

**Ing. Agostino Presutti**  
IDS Ingegneria delle Soluzioni

***DURABILITA' DEGLI EDIFICI A STRUTTURA  
PORTANTE IN LEGNO***

Roma – 26 giugno 2014

# DURABILITA'

---

- ▶ LA DURABILITA' DEGLI EDIFICI A STRUTTURA PORTANTE IN LEGNO

**L'uso del Legno strutturale rappresenta un limite in termini di durabilità della struttura?**



- ▶ Nel progetto strutturale il progettista si confronta con la determinazione della vita nominale dell'edificio
  - ▶ La vita nominale dipende dalla tipologia dell'edificio

La vita nominale dell'edificio esprime il numero di anni per i quali la struttura potrà essere usata in maniera ordinaria (in normali condizioni di manutenzione).

TIPI DI COSTRUZIONE		VITA NOMINALE VN (in anni)
1	Opere provvisorie –Opere provvisionali – Strutture in fase costrutt.	<10 ANNI
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali di importanza normale	> 50 ANNI
3	Grandi Opere, ponti e infrastrutture di grande importanza o strategiche	>100 ANNI



## ***ESEMPIO DI DURATA EDIFICIO IN LEGNO***



Casa SANTINI – EDIFICIO A STRUTTURA IN LEGNO DI ABETE MASSICCIO

**Fiumicino (Roma) Anno di Costruzione 1967**  
**Foto risalente ai primi anni 80**



## DEMOLIZIONE PER RICOSTRUZIONE CON AMPLIAMENTO 2011



**Connettori:** CHIODI 50 mm  $\phi$  5 e chiodi 80 mm  $\phi$  5  
Partizioni interne a telaio ligneo

## PARTICOLARE DELLE CAPRIATE



*DOPO 47 ANNI DALLA COSTRUZIONE LE CAPRIATE NON HANNO  
MOSTRATO SEGNI DI DEGRADO STRUTTURALE.  
LE CONNESSIONI NON HANNO MOSTRATO USURE O DETERIORAMENTO*

# IL DEGRADO DEL LEGNO NON E' DIPENDENTE DAL TEMPO IN SENSO ASSOLUTO MA DA AGENTI ESTERNI

*L'Acqua in tutte le sue possibili declinazioni, liquida gassosa, solida, umidità di risalita, di condensa, ecc. è la causa prima, se si esclude il fuoco, del degrado del legno.*

*Il legno infatti come spesso ripeto, è stato progettato dal Padre Eterno per tornare in fretta alla terra che l'ha generato.*

*E guai se non fosse così: oggi saremmo sommersi dagli alberi e dalla vegetazione mai distrutta e sempre riprodotta. (Franco Laner-2011)*



# QUALI SONO I NEMICI DEL LEGNO?

## I NEMICI TRADIZIONALI

- CAUSE DERIVANTI DA ATTACCHI BIOTICI
- CAUSE DERIVANTI DA ATTACCHI ABIOTICI

## I NUOVI NEMICI

- Gli errori di progettazione, intesi non solo come errori strutturali ma anche errori di progettazione dei dettagli e degli elementi di architettura tecnica
- La superficialità nell'esecuzione, quest'ultima forse la causa maggiore del degrado del legno a causa del proliferare di ditte e montatori recentemente prestati al settore delle costruzioni in legno e quindi privi di esperienze specifiche
- La mancata conoscenza del comportamento del materiale da parte di progettisti e montatori



- **FUNGHI CROMOGENI**

- Responsabili di un cambio cromatico del legno con effetti ridotti sulle capacità meccaniche del materiale

- **FUNGHI DELMARCIMENTO** – Producono effetti di deterioramento delle fibre e perdita di resistenza meccanica

- Carie bruna del legno
  - Carie bianca del legno
  - Carie soffice del legno

Condizioni di sviluppo

Concomitanza di temperatura e umidità

Temperatura T  $18^{\circ} < T < 30^{\circ}$

Umidità del legno  $U > 20\%$



Carie Bianca del legno



## ATTENZIONE!

Un ambiente con temperatura intorno ai 20° ed umidità dell'aria del 60% stabilizza il legno su umidità inferiori al 15% e quindi in condizioni **inadatti allo sviluppo degli attacchi fungini.**

Un ambiente più secco del precedente può stabilizzare il legno su umidità inferiori al 12%.

L'essiccazione del legno con umidità relativa inferiore o uguale al 18% determina la cessazione degli attacchi

TRA GLI ATTACCHI BIOTICI RIENTRANO ANCHE QUELLI DEGLI INSETTI XILOFAGI O LIGNICOLI LA CUI POTENZIALITA' DI ATTACCO SUL LEGNO LAMELLARE E' PIUTTOSTO REMOTA PER VIA DELLA PRESENZA DEI COLLANTI DI GIUNZIONE DELLE LAMELLE



## TABELLA RIASSUNTIVA ATTACCHI BIOTICI

Attacchi biotici	Funghi	Cromogeni	Funghi dell'azzurramento
		Del marcimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carie Bruna</li> <li>• Carie Bianca</li> <li>• Carie soffice</li> </ul>
	<b><i>Insetti</i></b>	Coleotteri <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hylotrupesbajulus</li> <li>• Anobiumpunctatum (Tarlo dei mobili)</li> <li>• Xestobiumrufovillosum</li> <li>• Lyctusbrunneus (Lyctus)</li> </ul>	
		Termiti	



## AGENTI DI DEGRADO ABIOTICI

Il degrado del legno per agenti abiotici è legato sostanzialmente a tre fenomeni:

- **cicli di umidificazione ed essiccamento** dove l'agente è per l'appunto l'acqua
- **esposizione ai raggi solari UV** dove l'agente è la luce solare
- **agenti chimici** legati ad atmosfere cariche di alcali dove l'agente è l'atmosfera e l'umidità in essa contenuta.



**PER ASSICURARE LA DURABILITA' DEL LEGNO I  
FATTORI DA CONTROLLARE SONO:**

1. CONDIZIONI DI TEMPERATURA E UMIDITA' DEL LEGNO
2. AGENTI ESTERNI :ACQUA – LUCE SOLARE – AGENTI  
CHIMICI

LA SOLUZIONE E' SOLO IN PARTE DIPENDENTE DALLA  
TECNOLOGIA

**GRAN PARTE DELLA DURABILITA' DEL LEGNO  
RISIEDE NELLA PROGETTAZIONE E  
NELL'ARCHITETTURA DELL'EDIFICIO E NEL  
CONTROLLO DEI PARTICOLARI COSTRUTTIVI**



## LA PROTEZIONE DEL LEGNO



- *Protezione attiva del legno.* Ottenuta per mezzo di **impregnanti** e fungicidi capaci di proteggere il legno in maniera attiva e distruggere le eventuali spore di funghi e batteri presenti.
- *Protezione passiva del legno.* Ottenuta mediante un complesso sistema di **accorgimenti tecnici** e soluzioni architettoniche tese ad impedire all'acqua in qualunque forma di entrare direttamente in contatto con il legno



# LA PROTEZIONE PASSIVA RIENTRA NELLA SFERA DEL PROGETTISTA

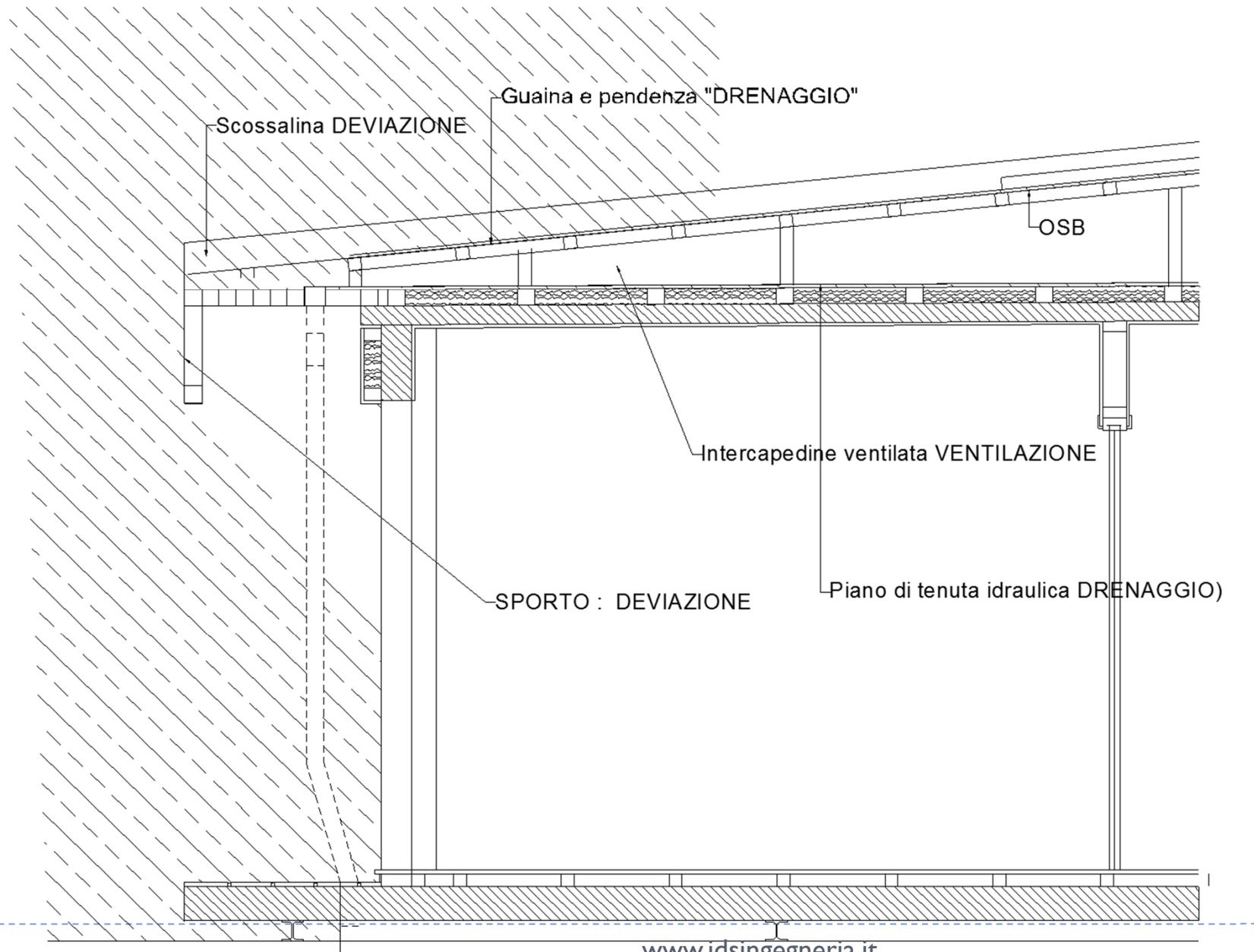
## •AGENTE DA COTRASTARE : ACQUA

- Acqua Meteorica diretta o indiretta che entra a contatto con il legno
- Acqua di condensazione all'interno dei pacchetti di tamponamento

1. Drenaggio dell'acqua meteorica
2. Ventilazione delle parti esposte
  - Pareti ventilate
3. Deviazione dell'acqua meteorica
  - Sporti e cornicioni non troppo timidi
  - Architettura dell'edificio
  - Uso di scossaline e lamiere protettive



# REGOLE DI PROTEZIONE DELLE STRUTTURE



## EVITARE IL CONTATTO DIRETTO ACQUA-STRUTTURA



## STRUTTURA IN LEGNO DEL CORNICIONE



# STRUTTURA IN LEGNO DEL CORNICIONE

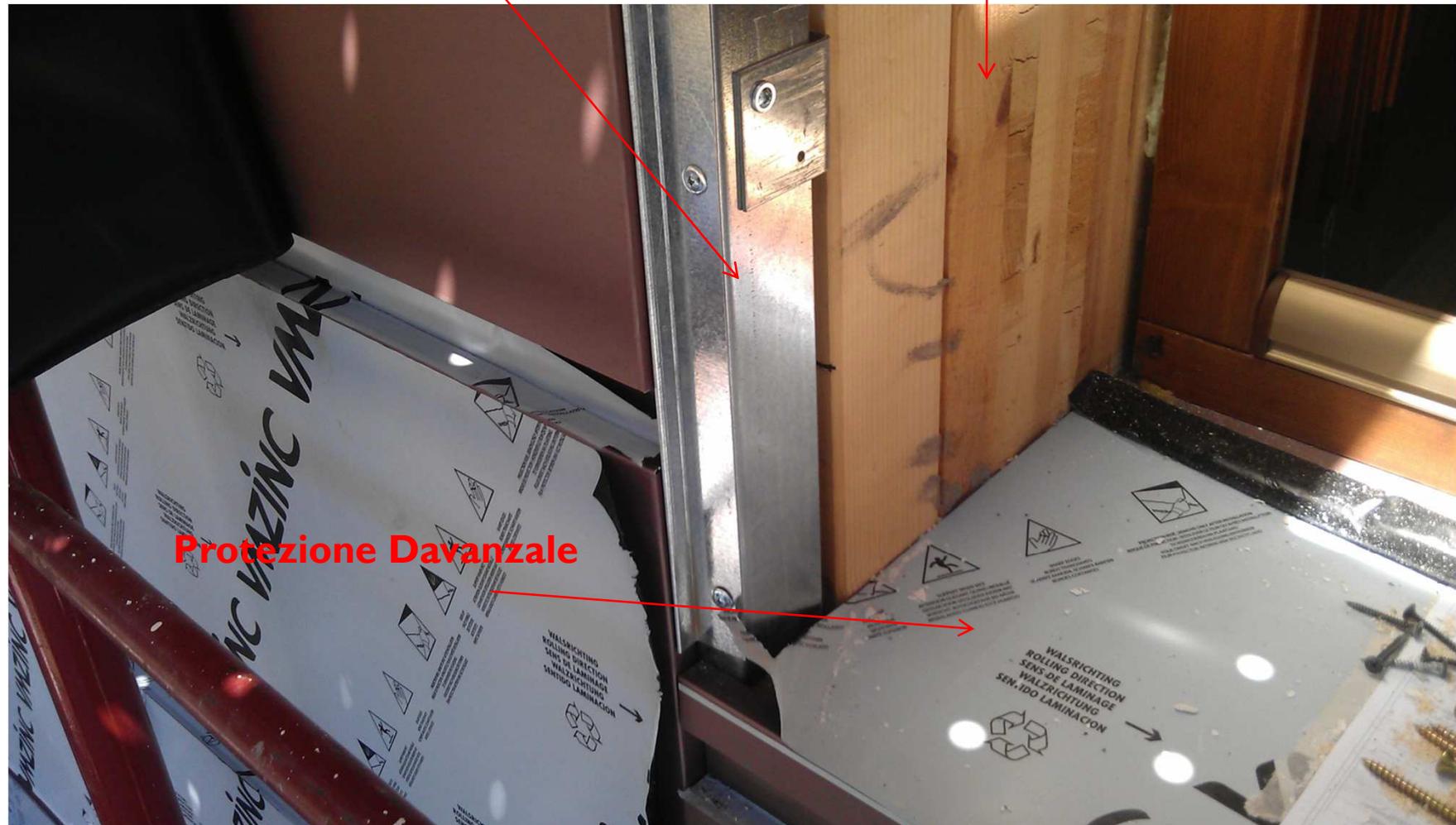
## PARTICOLARE



## PARTICOLARI

Parete ventilata zinco Titanio

Pannello XLAM



Protezione Davanzale

## IMPERMEABILIZZAZIONE DELLE COPERTURE



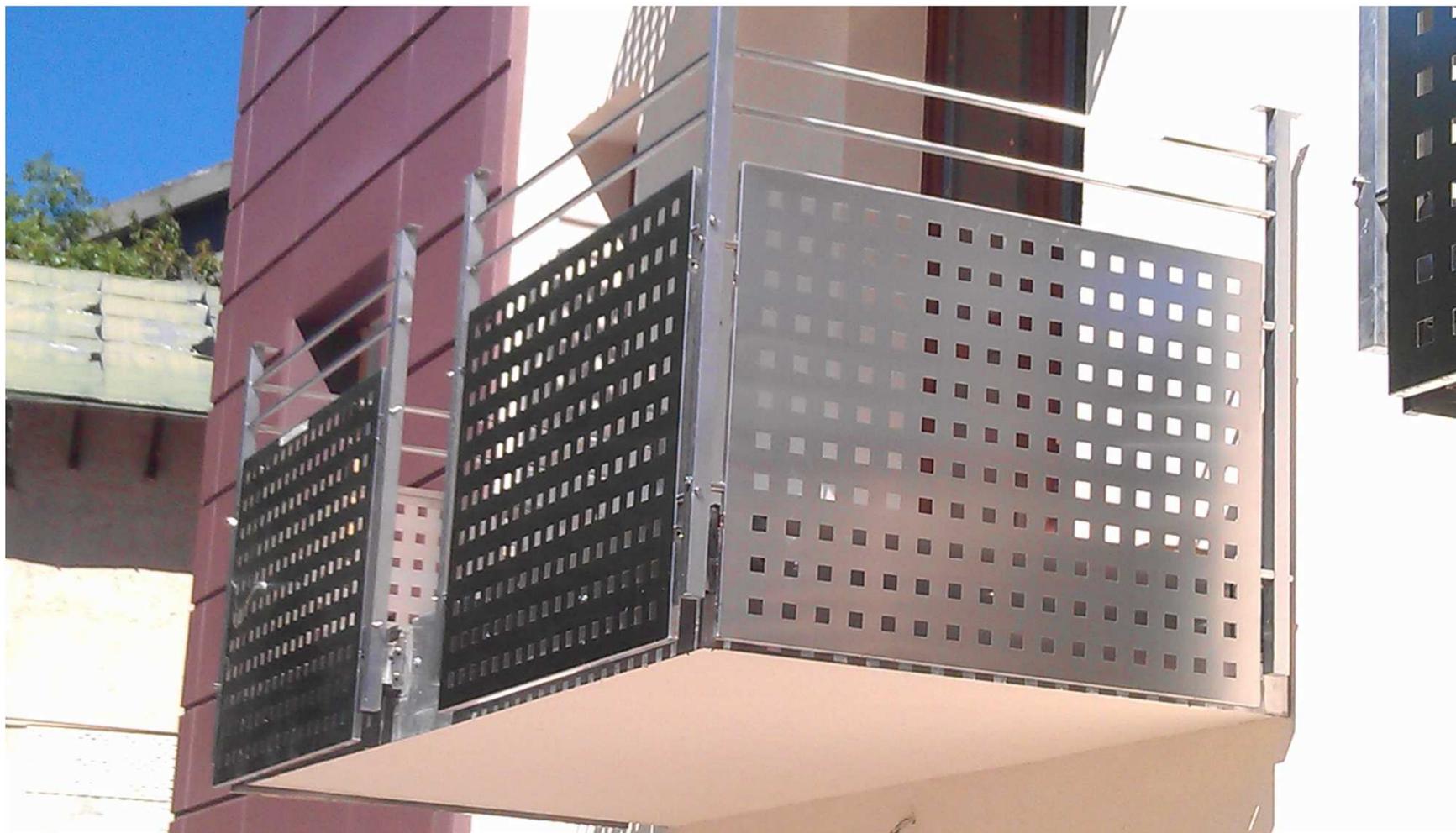
## UTILIZZO SAPIENTE E CORRETTO DELLE LATTONERIE



## PROTEZIONE DEI FRONTALINI E DEGLI SPORTI



## PROTEZIONE FRONTALINO BALCONE IN XLAM





## **PARTICOLARI E DETTAGLI**

**USARE MATERIALI TRASPIRANTI E NON ACRILICI**





PARTICOLARE . PROTEZIONE PASSIVA

[www.idsingegneria.it](http://www.idsingegneria.it)

NELLE ZONE DOVE SONO PREVISTI ACCUMULI DI NEVE O ACQUA  
FLUENTE UTILIZZARE FASCE DI MATERIALI POCO PERMEABILI



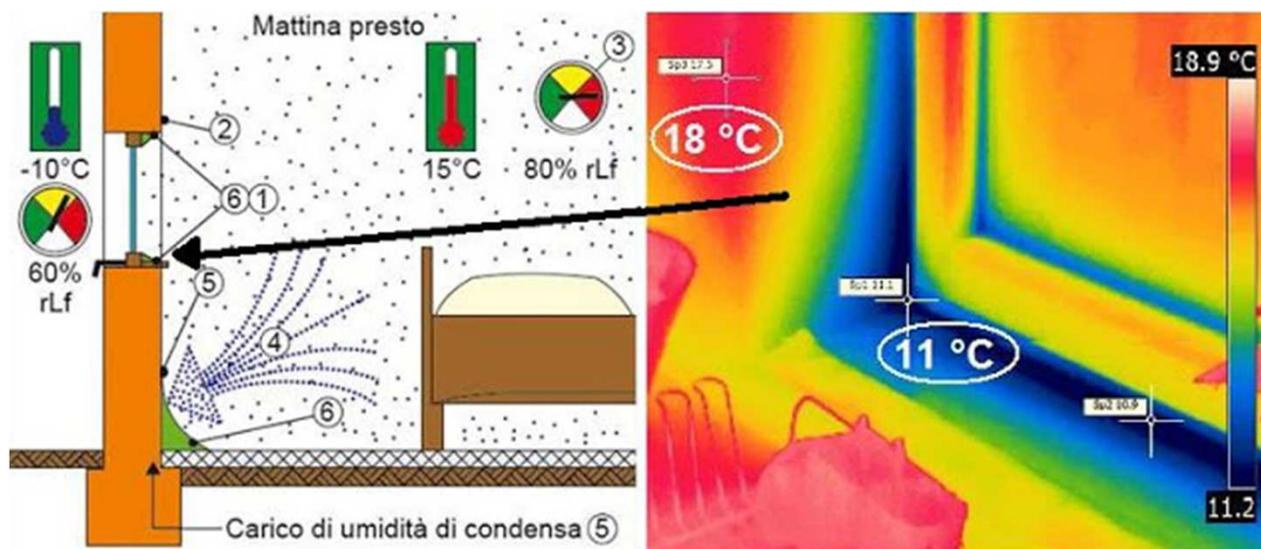
**QUALE E' IL NEMICO PIU' SUBDOLO PER LA DURABILITA' DEL LEGNO?**



## L'UMIDITA' DI CONDENSA E' RESPONSABILE DEI MAGGIORI DANNI DA DEGRADO ALLE STRUTTURE IN LEGNO

• *Condensa superficiale*, con condensazione dell'acqua sulla superficie interna dei vani abitabili. La temperatura della parete raggiunge temperature inferiori o uguali alla temperatura di rugiada.

*Condensa interstiziale*, con condensazione dell'acqua lungo una qualsiasi delle superfici interne del pacchetto di tompagno, con impossibilità di smaltimento dell'acqua formata

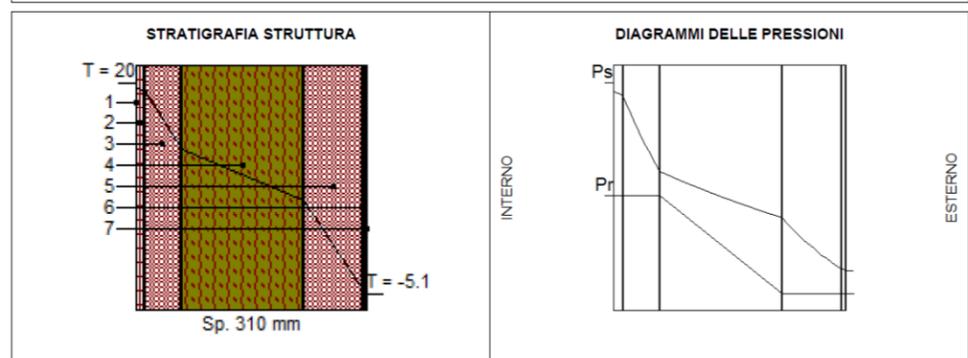


**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGOMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI**

Codice Struttura: XLAM\_16.3-8\_CP  
 Descrizione Struttura: INTONACO - CAPOTTO EST 8 CM - PARETE PIENA XLAM 16.3 CM - CARTONGESSO

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 <sup>12</sup> [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]	
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130	
2	Cartongesso	12	0.210	17.500	10.80	23.000	1090	0.057	
3	Isolante Lana di roccia per interno telaio Rockwool Acoustic 225	50	0.035	0.700	3.50	193.000	1030	1.429	
4	Pannello portante in legno XLAM	163	0.130	0.798	73.35	0.300	1700	1.254	
5	Pannello Isolante Rockwool Front-Rock Max E	80	0.036	0.450	7.20	137.857	1030	2.222	
6	Malte di gesso per intonaci/pannelli senza inerti - mv.600.	5	0.174	34.800	3.00	18.000	1000	0.029	
7	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040	
RESISTENZA = 5.160 m²K/W		TRASMITTANZA = 0.194 W/m²K							
SPESSORE = 310 mm		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 14.897 kJ/m²K				MASSA SUPERFICIALE = 95 kg/m²			
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.01 W/m²K		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.07				SFASAMENTO = -10.96 h			

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50\*10<sup>12</sup> = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmissione = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	URi [%]	Te [°C]	Pse [Pa]	Pre [Pa]	URe [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	20.0	2 337	1 168	50.0	-5.1	398	158	39.8

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pse = Pressione di saturazione esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

VERIFICA IGOMETRICA												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00
Tcf1	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
URcf2	82.40	80.10	73.40	71.60	72.20	70.70	66.20	67.90	74.60	78.10	83.20	82.90
Tcf2	0.00	0.20	3.10	5.70	10.00	14.60	17.60	17.30	14.20	9.20	4.80	1.40
Verifica Interstiziale	VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.									
Verifica Superficiale	VERIFICATA		Valore massimo ammissibile di U = 0.4598 (mese critico: Gennaio).									

La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.  
 cf1 = Roccaraso  
 cf2 = Esterno

## PROBLEMI DI CONDENSA LEGATI AI PONTI TERMICI

### CONTATTO LEGNO CALCESTRUZZO



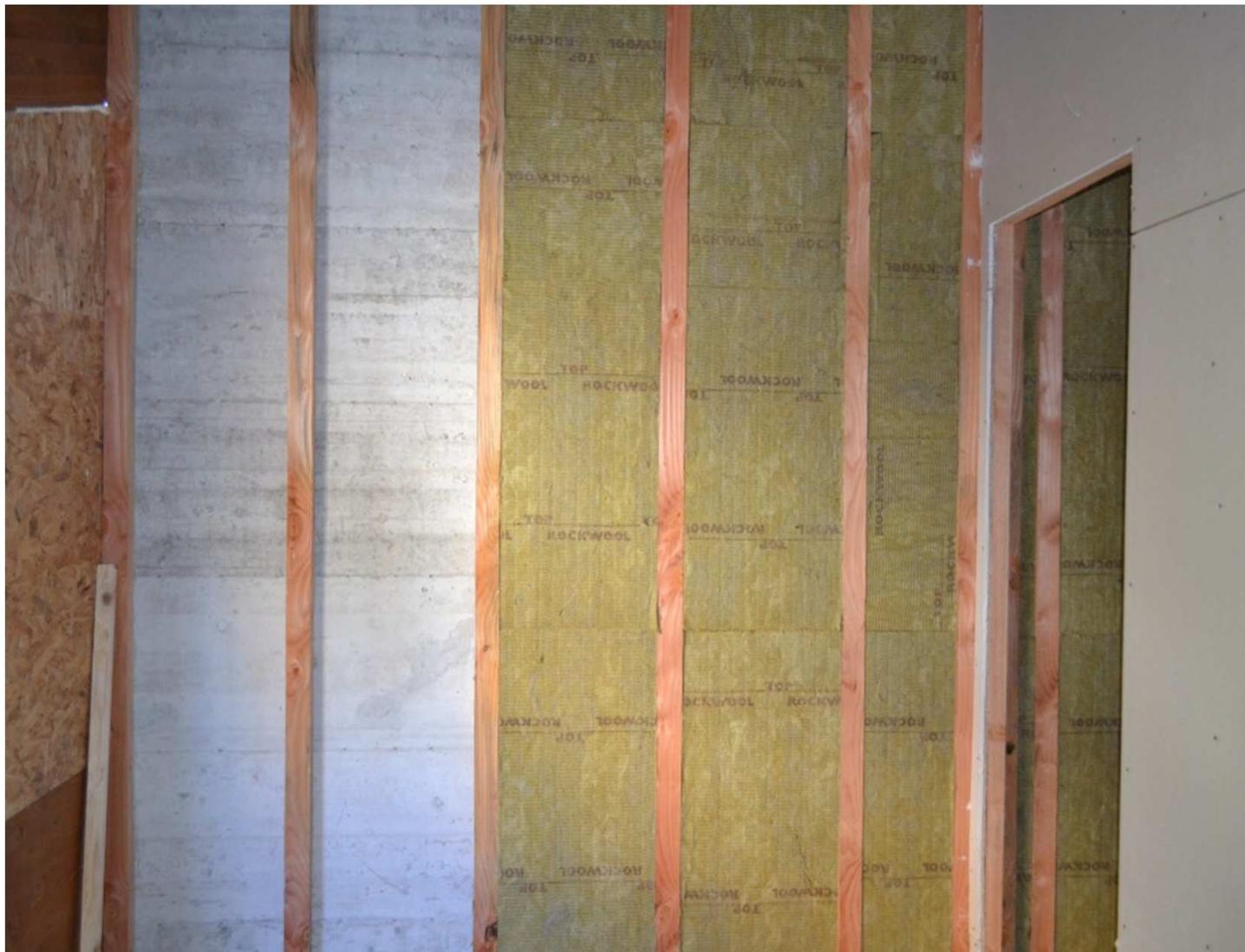
## PROBLEMI DI CONDENZA LEGATI AI PONTI TERMICI



## CONNESSIONE PARETE – SOLAIO – SETTO IN CLS ARMATO



## PARETE IN CLS ISOLATA CON CONTROFODERA E LANA DI ROCCIA



## ISOLAMENTO DEGLI ELEMENTI METALLICI DI CONNESSIONE

Pannello Isolante



Elemento di connessione

# CONTROLLO DELLA TENUTA ALL'ARIA DELLE GIUNZIONI DEI PANNELLI

**BANDA SIGILLANTE**



**LA DURABILITA' DEL LEGNO E' UN FATTORE  
DIPENDENTE DALLA CORRETTA PROGETTAZIONE**

**NON ESISTONO STRUTTURE ETERNE**



Agostino Presutti - Pierluigi Evangelista



Dario Flaccovio Editore

# EDIFICI MULTIPIANO IN LEGNO A PANNELLI PORTANTI IN XLAM

Progettazione e procedimenti costruttivi



**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**

**Ing. Agostino Presutti**

[www.idsingegneria.it](http://www.idsingegneria.it)

agostino.presutti@idsingegneria.it

Elementi del sistema costruttivo ✓  
Calcolo degli elementi in XLAM ✓  
Realizzazione - Progetto strutturale ✓  
Isolamento acustico - Edifici multipiano e fuoco ✓

---

[www.idsingegneria.it](http://www.idsingegneria.it)