibilità termica	Spessore	trasmissione termica
	A	d	U
	[WimK]	[cm]	[W/m²K]
Pa1 – Pavimento verso terreno	0,036	4	88,0
Pa2 – Pavimento verso locali non riscaldati	0,036	4	0,66
Pa3 – Pavimento tra 2 zone termiche	0,036	4	0,66
Mu1 – Parete verso terreno	0,036	6	0,52
Mu2 – Parele verso l'esterno, muratura doppia	0,036	12	0,26
Mu3 – Parele verso l'esterno, rivestimento a cappotto	0,036	14	0,24
Mu4 – Parele verso l'esterno, corpo scale	0,036	10	0,29
MuS – Parete verso locali non riscaldati	0,040	7,5	0,45
Mu5 – Parete tra 2 zone termiche	0,036	3	0,60
Te1 – Tello pisno	0,036	18	0,20
PO1 - Porte			≤2,20



Ing. S. Tami - IFEC Consulenze SA

A-CLASS
Learning

3

Cap. 4 Progettazione integrata – Situazione > isolamento SI – massa SI...

Caratteristiche fisiche richieste all'isolamento termico e all'elemento costruttivo per rispettare le esigenze richieste dallo standard Minergie

Ek	meeli coolulliel taeslacid	Coeff. di trasmissione energetica globale	Coeff. di trasmissione luminosa	Coeff. di trasmissione termica
		g	T_L	U
		H	[%]	[Wim²K]
Ve	to finestre	≤0,55	≥ 65%	≤ 1,10
Te	Sisio finestre			≤ 1,80

Porti lernici		Coeff. av	Estensione	Rif. indicativo catalogo UFE	
		[W/mK]	[ml]		
PT1	Raccordo balconi	0,50	126,3	1.1-A1	
PT2	Raccordo pareli locali riscaldati – platea	0,10	8,8	2.2-U2	
PT3	Raccordo parele – serramenti	0,10	850,2	5.1-A3	
PT4	Raccordo pareli locali riscaldati – locali non riscaldati	0,20	49,6	2.2-U1	
PT5	Raccordo pensilina sopra balconi	0,28	41,3	1.2-A1	
PT6	Raccordo tetto vano scale	0,38	22,3	1.3-12	

• Pro

Ing. S. Tami – IFEC Consulenze SA

Le schermature solari devono assiculare un coeri. g ≤ 0,15
 Le vetrate poste a nord non necessitano di nessuna schermatura

