

24 maggio 2016
Giornate della Sostenibilità

LE EMISSIONI DI CO₂ DEL POLITECNICO DI MILANO
PRESENTAZIONE DEI RISULTATI DEL PROGETTO PILOTA 2015
E PRIMI RISULTATI DEGLI STUDI DI APPROFONDIMENTO

Riduzione delle emissioni di CO₂ del Politecnico di Milano tramite
Interventi di riqualificazione degli apparecchi di illuminazione

Fabiana Satta

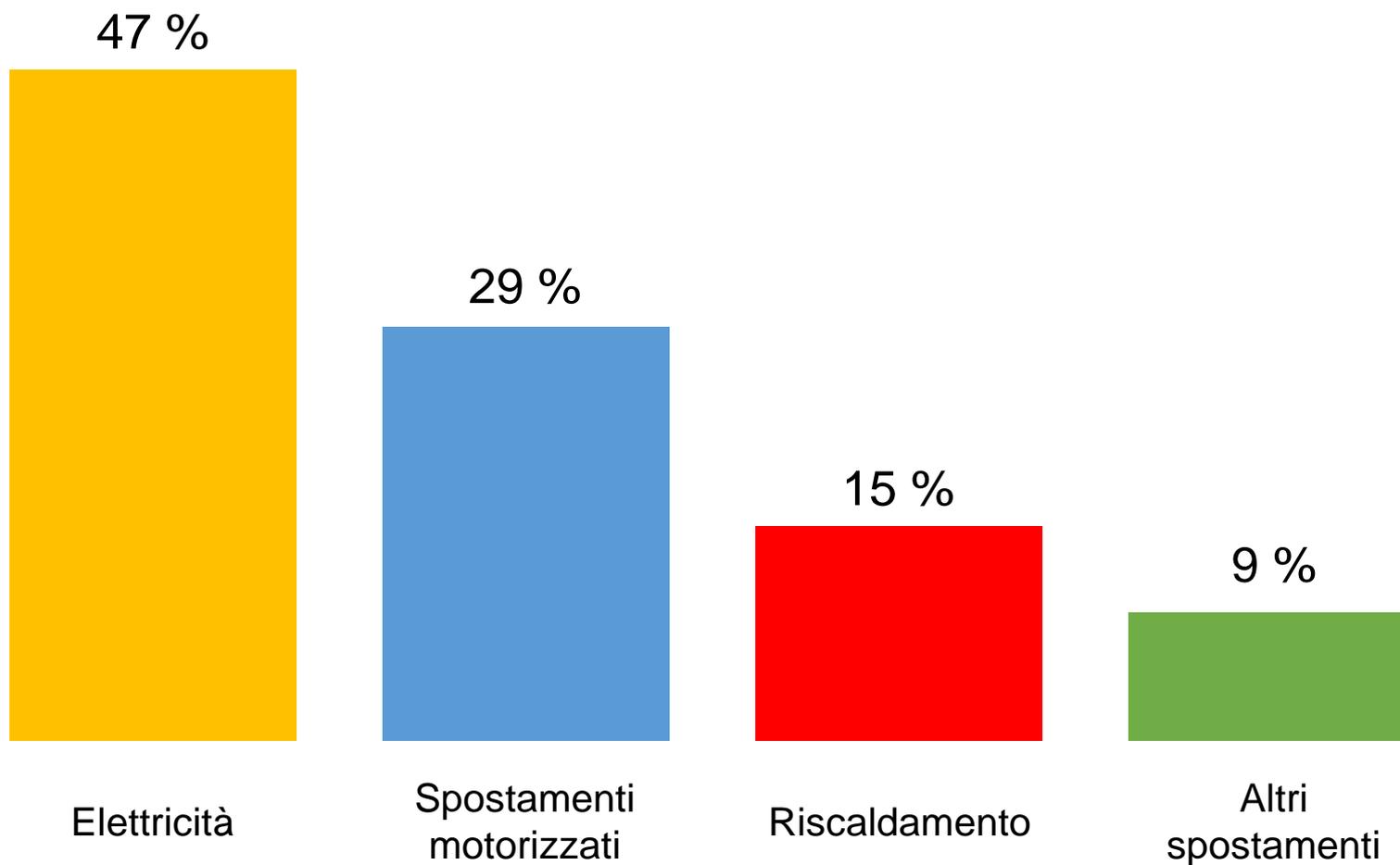
Prof.ssa Sonia Leva

Politecnico di Milano

- 1) Illuminazione ed emissioni di CO₂
- 2) Aule allo stato di fatto
- 3) Classificazioni
- 4) Intervento 1
- 5) Intervento 2
- 6) Conclusioni

1) Illuminazione ed emissioni di CO₂

Emissioni di CO₂ nel Campus Città Studi



Fonte: Progetto Città Studi Campus Sostenibile 2011

1) Illuminazione ed emissioni di CO₂

Accensione apparecchi luminosi



Consumo energia elettrica



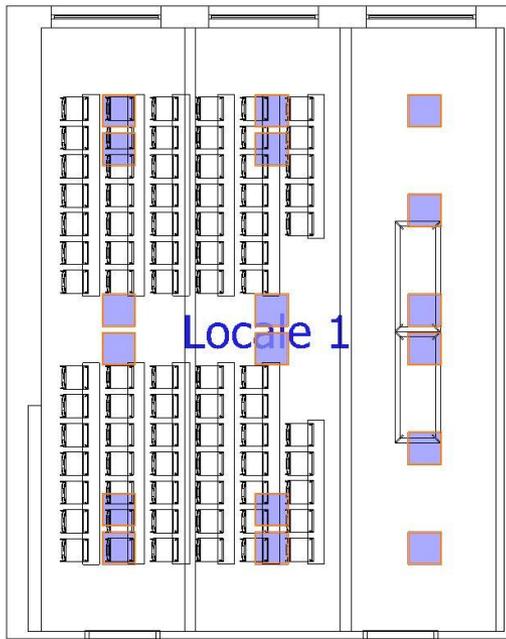
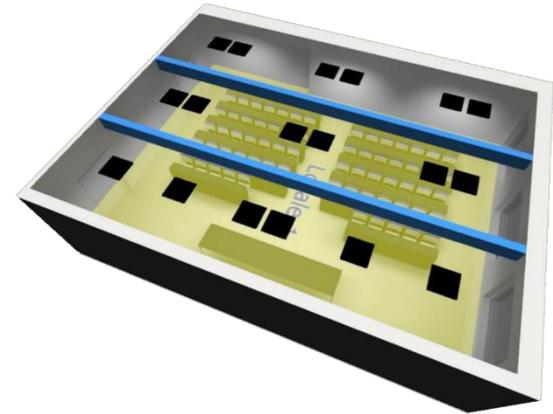
Emissione nell'atmosfera di CO₂

Combustione petrolio, carbone, gas

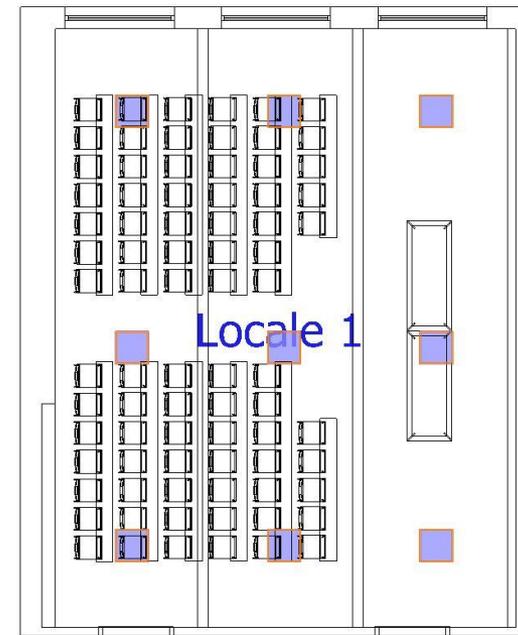
1) Illuminazione ed emissioni di CO₂

Progettazione illuminotecnica

- Massimizzazione del benessere visivo
- Minimizzazione dei consumi energetici



18 Lampade FL-Lin 4x18W



9 Lampade LED 1x44W

2) Aule allo stato di fatto

Edificio 3 (Sud)



Aula S.0.2



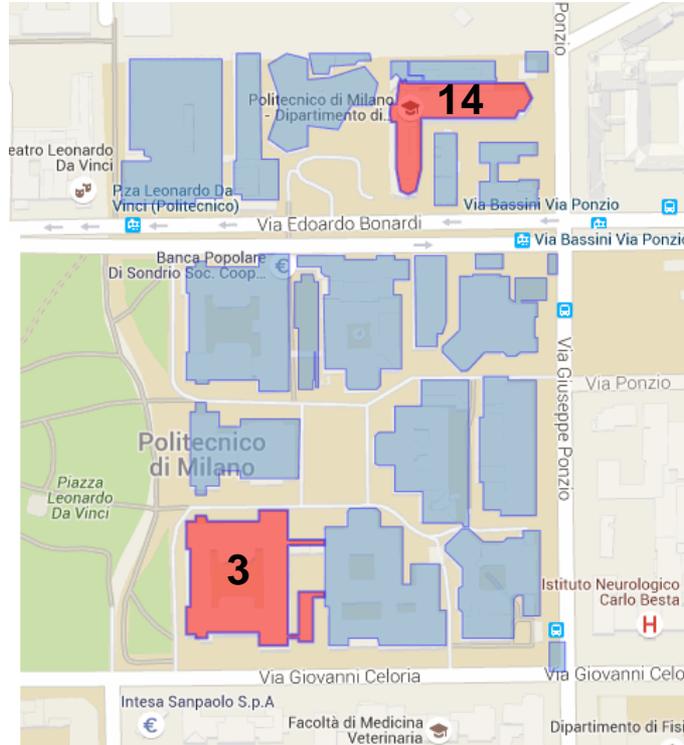
Aula S.1.1



Aula S.1.3



Aula S.1.8



Aula S.2.2

Edificio 14 (Nave)



Aula B.3.1



Aula B.4.2



Aula B.6.1



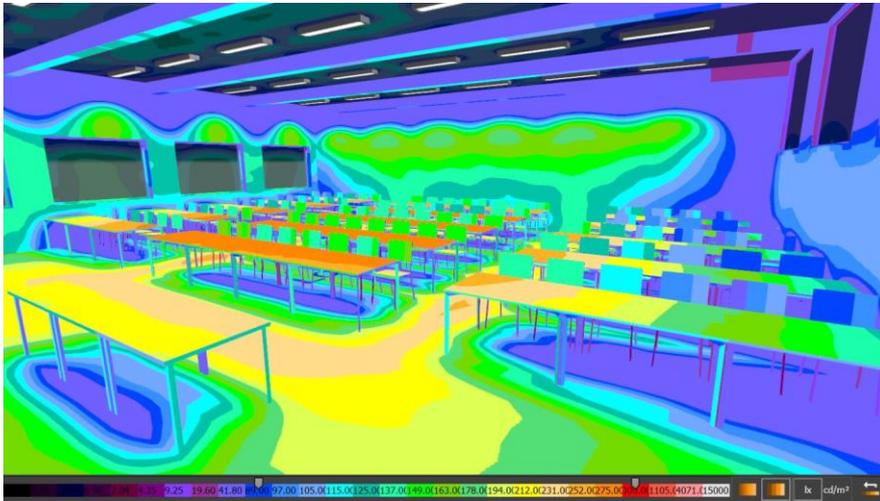
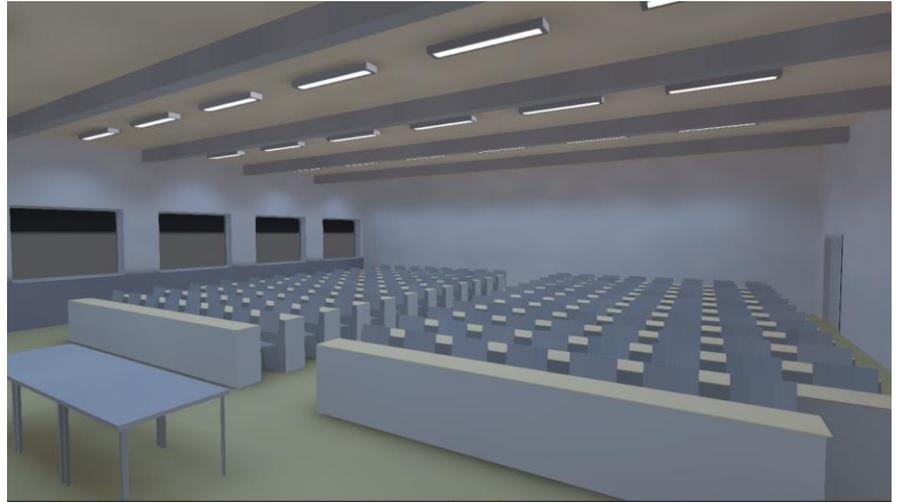
Aula B.6.2/3

2) Aule allo stato di fatto

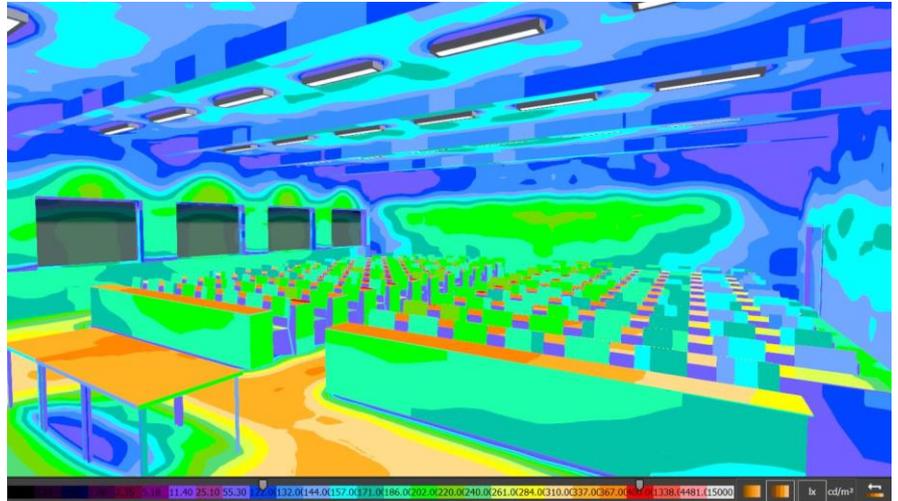
B.3.1



B.4.2



Fluorescente lineare 2x36W



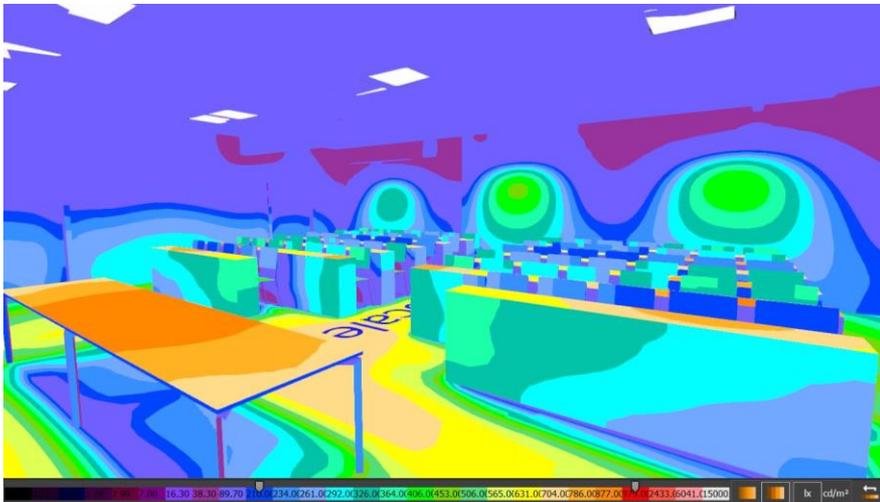
Fluorescente lineare 2x36W

2) Aule allo stato di fatto

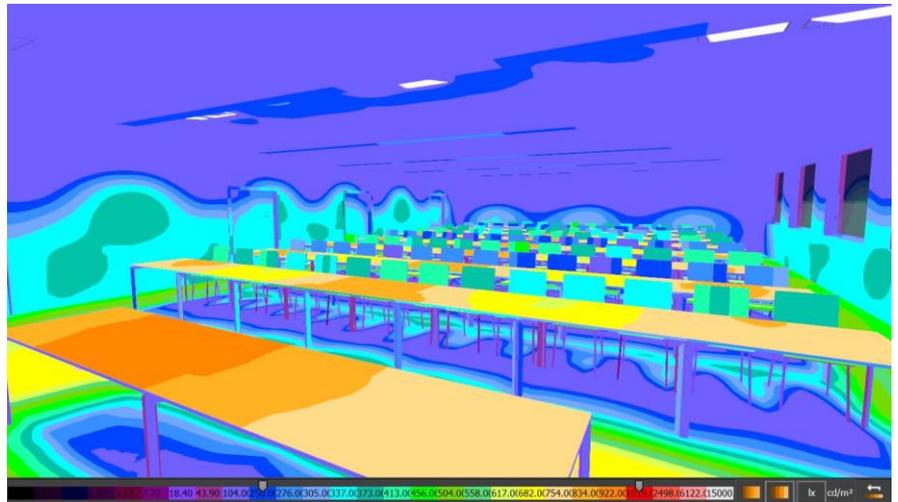
B.6.1



B.6.2/3



Fluorescente lineare 4x18W



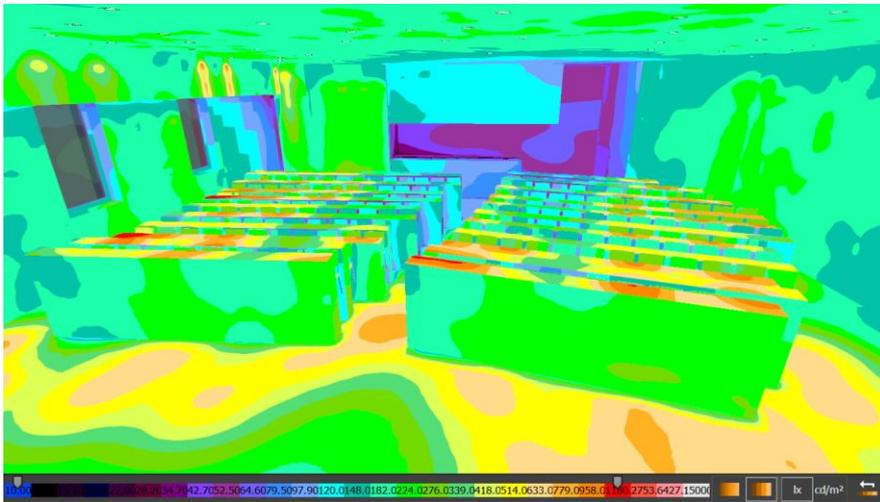
Fluorescente lineare 4x18W

2) Aule allo stato di fatto

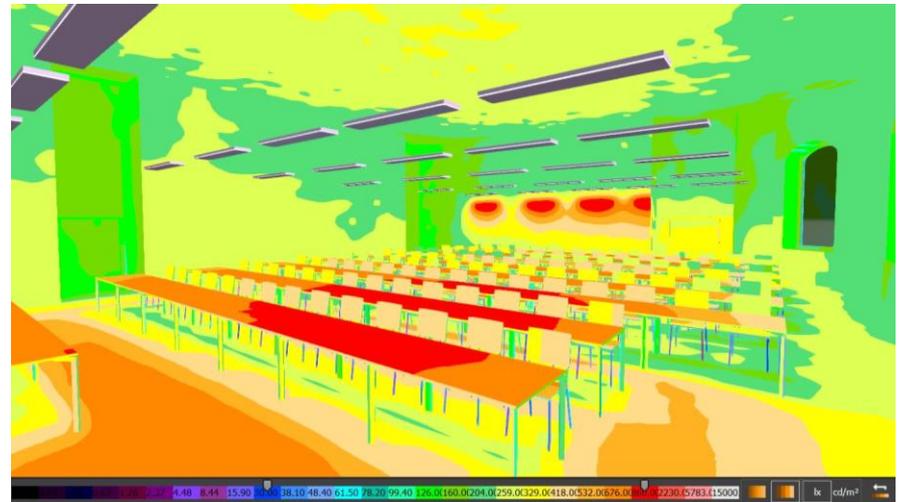
S.0.2



S.1.1



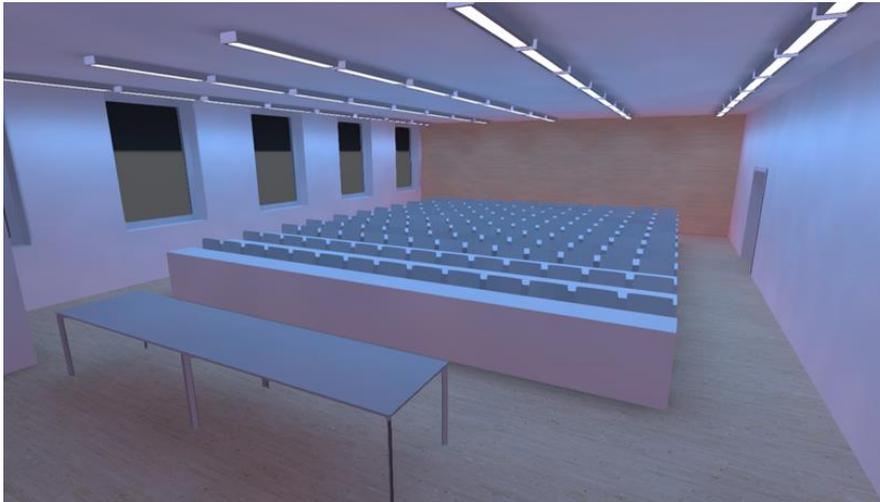
Fluorescente puntiforme 1x34W



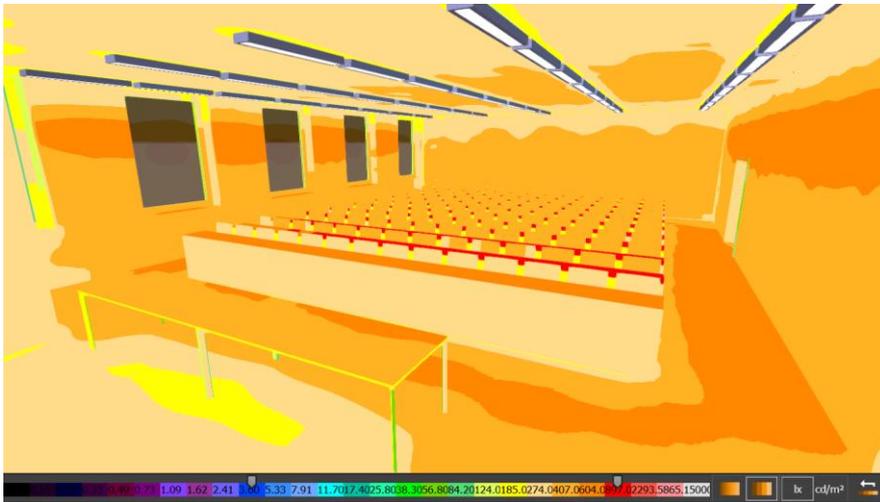
Fluorescente lineare 2x36W

2) Aule allo stato di fatto

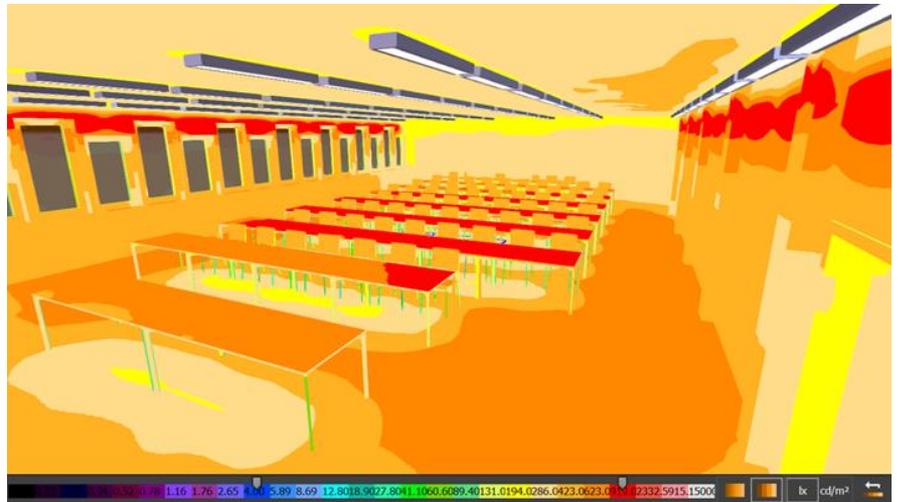
S.1.3



S.2.2



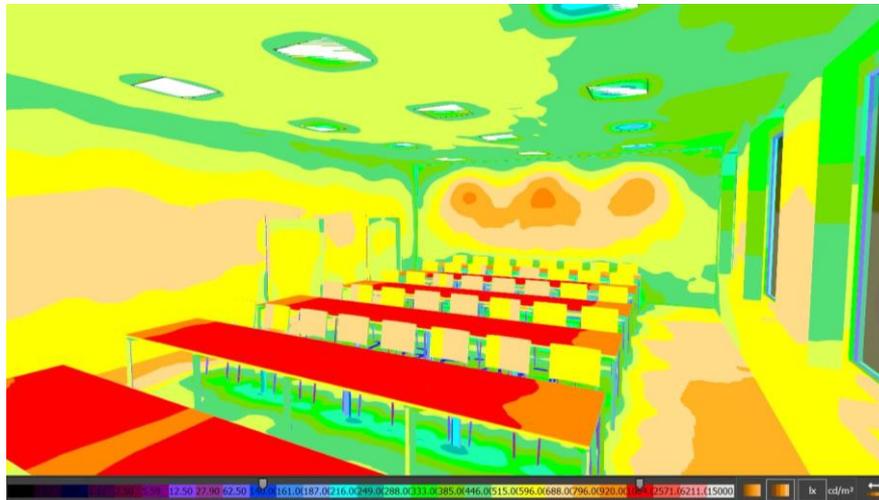
Fluorescente lineare 1x36W



Fluorescente lineare 1x36W

2) Aule allo stato di fatto

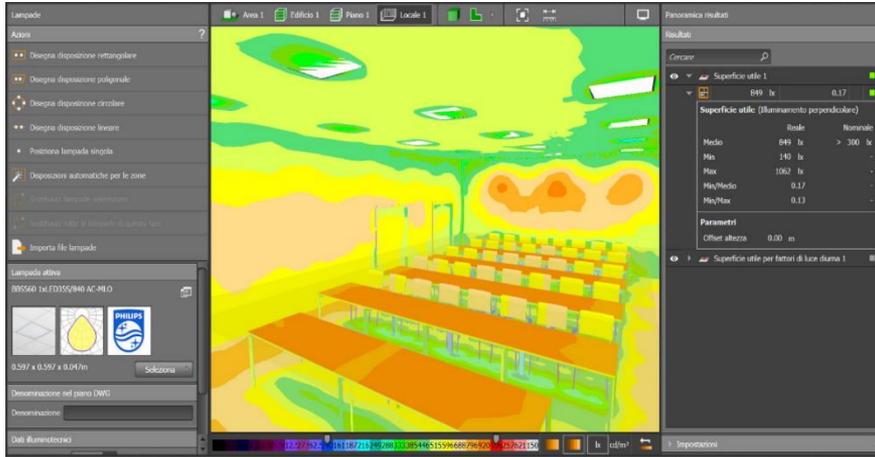
S.1.8



LED 1x44W

2) Aule allo stato di fatto

Analisi numeriche: DIALux



Misurazioni sperimentali: Luxmetro

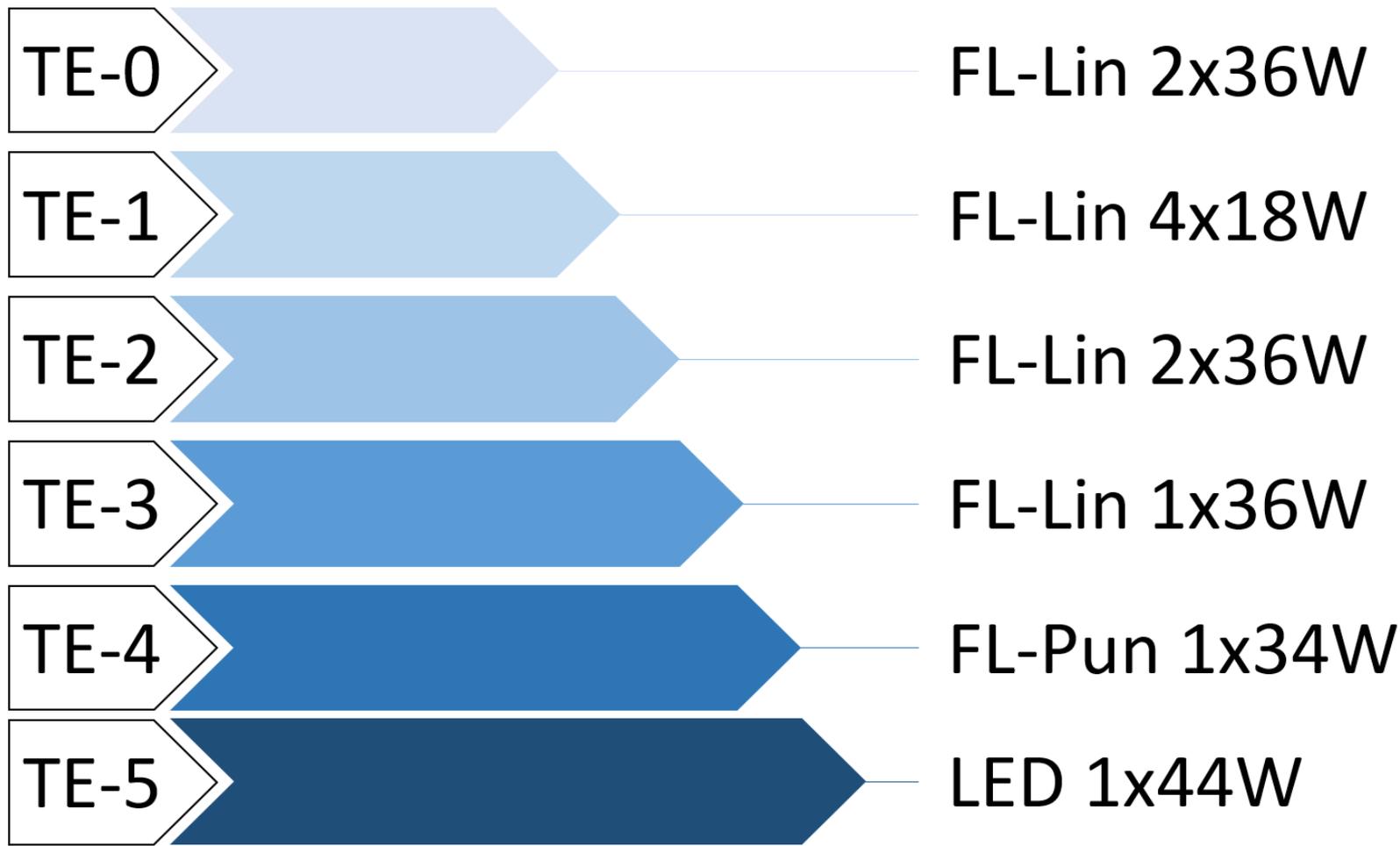


Aula	Illuminamento [lx]	
	DIALux	Luxmetro
B.3.1	234	332
B.4.2	312	316
B.6.1	644	546
B.6.2/3	697	599
S.0.2	1179	1086
S.1.1	861	746
S.1.3	684	606
S.1.8	849	822
S.2.2	729	649

3) Classificazioni

Classificazione temporale

APPARECCHI VECCHI



APPARECCHI NUOVI

3) Classificazioni

Classificazione illuminotecnica

ILLUMINAMENTO BASSO



UNI EN 12464-1

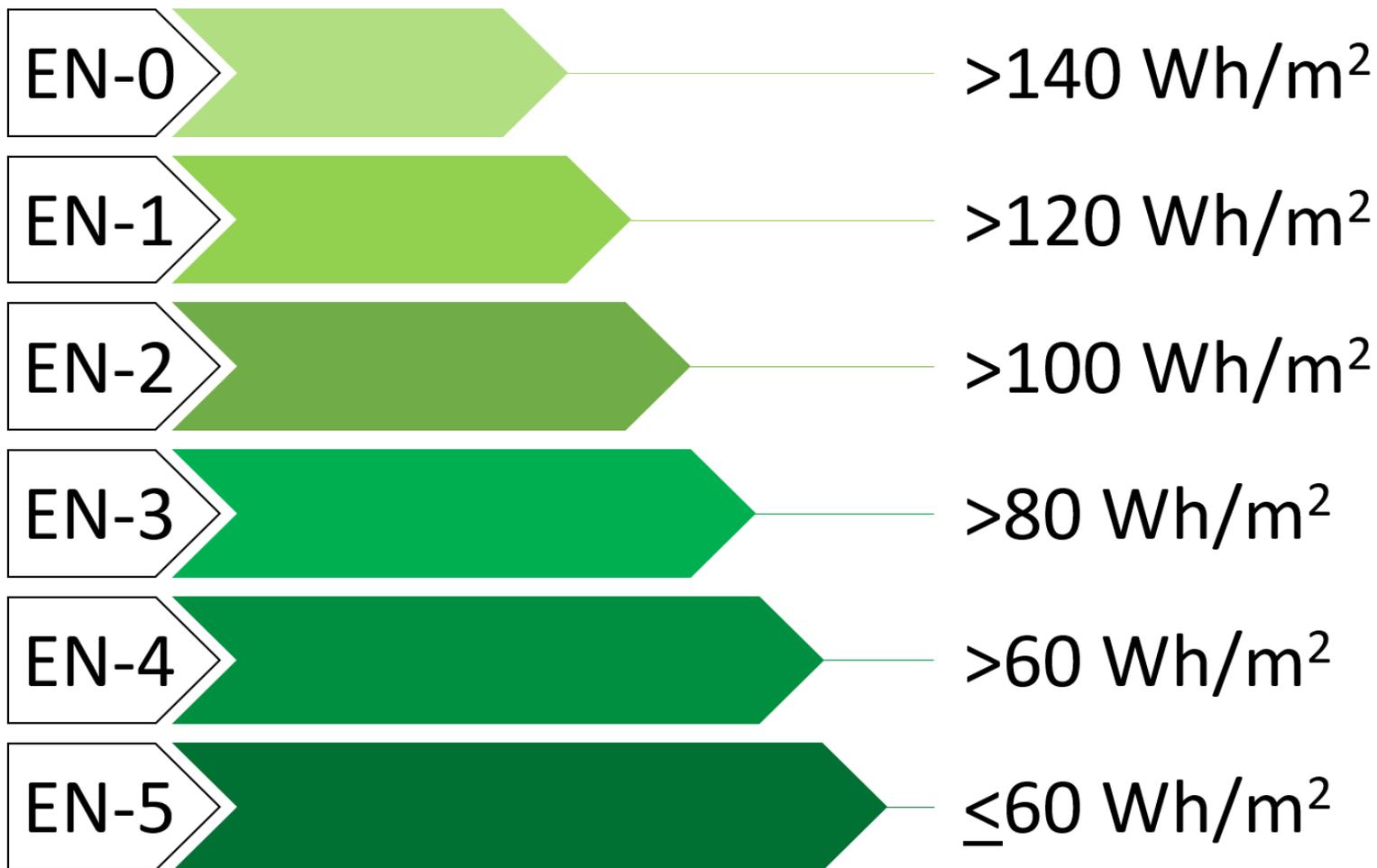


ILLUMINAMENTO ALTO

3) Classificazioni

Classificazione energetica

CONSUMO ALTO



CONSUMO BASSO

4) Intervento 1

Riqualficazione apparecchi luminosi

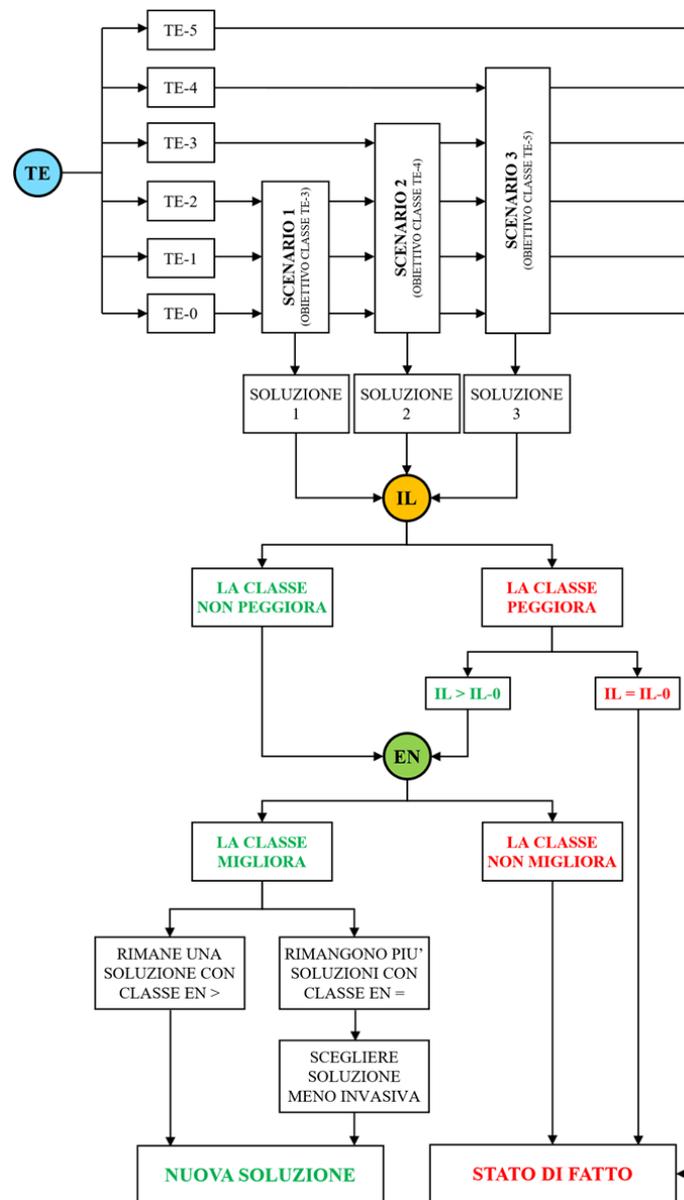
- Tipologia: **modificata**
- Numero: **invariato**
- Posizione: **invariata**

Aule modificate:
22 su 36

Analisi temporale

Analisi illuminotecnica

Analisi energetica

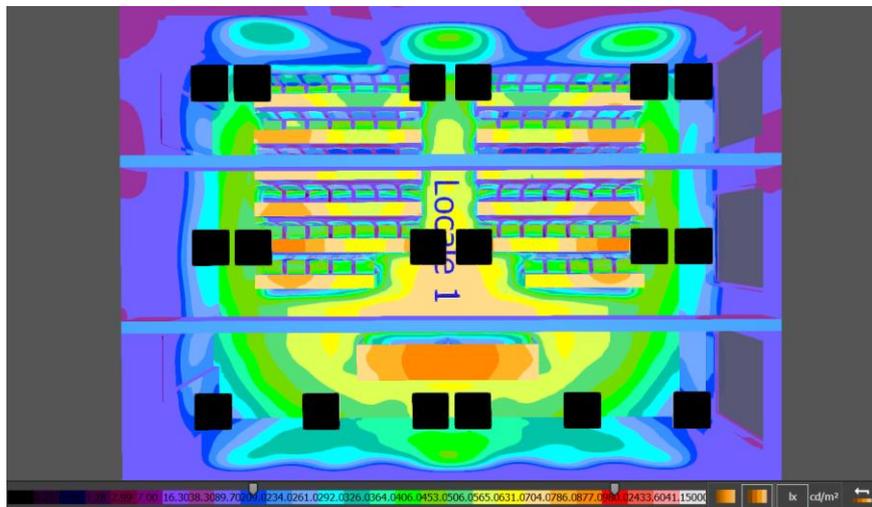


4) Intervento 1

B.6.1 - Stato di fatto



B.6.1 - Intervento 1



18 Lampade FL-Lin 4x18W (TE-1)

Illuminamento medio: 644 lx (IL-2)

Consumi: 130 Wh/m² (EN-1)



18 Lampade LED 1x44W (TE-5)

Illuminamento medio: 649 lx (IL-2)

Consumi: 80 Wh/m² (EN-4)

4) Intervento 1

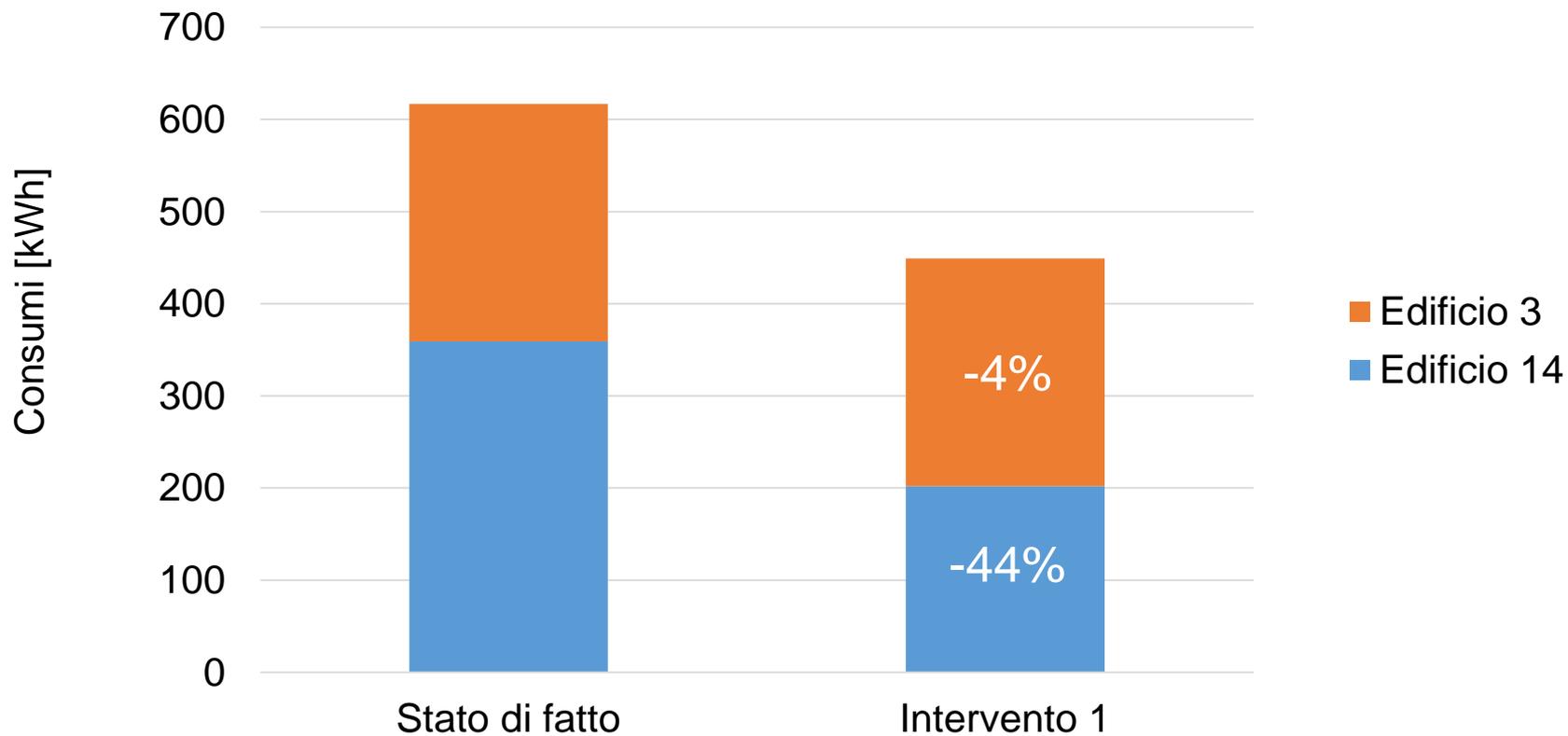
Aula	Stato di fatto		Intervento 1	
	Analisi temporale		Analisi temporale	
	Lampada	Classe temporale	Lampada	Classe temporale
B.3.1	FL-Lin 2x36W	TE-0	FL-Lin 1x36W	TE-3
B.4.2	FL-Lin 2x36W	TE-0	FL-Lin 1x36W	TE-3
B.6.1	FL-Lin 4x18W	TE-1	LED 1x44W	TE-5
B.6.2/3	FL-Lin 4x18W	TE-1	LED 1x44W	TE-5
S.0.2	FL-Pun 1x34W	TE-4	FL-Pun 1x34W	TE-4
S.1.1	FL-Lin 2x36W	TE-2	FL-Lin 1x36W	TE-3
S.1.3	FL-Lin 1x36W	TE-3	FL-Lin 1x36W	TE-3
S.1.8	LED 1x44W	TE-5	LED 1x44W	TE-5
S.2.2	FL-Lin 1x36W	TE-3	FL-Lin 1x36W	TE-3

4) Intervento 1

Aula	Stato di fatto				Intervento 1			
	Analisi illuminotecnica		Analisi energetica		Analisi illuminotecnica		Analisi energetica	
	Illuminamento [lx]	Classe illuminotecnica	Consumi [Wh/m ²]	Classe energetica	Illuminamento [lx]	Classe illuminotecnica	Consumi [Wh/m ²]	Classe energetica
B.3.1	234	IL-0	108	EN-2	256	IL-0	54	EN-5
B.4.2	312	IL-1	110	EN-2	347	IL-1	55	EN-5
B.6.1	644	IL-2	130	EN-1	649	IL-2	80	EN-4
B.6.2/3	697	IL-2	126	EN-1	715	IL-3	78	EN-4
S.0.2	635	IL-2	98	EN-3	635	IL-2	98	EN-3
S.1.1	549	IL-2	84	EN-3	301	IL-1	42	EN-5
S.1.3	684	IL-2	108	EN-2	684	IL-2	108	EN-2
S.1.8	849	IL-3	75	EN-4	849	IL-3	75	EN-4
S.2.2	729	IL-3	124	EN-1	729	IL-3	124	EN-1

4) Intervento 1

Risparmio energetico



5) Intervento 2

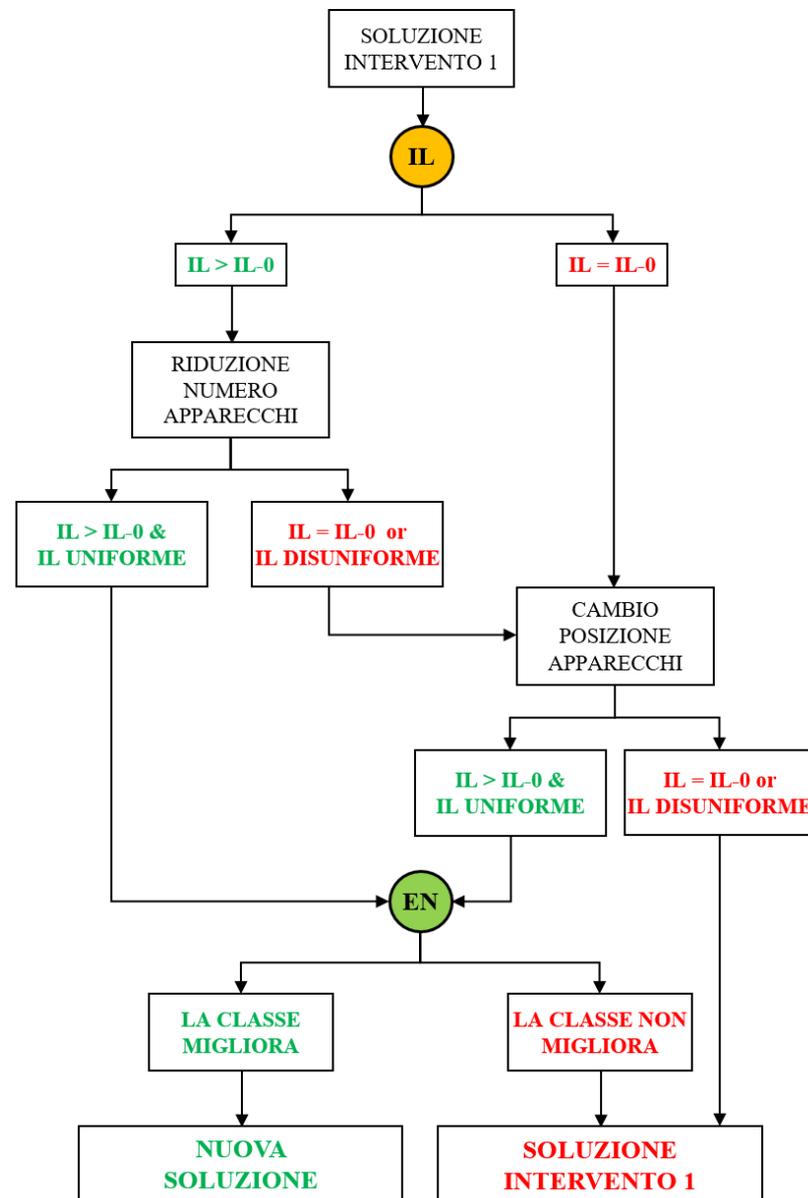
Riqualficazione apparecchi luminosi

- Tipologia: **modificata**
- Numero: **modificato**
- Posizione: **modificata**

Aule modificate:
36 su 36

Analisi
illuminotecnica

Analisi
energetica

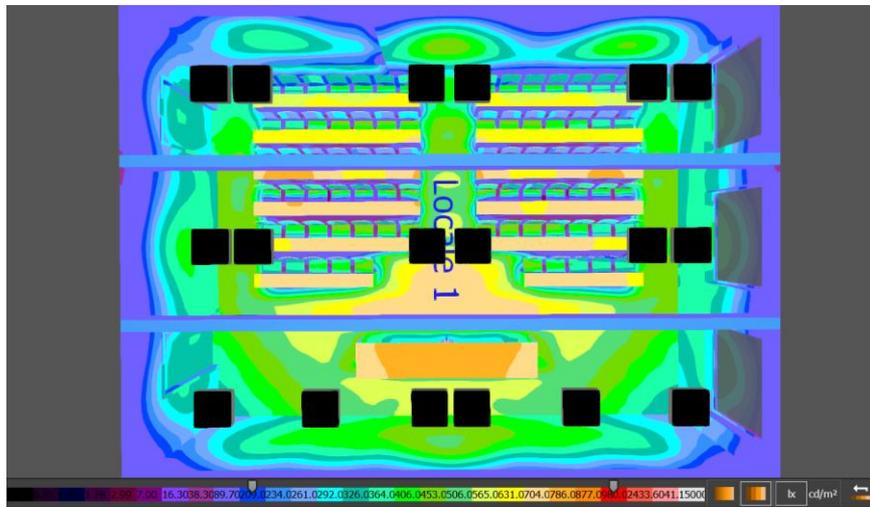


5) Intervento 2

B.6.1 - Intervento 1



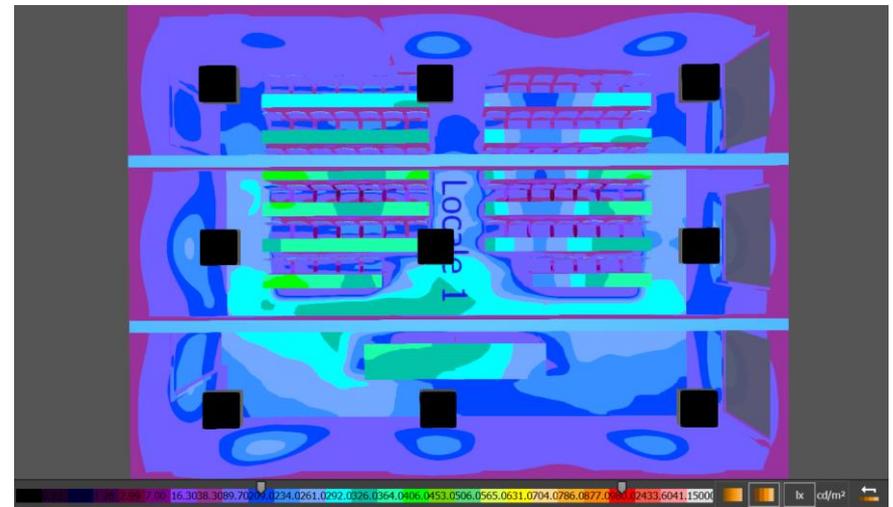
B.6.1 - Intervento 2



18 Lampade LED 1x44W (TE-5)

Illuminamento medio: 649 lx (IL-2)

Consumi: 80 Wh/m² (EN-4)



9 Lampade LED 1x44W (TE-5)

Illuminamento medio: 319 lx (IL-1)

Consumi: 40 Wh/m² (EN-5)

5) Intervento 2

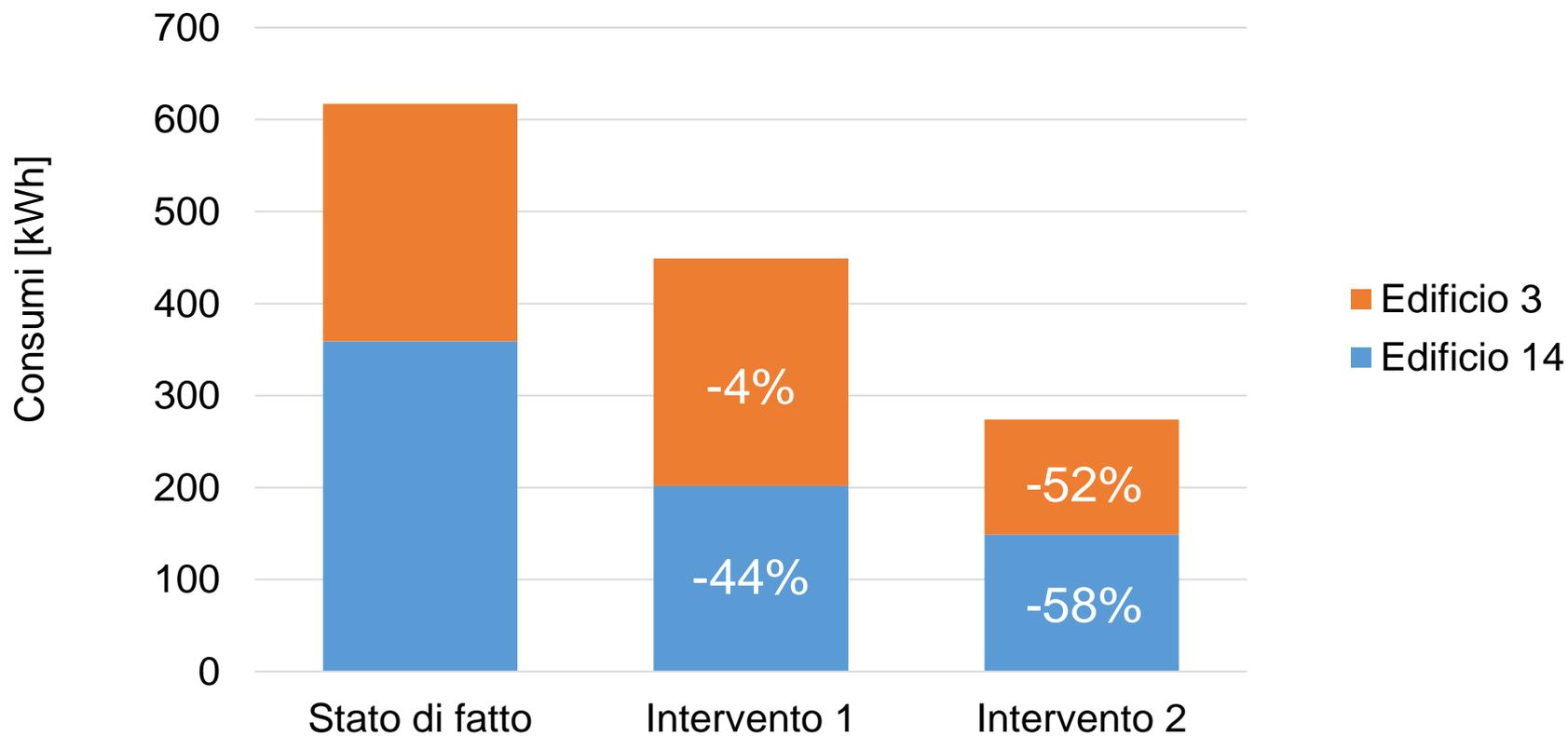
Aula	Stato di fatto			Intervento 2		
	Analisi temporale			Analisi temporale		
	Lampada	Classe temporale	N°	Lampada	Classe temporale	N°
B.3.1	FL-Lin 2x36W	TE-0	24	FL-Lin 1x36W	TE-3	24
B.4.2	FL-Lin 2x36W	TE-0	30	FL-Lin 1x36W	TE-3	26
B.6.1	FL-Lin 4x18W	TE-1	18	LED 1x44W	TE-5	9
B.6.2/3	FL-Lin 4x18W	TE-1	36	LED 1x44W	TE-5	18
S.0.2	FL-Pun 1x34W	TE-4	80	FL-Pun 1x34W	TE-4	48
S.1.1	FL-Lin 2x36W	TE-2	30	FL-Lin 1x36W	TE-3	30
S.1.3	FL-Lin 1x36W	TE-3	40	FL-Lin 1x36W	TE-3	22
S.1.8	LED 1x44W	TE-5	15 *	LED 1x44W	TE-5	6 *
S.2.2	FL-Lin 1x36W	TE-3	60 *	FL-Lin 1x36W	TE-3	24 *

5) Intervento 2

Aula	Stato di fatto				Intervento 2			
	Analisi illuminotecnica		Analisi energetica		Analisi illuminotecnica		Analisi energetica	
	Illuminamento [lx]	Classe illuminotecnica	Consumi [Wh/m ²]	Classe energetica	Illuminamento [lx]	Classe illuminotecnica	Consumi [Wh/m ²]	Classe energetica
B.3.1	234	IL-0	108	EN-2	256	IL-0	54	EN-5
B.4.2	312	IL-1	110	EN-2	303	IL-1	47	EN-5
B.6.1	644	IL-2	130	EN-1	319	IL-1	40	EN-5
B.6.2/3	697	IL-2	126	EN-1	354	IL-1	39	EN-5
S.0.2	635	IL-2	98	EN-3	553	IL-2	59	EN-5
S.1.1	549	IL-2	84	EN-3	301	IL-1	42	EN-5
S.1.3	684	IL-2	108	EN-2	413	IL-1	60	EN-5
S.1.8	849	IL-3	75	EN-4	365	IL-1	30	EN-5
S.2.2	729	IL-3	124	EN-1	319	IL-1	50	EN-5

5) Intervento 2

Risparmio energetico



6) Conclusioni

Consumi

- Stato di fatto

111 Wh/m²

EN-2



- Intervento 1:

Modifica tipologia
apparecchi luminosi

84 Wh/m²

EN-3



-25 %

- Intervento 2:

Modifica tipologia,
numero e posizione
apparecchi luminosi

49 Wh/m²

EN-5



-56 %

6) Conclusioni

	Consumi giornalieri		Quantità di CO_{2eq} giornaliera
• Stato di fatto	617 kWh		267 kgCO _{2eq}
• Intervento 1: Modifica tipologia apparecchi luminosi	449 kWh		195 kgCO _{2eq}
• Intervento 2: Modifica tipologia, numero e posizione apparecchi luminosi	274 kWh		119 kgCO _{2eq}

Fonte: Bollettino Ufficiale Regione Lombardia 26 Giugno 2009

6) Conclusioni

Lavoro svolto

- Analisi Edificio 14 ed Edificio 3, Campus Leonardo
- Classificazioni: Temporale, Illuminotecnica, Energetica
- Schema Intervento 1 - poco invasivo
- Schema Intervento 2 - invasivo

Sviluppi futuri

- Valutazione economica degli interventi
- Estensione procedimento ad altri edifici del Politecnico di Milano



Grazie per l'attenzione