

APPLICAZIONE DI STRUMENTI DI DIAGNOSI E SIMULAZIONE IN REGIME DINAMICO NELLA PROGETTAZIONE ENERGETICA CON PROCESSI DIGITALI.

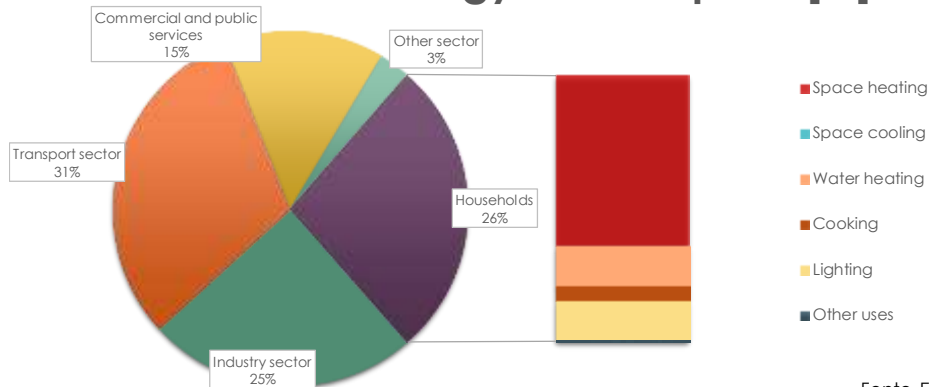
Costantino Carlo MASTINO – Università di Cagliari
24/10/2019- SAIE Bari

Sommario

- Introduzione
- Simulazione termo energetica in regime dinamico
- BIM - Analisi sull'interoperabilità e sul passaggio di dati
- Analisi caso studio
- Conclusioni

Introduzione

Final energy consumption [%]



Fonte: Eurostat

Decreto 26 giugno 2015 – DM requisiti minimi

Articolo 3

(Criteri e metodologie di calcolo della prestazione energetica degli edifici)

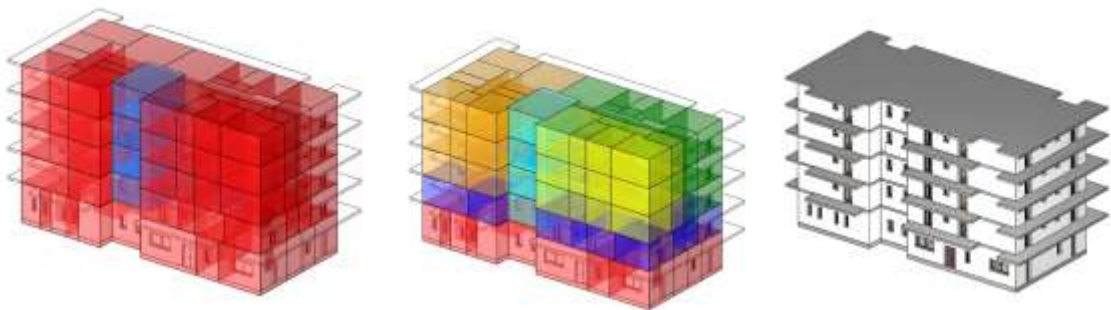
Comma3

3. Il Comitato Termotecnico Italiano – Energia e Ambiente, di seguito CTI, entro 90 giorni dall’emanazione delle norme EN a supporto della direttiva 2010/31/UE, **predispone uno schema di norma tecnica nazionale e relative linee guida per il calcolo della prestazione energetica con metodo orario, semplificato** sulla base di quanto definito nella norma UNI EN ISO 13790, al fine della sua eventuale introduzione nelle successive revisioni del presente decreto.

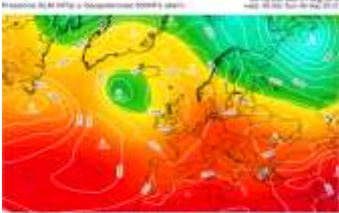
Concetti Fondamentali:



Modelli ed esempi





Definizioni



La radiazione solare

- Caratteristiche
- Geometria
- Stima






Norme tecniche

Tempo (meteorologico)



- Misure
- Dati
- Test reference years



Dati climatici





Le grandezze meteorologiche misurate sono:


- temperatura dell'aria
- velocità e direzione del vento
- pressione
- umidità
- tipo e quantità delle precipitazioni
- radiazione solare
- copertura del cielo
- radiazione ad onde lunghe dal cielo



Associazione Italiana Software Tecnico



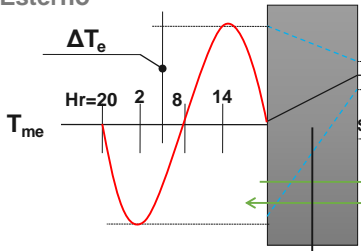
Prestazione involucro

Il ruolo della massa:

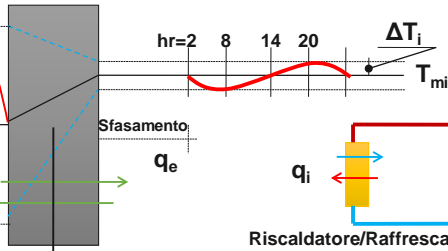
Inerzia termica

Caratterizza la risposta dell'edificio alle forzanti termiche in regime dinamico

Esterno



Superficie Disperdente



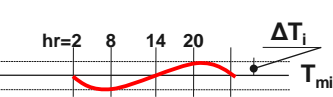
Sfasamento

q_e

q_i

Riscaldatore/Raffrescatore d'aria


Interno




ΔT_i

T_{mi}

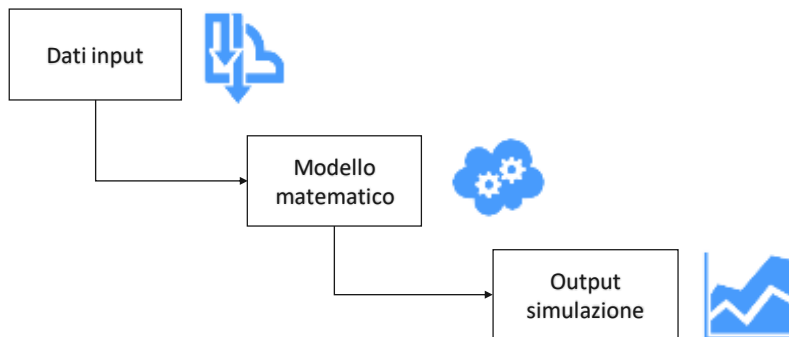
Attenuazione = $A = \frac{\Delta T_i}{\Delta T_e}$



Associazione Italiana Software Tecnico



- Simulazione energetica in regime dinamico



Simulazione energetica in regime quasi stazionario

Modello secondo UNI-TS 11300-1

- Metodo di calcolo semi-stazionario
- Medie mensili delle variabili climatiche esterne
- Trasferimento di calore governato dalla conduzione

$$Q_{H,nd} = (Q_{H,tr} + Q_{H,ve}) - \eta_{H,gn} \cdot (Q_{int} + Q_{sol})$$

$$Q_{C,nd} = (Q_{int} + Q_{sol}) - \eta_{C,ls} \cdot (Q_{C,tr} + Q_{C,ve})$$

PRO:

- ✓ Bassa complessità (equazioni algebriche)
- ✓ Affidabilità stima fabbisogni energetici per il riscaldamento

CONTRO:

- ✗ Valutazione del comportamento in regime estivo

Simulazione energetica in regime dinamico

Regime transitorio

- Metodo di calcolo orario (o passi temporali più brevi)
- Valori orari delle variabili climatiche esterne

$$MC \frac{dT}{d\tau} = \sum_k Q_k(\tau)$$

PRO:

- ✓ Analisi più dettagliata
- ✓ Simulazione più vicina alla situazione reale

CONTRO:

- ✗ Elevata complessità (equazioni differenziale)
- ✗ Elevato numero di dati di input necessari

Simulazione energetica in regime dinamico

Regime transitorio

- Metodo di calcolo orario (o passi temporali più brevi)
- Valori orari delle variabili climatiche esterne

$$MC \frac{dT}{d\tau} = \sum_k Q_k(\tau)$$

PRO:

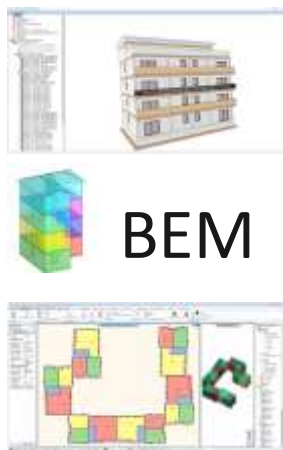
- ✓ Analisi più dettagliata
- ✓ Simulazione più vicina alla situazione reale

CONTRO:

- ✗ Elevata complessità (equazioni differenziale)
- ✗ Elevato numero di dati di input necessari

B I M

Analisi sull'interoperabilità e sul passaggio di dati



BEM



B I M

Analisi sull'interoperabilità e sul passaggio di dati

Alcuni vantaggi nell'utilizzo del modello architettonico

- Ridurre tempo e costi,
- Generazione di alternative,
- Migliori risultati ottenibili
- Migliore qualità del risultato

B I M

Analisi sull'interoperabilità e sul passaggio di dati

Analisi flusso di dati



Building

Information

Modeling

B I M

Analisi sull'interoperabilità e sul passaggio di dati

Strumenti e procedure

Procedure interne

Procedure esterne

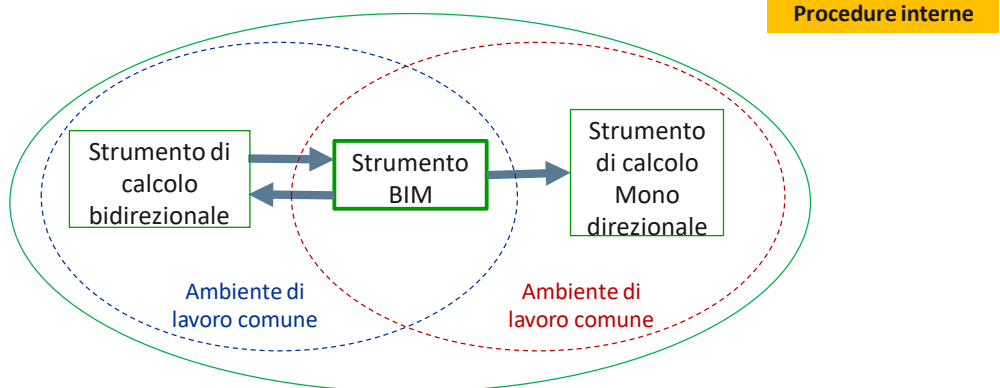
Prevedono l'utilizzo di strumenti interni o direttamente connessi con il Software BIM utilizzato per la modellazione 3D

Prevedono scambio E/O interscambio dei dati con un formato aperto

B I M

Analisi sull'interoperabilità e sul passaggio di dati

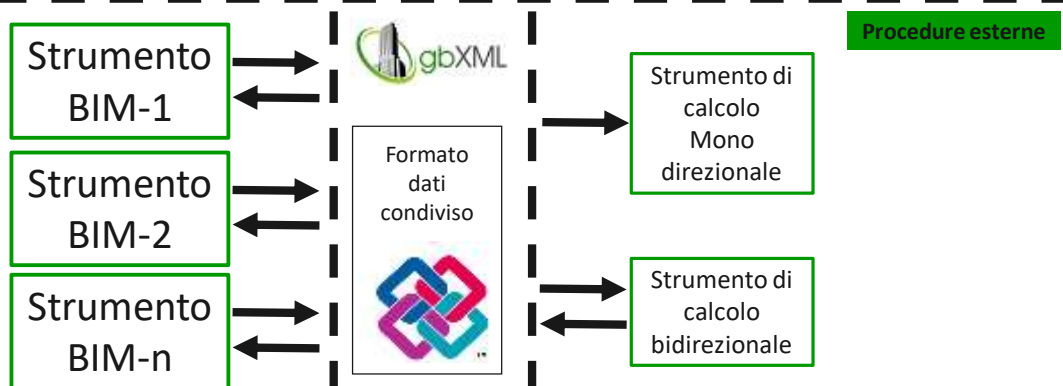
Strumenti e procedure



B I M

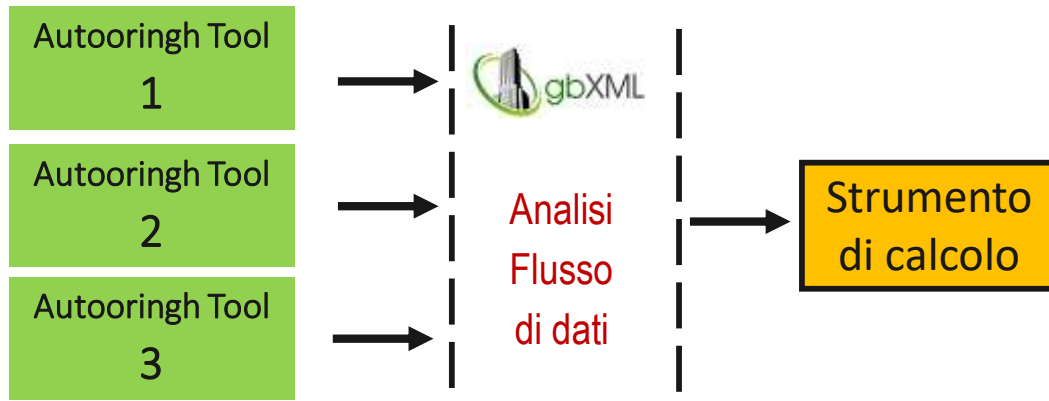
Analisi sull'interoperabilità e sul passaggio di dati

Strumenti e procedure



B I M

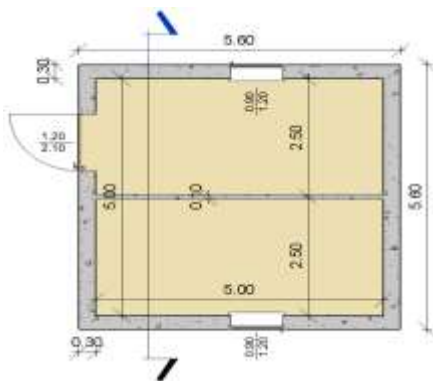
Analisi sull'interoperabilità e sul passaggio di dati



B I M

Analisi sull'interoperabilità e sul passaggio di dati

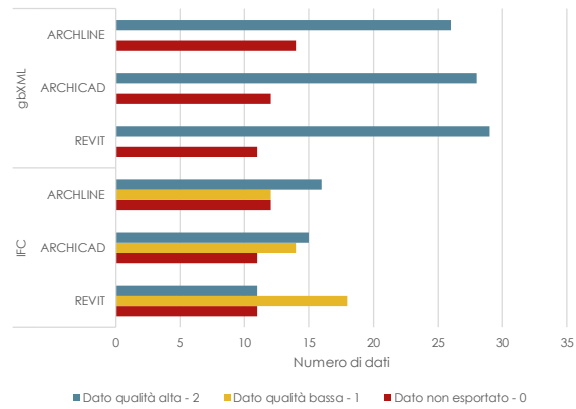
Analisi flusso di dati



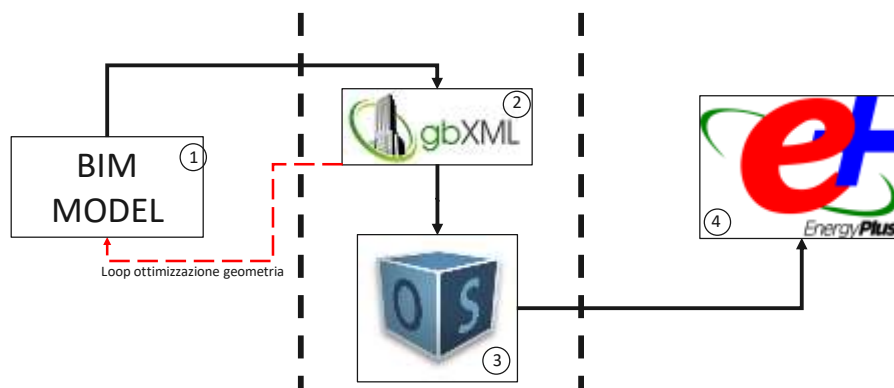
- Caratteristiche prestazionali involucro edilizio
- Profili di utilizzo delle fonti energetiche interne
- Informazioni sui ricambi d'aria
- Caratteristiche di inerzia delle strutture edilizie
- Prestazioni fisiche dei serramenti

Risultati Analisi flusso di dati

Qualità dati esportazione	
-	Parametro non supportato
0	Parametro non esportato.
1	Parametro esportato solo se esplicitato come informazione dell'oggetto nel modello.
2	Parametro esportato in base alla proprietà dell'oggetto nel modello.



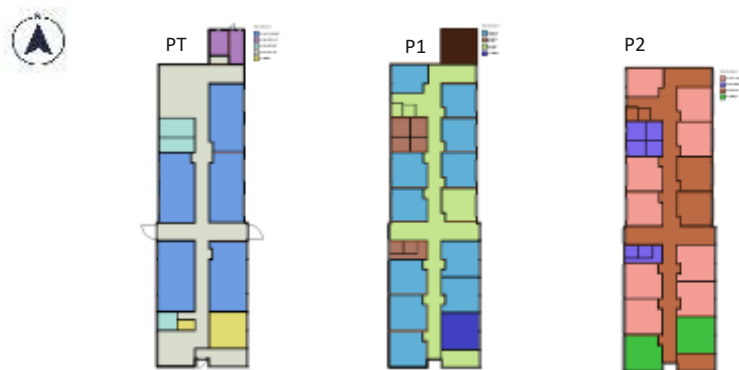
Procedura di analisi



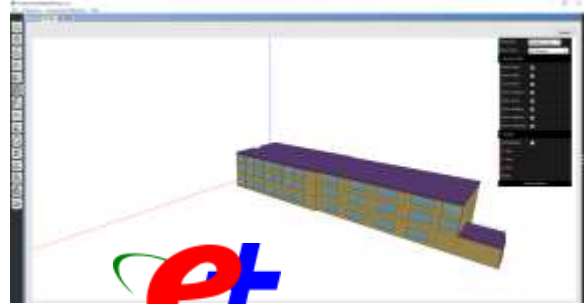
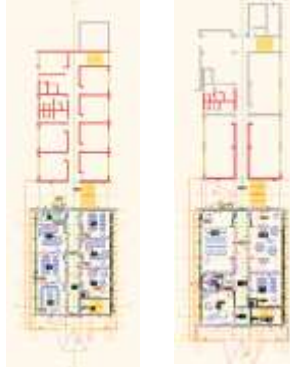
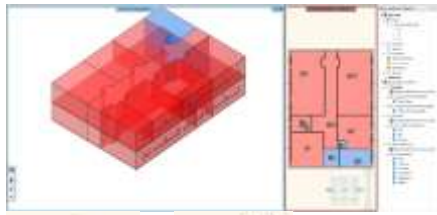
Caso studio



Caso studio - Zonizzazione



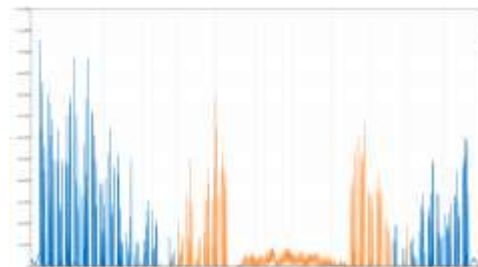
Caso studio



Caso studio

RAFFRESCAMENTO				
Nome zona	Area zone termiche OpenStudio [m ²]	Carico di picco [W]	Carico di picco [kW]	Carico di picco [W/m ²]
ZONA_AULE E LABORATORI_PT	541,98	36246,27	36,25	66,88
ZONA_UFFICI_PT	77,11	3598,06	3,60	46,66
ZONA_AULE E LABORATORI_P1	582,84	64872,33	44,87	111,30
ZONA_UFFICI_P1	67,78	5021,48	5,02	74,08
ZONA_AULE E LABORATORI_P2	474,08	55631,04	55,63	117,35
ZONA_UFFICI_P2	125,89	8957,36	8,96	71,15
TOTALE	1869,68	174326,54	174,33	81,24

RISCALDAMENTO				
Nome zona	Area zone termiche OpenStudio [m ²]	Carico di picco [W]	Carico di picco [kW]	Carico di picco [W/m ²]
ZONA_AULE E LABORATORI_PT	541,98	19559,06	19,56	36,09
ZONA_UFFICI_PT	77,11	2417,79	2,42	31,36
ZONA_AULE E LABORATORI_P1	582,84	26416,78	26,42	45,32
ZONA_UFFICI_P1	67,78	2351,38	2,35	34,69
ZONA_AULE E LABORATORI_P2	474,08	33935,25	33,94	71,58
ZONA_UFFICI_P2	125,89	8682,97	8,68	68,97
TOTALE	1869,68	93363,23	93,36	48,00



Andamento orario energia richiesta dall'edificio [J]

Caso studio - Impianti

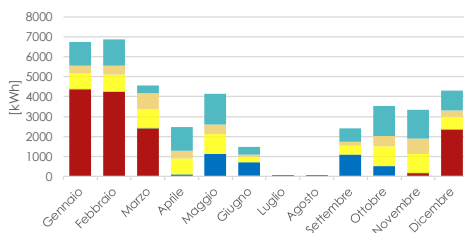
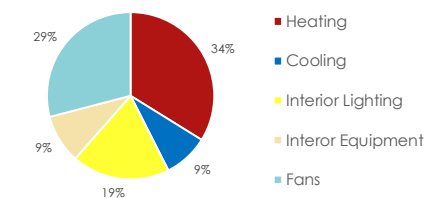
Uffici: Sistema VRV



Aule: Sistema rooftop

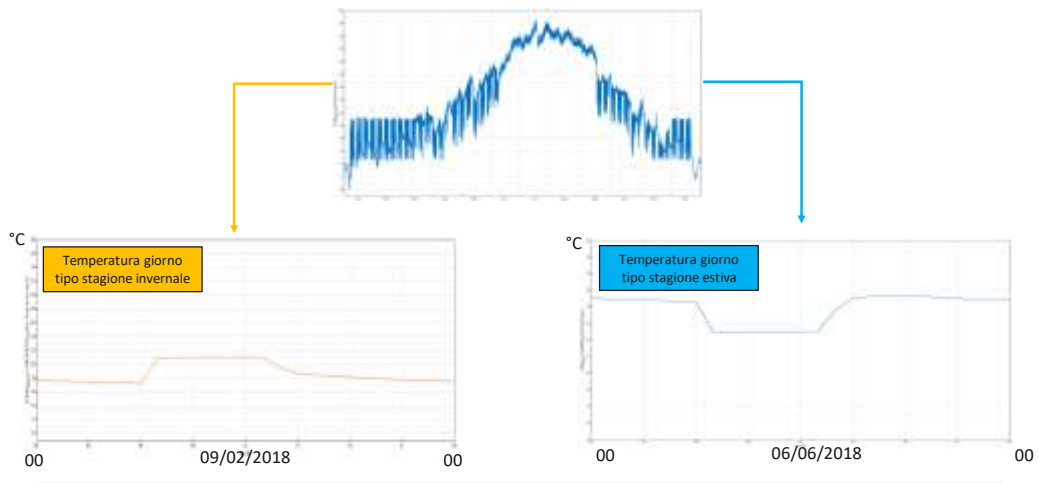


Caso studio – Risultati fabbisogni energetici



- Energia elettrica «consumata»
22,5kWh/m² anno
- Energia primaria «consumata»
54,45kWh/m² anno
- Fabbisogno energetico riscaldamento
13706kWh/anno
- Fabbisogno energetico raffrescamento
3525kWh/anno

Caso studio – Risultati comfort termoigrometrico



Conclusioni

- Ridotta interoperabilità fra gli strumenti utilizzati
- Difficoltà nella definizione di un flusso di lavoro automatizzato
- Impossibilità di implementare la totalità delle variabili energetiche in un modello BIM
- Analisi energetica e sulla qualità dell'ambiente interno dettagliata

Grazie per l'attenzione

mastino@unica.it