



Università degli Studi di Bologna

Facoltà di Ingegneria

Dipartimento di Ingegneria Energetica, Nucleare e del Controllo
Ambientale
(D.I.E.N.C.A.)

SCHEDE RIASSUNTIVE

Prestazioni termiche ed idrometriche di pannelli
prefabbricati con tecnologia Nidyon

Committente: NIDYON COSTRUZIONI S.R.L., via del Gelso, 13, Santarcangelo
di R. (RN)

Bologna, 28 Agosto 2007

TRASMITTANZE: CONCLUSIONI

PANNELLI SINGOLI NYSP

Le condizioni al contorno sono le seguenti:

- temperatura esterna 0°C;
- temperatura interna 20°C;
- resistenza termica superficiale esterna $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$;
- resistenza termica superficiale interna per le pareti $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$.

Le caratteristiche dei materiali che costituiscono i diversi pannelli sono:

- polistirene espanso (EPS): densità pari a 15 kg/m^3 e conduttività termica pari a 0.038 W/mK ;
- acciaio: densità pari a 7800 kg/m^3 e conduttività termica pari a 50 W/mK ;
- calcestruzzo: densità pari a 2000 kg/m^3 e conduttività termica pari a $1,32 \text{ W/mK}$.

Si può stimare un margine di sicurezza di $\pm 5\%$.

NYSP

Parete	Trasmittanza U [$\text{W/m}^2\text{K}$]
NYSP 10, 48 connettori/mq, $\rho=15 \text{ kg/m}^3$	0,474
NYSP 12, 48 connettori/mq, $\rho=15 \text{ kg/m}^3$	0,400
NYSP 14, 48 connettori/mq, $\rho=15 \text{ kg/m}^3$	0,335
NYSP 16, 48 connettori/mq, $\rho=15 \text{ kg/m}^3$	0,298
NYSP 22, 48 connettori/mq, $\rho=15 \text{ kg/m}^3$	0,228

Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache verticali espressa in $\text{W/m}^2\text{K}$ (DLg. 311/2006)			
Zona climatica	Dall'1 gennaio 2006 U ($\text{W/m}^2\text{K}$)	Dall'1 gennaio 2008 U ($\text{W/m}^2\text{K}$)	Dall'1 gennaio 2010 U ($\text{W/m}^2\text{K}$)
A	0,85	0,72	0,62
B	0,64	0,54	0,48
C	0,57	0,46	0,40
D	0,50	0,40	0,36
E	0,46	0,37	0,34
F	0,44	0,35	0,33

TRASMISSIONI: CONCLUSIONI

PANNELLI DOPPI NYD

Le condizioni al contorno sono le seguenti:

- temperatura esterna 0°C;
- temperatura interna 20°C;
- resistenza termica superficiale esterna $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$;
- resistenza termica superficiale interna per le pareti $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$.

Le caratteristiche dei materiali che costituiscono i diversi pannelli sono:

- polistirene espanso (EPS): densità pari a 25 kg/m^3 e conduttività termica pari a 0.034 W/mK ;
- acciaio: densità pari a 7800 kg/m^3 e conduttività termica pari a 50 W/mK ;
- calcestruzzo: densità pari a 2000 kg/m^3 e conduttività termica pari a $1,32 \text{ W/mK}$.

Si può stimare un margine di sicurezza di $\pm 5\%$.

NYD

Parete	Trasmittanza U [$\text{W/m}^2\text{K}$]
NYD 7+12+7 72 connettori/mq	0,344
NYD 7+15+7 72 connettori/mq	0,336
NYD 10+12+10 72 connettori/mq	0,250
NYD 10+15+10 72 connettori/mq	0,245
NYD 7+12+7 48 connettori/mq	0,319
NYD 7+15+7 48 connettori/mq	0,312
NYD 10+12+10 48 connettori/mq	0,229
NYD 10+15+10 48 connettori/mq	0,225

Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache verticali espressa in $\text{W/m}^2\text{K}$ (DLg. 311/2006)

Zona climatica	Dall'1 gennaio 2006 U ($\text{W/m}^2\text{K}$)	Dall'1 gennaio 2008 U ($\text{W/m}^2\text{K}$)	Dall'1 gennaio 2010 U ($\text{W/m}^2\text{K}$)
A	0,85	0,72	0,62
B	0,64	0,54	0,48
C	0,57	0,46	0,40
D	0,50	0,40	0,36
E	0,46	0,37	0,34
F	0,44	0,35	0,33

TRASMISSIONE: CONCLUSIONI

SOLAI NYF

Le condizioni al contorno sono le seguenti:

- temperatura esterna 0°C;
- temperatura interna 20°C;
- resistenza termica superficiale esterna $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$;
- resistenza termica superficiale interna per i pavimenti $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$;
- resistenza termica superficiale interna per le coperture $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$.

Le caratteristiche dei materiali che costituiscono i diversi pannelli sono:

- polistirene espanso (EPS): densità pari a 15 kg/m^3 e conduttività termica pari a $0,038 \text{ W/mK}$;
- acciaio: densità pari a 7800 kg/m^3 e conduttività termica pari a 50 W/mK ;
- calcestruzzo: densità pari a 2000 kg/m^3 e conduttività termica pari a $1,32 \text{ W/mK}$;
- pavimento in ceramica: densità pari a 2400 kg/m^3 e conduttività termica pari a $1,16 \text{ W/mK}$, spessore 3 cm;
- calcestruzzo alleggerito: densità pari a 800 kg/m^3 e conduttività termica pari a $0,24 \text{ W/mK}$, spessore 10 cm o 15 cm.

Si può stimare un margine di sicurezza di $\pm 5\%$.

SOLAI INTERPIANO NYF

Solaio interpiano 10 cm	Trasmittanza U [$\text{W/m}^2\text{K}$]
NYF 4/12+4, 48 connettori/mq, $\rho=15 \text{ kg/m}^3$	0,428
NYF 4/14+4, 48 connettori/mq, $\rho=15 \text{ kg/m}^3$	0,405
NYF 4/16+4, 48 connettori/mq, $\rho=15 \text{ kg/m}^3$	0,384
NYF 4/20+4, 48 connettori/mq, $\rho=15 \text{ kg/m}^3$	0,359
NYF 4/22+4, 48 connettori/mq, $\rho=15 \text{ kg/m}^3$	0,348
NYF 4/24+4, 48 connettori/mq, $\rho=15 \text{ kg/m}^3$	0,338
Solaio interpiano 15 cm	Trasmittanza U [$\text{W/m}^2\text{K}$]
NYF 4/12+4, 48 connettori/mq, $\rho=15 \text{ kg/m}^3$	0,389
NYF 4/14+4, 48 connettori/mq, $\rho=15 \text{ kg/m}^3$	0,370
NYF 4/16+4, 48 connettori/mq, $\rho=15 \text{ kg/m}^3$	0,354
NYF 4/20+4, 48 connettori/mq, $\rho=15 \text{ kg/m}^3$	0,331
NYF 4/22+4, 48 connettori/mq, $\rho=15 \text{ kg/m}^3$	0,322
NYF 4/24+4, 48 connettori/mq, $\rho=15 \text{ kg/m}^3$	0,313

Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali di pavimento espressa in W/m ² K (DLg. 311/2006)			
Zona climatica	Dall'1 gennaio 2006 U (W/m ² K)	Dall'1 gennaio 2008 U (W/m ² K)	Dall'1 gennaio 2010 U (W/m ² K)
A	0,80	0,74	0,65
B	0,60	0,55	0,49
C	0,55	0,49	0,42
D	0,46	0,41	0,36
E	0,43	0,38	0,33
F	0,41	0,36	0,32

SOLAI COPERTURA NYF

Solaio di copertura	Trasmittanza U [W/m ² K]
NYF 6/8+4, 48 connettori/mq, $\rho=15 \text{ kg/m}^3$	0,432
NYF 6/12+4, 48 connettori/mq, $\rho=15 \text{ kg/m}^3$	0,363
NYF 6/14+4, 48 connettori/mq, $\rho=15 \text{ kg/m}^3$	0,342
NYF 6/16+4, 48 connettori/mq, $\rho=15 \text{ kg/m}^3$	0,326
NYF 6/20+4, 48 connettori/mq, $\rho=15 \text{ kg/m}^3$	0,302

Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali o inclinate di copertura espressa in W/m ² K (DLg. 311/2006)			
Zona climatica	Dall'1 gennaio 2006 U (W/m ² K)	Dall'1 gennaio 2008 U (W/m ² K)	Dall'1 gennaio 2010 U (W/m ² K)
A	0,80	0,42	0,38
B	0,60	0,42	0,38
C	0,55	0,42	0,38
D	0,46	0,35	0,32
E	0,43	0,32	0,30
F	0,41	0,31	0,29

CONDENSA INTERSTIZIALE: CONCLUSIONI
PANNELLI SINGOLI NYSP

NYSP

	Verifica termoigrometrica
Pannello	UNI EN ISO 13788 (All. 1 e 2)
NYSP10	A2 0.107 kg/m ² max:0.121 kg/m ² (*) Marzo
NYSP12	A2 0.093 kg/m ² max:0.110 kg/m ² (*) Febbraio
NYSP14	A2 0.082 kg/m ² max:0.098 kg/m ² (*) Febbraio
NYSP16	A2 0.073 kg/m ² max:0.090 kg/m ² (*) Febbraio
NYSP22	A2 0.051 kg/m ² max:0.073 kg/m ² (*) Febbraio

Legenda

- A1= Non si verifica condensazione in nessuna interfaccia: la struttura è dichiarata esente da condensazione interstiziale
- A2= La condensazione avviene in una o più interfacce ma, per ogni interfaccia coinvolta, si prevede che tutta l'acqua condensata evapori nei mesi caldi. Viene riportato la massima quantità di condensazione che si verifica e il mese in cui si ha il massimo.
- B= La condensazione avviene in una o più interfacce e non evapora completamente nei mesi caldi. La struttura non ha superato la verifica e si indica la massima quantità di condensa che si verifica in ogni interfaccia insieme alla quantità di condensa residua dopo 12 mesi in ogni interfaccia.
- (*) Il calcolo della quantità teorica massima condensabile è stato effettuato considerando i risultati del calcolo stagionale effettuato considerando una temperatura esterna pari a -5°C per i 60 giorni invernali (90% UR).

PANNELLI DOPPI NYD

NYD

	Verifica termoigrometrica
Pannello	UNI EN ISO 13788 (All. 1 e 3)
NYD 7+12+7	A2 0.0015 kg/m ² max:0.050 kg/m ² (*) Gennaio
NYD 7+15+7	A1 0 kg/m ² max:0.055 kg/m ² (*)
NYD 10+12+10	A1 0 kg/m ² max:0.037 kg/m ² (*)
NYD 10+15+10	A1 0 kg/m ² max:0.041 kg/m ² (*)

Legenda

- A1= Non si verifica condensazione in nessuna interfaccia: la struttura è dichiarata esente da condensazione interstiziale
- A2= La condensazione avviene in una o più interfacce ma, per ogni interfaccia coinvolta, si prevede che tutta l'acqua condensata evapori nei mesi caldi. Viene riportato la massima quantità di condensazione che si verifica e il mese in cui si ha il massimo.
- B= La condensazione avviene in una o più interfacce e non evapora completamente nei mesi caldi. La struttura non ha superato la verifica e si indica la massima quantità di condensa che si verifica in ogni interfaccia insieme alla quantità di condensa residua dopo 12 mesi in ogni interfaccia.
- (*) Il calcolo della quantità teorica massima condensabile è stato effettuato considerando i risultati del calcolo stagionale effettuato considerando una temperatura esterna pari a -5°C per i 60 giorni invernali (90% UR). In questo caso il calcolo stagionale ha evidenziato il rischio di condensazione interstiziale su due fronti distinti quando la temperatura esterna scende al di sotto dei -1°C.

SOLAI NYF

1) SOLAI INTERPIANO

Nella Tabella che segue vengono riassunti i principali risultati ottenuti nei calcoli nel caso di solai interpiano così costruiti:

1. solaio NYF
2. massetto 15 cm
3. ceramica 3 cm

SOLAI INTERPIANO NYF

	Verifica termoigrometrica
Pannello	UNI EN ISO 13788 (All. 1 e 4)
NYF 4/12+4	A1 (flusso discendente) A2 (flusso ascendente) 0.022 kg/m ² max:0.035 kg/m ² (*) Febbraio
NYF 4/14+4	A1 (flusso discendente) A2 (flusso ascendente) 0.025 kg/m ² max:0.034 kg/m ² (*) Febbraio
NYF 4/16+4	A1 (flusso discendente) A2 (flusso ascendente) 0.026 kg/m ² max:0.033 kg/m ² (*) Febbraio
NYF 4/20+4	A1 (flusso discendente) A2 (flusso ascendente) 0.026 kg/m ² max:0.031 kg/m ² (*) Febbraio
NYF 4/22+4	A1 (flusso discendente) A2 (flusso ascendente) 0.026 kg/m ² max:0.030 kg/m ² (*) Febbraio
NYF 4/24+4	A1 (flusso discendente) A2 (flusso ascendente) 0.026 kg/m ² max:0.029 kg/m ² (*) Febbraio

Legenda

A1= Non si verifica condensazione in nessuna interfaccia: la struttura è dichiarata esente da condensazione interstiziale

- A2= La condensazione avviene in una o più interfacce ma, per ogni interfaccia coinvolta, si prevede che tutta l'acqua condensata evapori nei mesi caldi. Viene riportato la massima quantità di condensazione che si verifica e il mese in cui si ha il massimo.
- B= La condensazione avviene in una o più interfacce e non evapora completamente nei mesi caldi. La struttura non ha superato la verifica e si indica la massima quantità di condensa che si verifica in ogni interfaccia insieme alla quantità di condensa residua dopo 12 mesi in ogni interfaccia.
- (*) Il calcolo della quantità teorica massima condensabile è stato effettuato considerando i risultati del calcolo stagionale effettuato considerando una temperatura esterna pari a -5°C per i 60 giorni invernali (90% UR).

2) SOLAI DI COPERTURA

Nella Tabella che segue vengono riassunti i principali risultati ottenuti nei calcoli nel caso di solai di copertura così costruiti:

1. solaio NYF
2. cartone bitumato 1 cm
3. tegole

SOLAI DI COPERTURA NYF

	Verifica termoigrometrica
Pannello	UNI EN ISO 13788 (All. 1)
NYF 6/12+4	A2 0.164 kg/m ² max: 0.182 kg/m ² (*) Marzo
NYF 6/14+4	A2 0.150 kg/m ² max:0.168 kg/m ² (*) Marzo
NYF 6/16+4	A2 0.139 kg/m ² max:0.154 kg/m ² (*) Marzo
NYF 6/20+4	A2 0.120 kg/m ² max:0.134 kg/m ² (*) Marzo
NYF 6/22+4	A2 0.112 kg/m ² max:0.125 kg/m ² (*) Marzo
NYF 6/24+4	A2 0.106 kg/m ² max:0.118 kg/m ² (*) Marzo

Legenda

A1= Non si verifica condensazione in nessuna interfaccia: la struttura è dichiarata esente da condensazione interstiziale

A2= La condensazione avviene in una o più interfacce ma, per ogni interfaccia coinvolta, si prevede che tutta l'acqua condensata evapori nei mesi caldi. Viene riportato la massima quantità di condensazione che si verifica e il mese in cui si ha il massimo.

B= La condensazione avviene in una o più interfacce e non evapora completamente nei mesi caldi. La struttura non ha superato la verifica e si indica la massima quantità di condensa che si verifica in ogni interfaccia insieme alla quantità di condensa residua dopo 12 mesi in ogni interfaccia.

(*) Il calcolo della quantità teorica massima condensabile è stato effettuato considerando i risultati del calcolo stagionale effettuato considerando una temperatura esterna pari a -5°C per i 60 giorni invernali (90% UR).

Allegato 1

Condizioni termo-igrometriche assunte a base di calcolo
per la verifica mensile della condensazione interstiziale

(pareti esterne e solai di copertura).

Mese	Interno		Esterno	
	T [°C]	UR [%]	T [°C]	UR [%]
Gen	20	0.57	-1	0.85
Feb	20	0.58	0	0.84
Mar	20	0.54	4	0.78
Apr	20	0.51	9	0.72
Mag	20	0.51	14	0.68
Giu	20	0.5	18	0.69
Lug	20	0.56	19	0.73
Ago	20	0.52	19	0.76
Set	20	0.56	15	0.79
Ott	20	0.57	10	0.83
Nov	20	0.57	5	0.88
Dic	20	0.59	1	0.88

(solai interpiano)

Mese	Interno		Locale non riscaldato	
	T [°C]	UR [%]	T [°C]	UR [%]
Gennaio	20	0.57	7	0.85
Febbraio	20	0.58	8	0.84
Marzo	20	0.54	11	0.78
Aprile	20	0.51	12	0.72
Maggio	20	0.51	14	0.68
Giugno	20	0.5	18	0.69
Luglio	20	0.56	19	0.73
Agosto	20	0.52	19	0.76
Settembre	20	0.56	15	0.79
Ottobre	20	0.57	12	0.83
Novembre	20	0.57	8	0.88
Dicembre	20	0.59	7	0.88

Allegato 2

Caratteristiche termofisiche dei materiali che compongono i pannelli NYSP.

Isolante termico	
Densità [kg/m ³]	15
Conducibilità termica [WmK]	0.038
Permeabilità al vapore [kg/msPa x10 ¹²]	4.8
CIs	
Densità [kg/m ³]	2000
Conducibilità termica [WmK]	1.32
Permeabilità al vapore [kg/msPa x10 ¹²]	2

Allegato 3

Caratteristiche termofisiche dei materiali che compongono i pannelli NYD.

Isolante termico	
Densità [kg/m ³]	25
Conducibilità termica [WmK]	0.034
Permeabilità al vapore [kg/msPa x10 ¹²]	4.8
CIs	
Densità [kg/m ³]	2000
Conducibilità termica [WmK]	1.32
Permeabilità al vapore [kg/msPa x10 ¹²]	2

Allegato 4

Caratteristiche termofisiche dei materiali che compongono i solai NYF.

Isolante termico	
Densità [kg/m ³]	15
Conducibilità termica [WmK]	0.038
Permeabilità al vapore [kg/msPa x10 ¹²]	4.8
CIs	
Densità [kg/m ³]	2000
Conducibilità termica	1.32

[WmK]	
Permeabilità al vapore [kg/msPa x10 ¹²]	2
Massetto	
Densità [kg/m ³]	800
Conducibilità termica [WmK]	0.24
Permeabilità al vapore [kg/msPa x10 ¹²]	20
Cartone bitumato	
Densità [kg/m ³]	1100
Conducibilità termica [WmK]	0.23
Permeabilità al vapore [kg/msPa x10 ¹²]	0.06
Ceramica	
Densità [kg/m ³]	2400
Conducibilità termica [WmK]	1.16
Permeabilità al vapore [kg/msPa x10 ¹²]	0.08