



Green
Building
Council
Italia

06 luglio 2023

Dalla Tassonomia al PNRR: la digitalizzazione del processo edilizio per la transizione ecologica

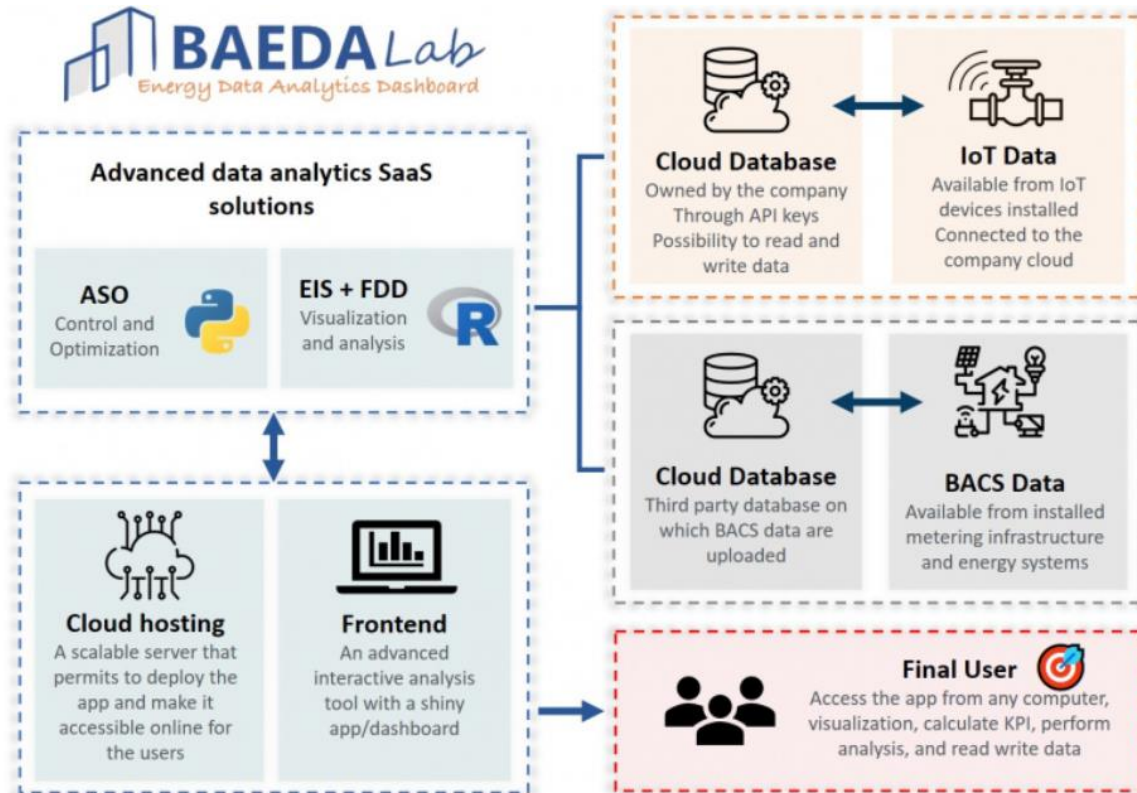
Prof. Alfonso Capozzoli

I BACS: dalla progettazione al monitoraggio

www.gbcitalia.org

BAEDA LAB

BAEDA è un laboratorio di ricerca al Politecnico di Torino che ha l'obiettivo di contribuire a colmare il divario tra il dominio energetico e la scienza dei dati, supportando la transizione verso nuovi paradigmi di gestione intelligente dell'energia negli edifici e nelle reti energetiche.



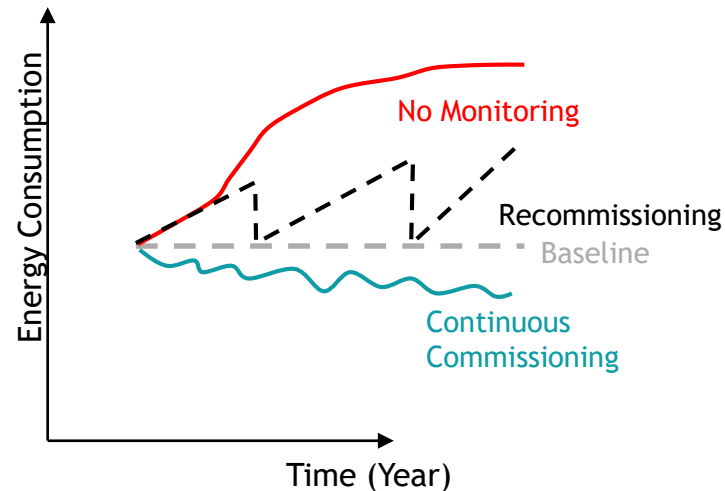
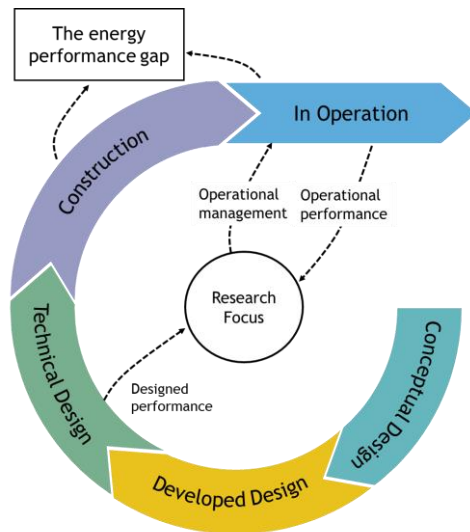
<http://www.baeda.polito.it/>

Energy Management and information Systems in buildings



IL CONTESTO

- La EPBD enfatizza fortemente il potenziale **delle tecnologie intelligenti**, per migliorare sia l'efficienza energetica che il benessere degli occupanti. I **sistemi di gestione, automazione e controllo** rappresentano la tecnologia chiave
- Il Regolamento (UE) 2020/2155 della Commissione ha stabilito la definizione dello **Smart Readiness Indicator** e una metodologia comune per il suo calcolo.
- SNSI - **Agenda Digitale, Smart Communities e Sistemi di mobilità intelligente** - **Industria intelligente e sostenibile, energia e ambiente**
- PNR - **Clima, energia, mobilità sostenibile** – **Articolazione 1** (tecnologie di storage termici ed elettrici e di controllori avanzati) – **Articolazione 5** (approcci data driven, anche basati su processi di intelligenza artificiale)



Qual è il ruolo della digitalizzazione per la transizione ecologica negli edifici?

IL CONTESTO DELL'EPBD

- Il nuovo testo dell'EPBD, pubblicato il 14 marzo 2023, si basa su alcuni **considerando** iniziali, tra cui:
 - (36) "[...] Unitamente ai dati forniti dai contatori intelligenti e ai dati prodotti dal veicolo, l'infrastruttura di ricarica per i veicoli elettrici potrebbe altresì fornire **soluzioni di flessibilità**, l'integrazione di servizi di ricarica intelligente e bidirezionale nonché servizi di integrazione dei sistemi in generale [...]".
 - (41) "[...]La **digitalizzazione** del sistema elettrico sta cambiando rapidamente il panorama energetico, dall'integrazione delle energie rinnovabili alle reti intelligenti e agli edifici predisposti all'intelligenza. Per **digitalizzare il settore edilizio**, gli obiettivi dell'Unione in materia di connettività e le sue ambizioni relative alla diffusione di reti di comunicazione ad alta capacità sono importanti per abitazioni intelligenti e per comunità dotate di buoni collegamenti. Si dovrebbero predisporre incentivi mirati per **sistemi predisposti all'intelligenza** e **soluzioni digitali** nell'ambiente edificato. Ciò offrirebbe nuove opportunità in termini di **risparmio energetico**, fornendo ai consumatori informazioni più precise sui loro **modelli di consumo** e consentendo al gestore di sistema di **gestire più efficacemente** la rete".
 - (43) "L'**indicatore di predisposizione degli edifici all'intelligenza** dovrebbe misurare la capacità degli edifici di usare le **tecnologie dell'informazione e della comunicazione** e i sistemi elettronici per adeguarne il funzionamento alle esigenze degli occupanti e alla rete e migliorare l'efficienza energetica e la prestazione complessiva degli edifici. L'indicatore della predisposizione degli edifici all'intelligenza dovrebbe **sensibilizzare** i proprietari e gli occupanti sul **valore dell'automazione** degli edifici **e del monitoraggio** elettronico dei sistemi tecnici per l'edilizia e dovrebbe assicurare gli occupanti circa i risparmi reali di tali nuove funzionalità potenziate."
 - (50) "Il **monitoraggio** del parco immobiliare è agevolato dalla **disponibilità dei dati** raccolti grazie alle tecnologie digitali che permettono di ridurre i costi amministrativi. È pertanto opportuno creare **banche dati nazionali** sulla prestazione energetica degli edifici: le informazioni ivi contenute dovrebbero essere trasferite all'Osservatorio del parco immobiliare dell'UE."

IL CONTESTO DELL'EPBD

- Sulla base delle precedenti considerazioni la nuova EPBD stabilisce che:
 - **Art. 2, paragrafo 6 bis: "flessibilità della domanda:** la capacità dei clienti attivi di reagire a segnali esterni e di adeguare la produzione e il consumo di energia, individualmente o per aggregazione, in modo dinamico in funzione del tempo, che può essere fornita da risorse energetiche intelligenti e decentrate, tra cui la gestione della domanda, lo stoccaggio dell'energia e la generazione distribuita da fonti rinnovabili, al fine di sostenere un sistema energetico più affidabile, sostenibile ed efficiente;«
 - **Art. 8, paragrafo 3 bis:** "Gli Stati membri **incoraggiano l'utilizzo di tecnologie digitali** per **l'analisi**, la **simulazione** e la **gestione degli edifici**, anche per quanto riguarda le ristrutturazioni profonde.«
 - **Art. 11, paragrafo 4 quarter:** "[...] dal 1° gennaio 2025, [...] gli edifici residenziali nuovi e sottoposti a ristrutturazioni importanti con una potenza nominale utile superiore a 70 kW [...] siano attrezzati con quanto segue: (a) una funzionalità di **monitoraggio** elettronico continuo dei sistemi negli edifici a livello di edificio e unità pertinente, che **misura l'efficienza e informa** i proprietari o gli amministratori nel caso di una variazione significativa e della **necessità di manutenzione**; (b) funzionalità di regolazione e bilanciamento efficaci ai fini della generazione, della distribuzione, dello stoccaggio e del consumo ottimali dell'energia; (c) **flessibilità** sul versante della **domanda** [...];
 - **Art. 11, paragrafo 4 quinquies:** "[...] gli edifici residenziali con una superficie calpestabile superiore a 1 000 m² devono essere dotati di **funzionalità** che consentano: (a) di confrontare l'efficienza energetica degli edifici, **rilevare le perdite d'efficienza** dei sistemi tecnici per l'edilizia e **informare** il responsabile delle strutture o della gestione tecnica dell'edificio delle **opportunità di miglioramento** in termini di efficienza energetica; (b) la **comunicazione** con i sistemi tecnici per l'edilizia connessi e altre apparecchiature interne all'edificio, nonché essere interoperabili con i sistemi tecnici per l'edilizia con tecnologie proprietarie, dispositivi e fabbricanti diversi.«
 - **Art. 13, comma 2:** "Entro il **31 dicembre 2024** [...] l'applicazione obbligatoria, del sistema comune a livello di Unione per **valutare la predisposizione degli edifici all'intelligenza**, [...] agli edifici non residenziali con potenza nominale utile superiore a 290 kW [...]. A decorrere dal 1° gennaio 2030 il sistema comune dell'Unione si applica agli edifici non residenziali con una potenza nominale utile di 70 kW.

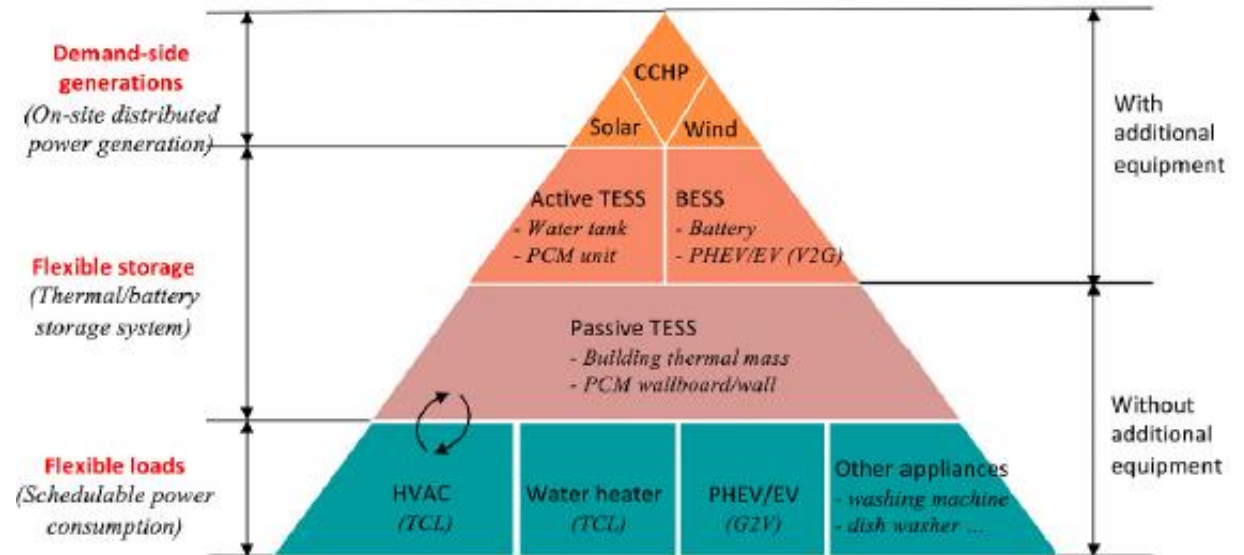


IL CONTESTO DELL'EPBD



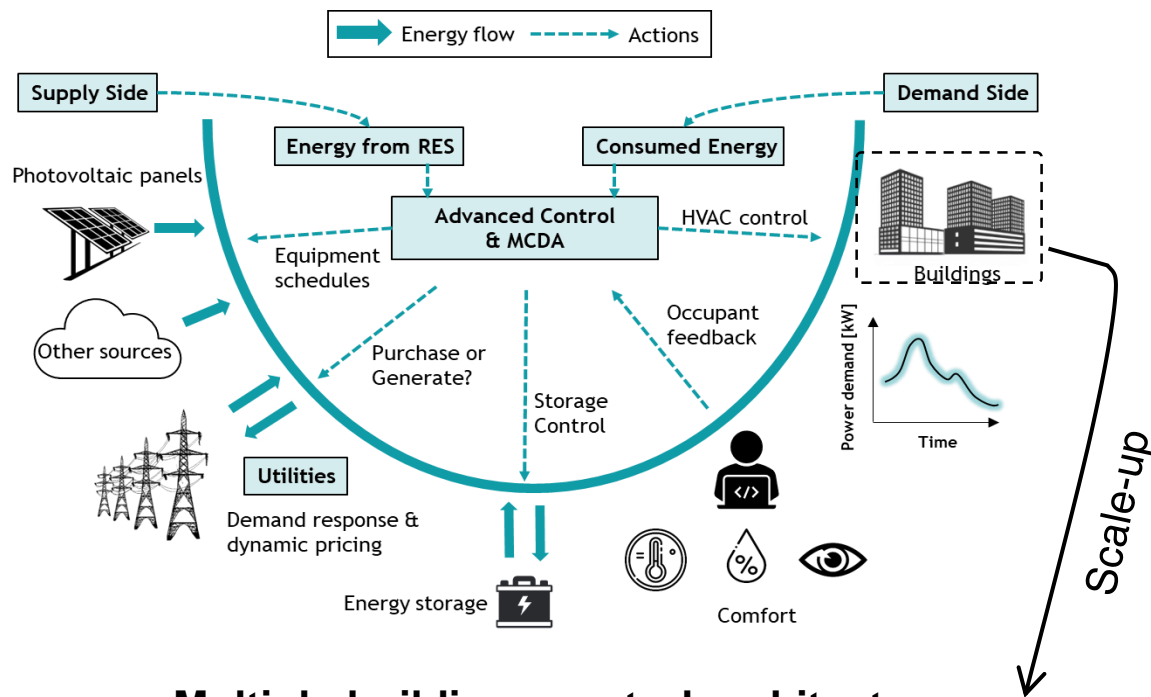
FLESSIBILITA' ENERGETICA

La flessibilità energetica di un edificio è la capacità di gestire la domanda e la generazione in base alle condizioni climatiche locali, alle esigenze degli utenti e ai requisiti della rete energetica.

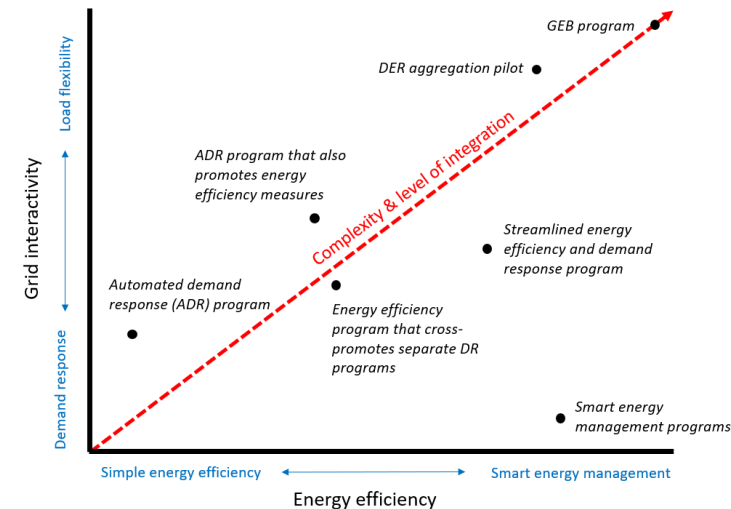
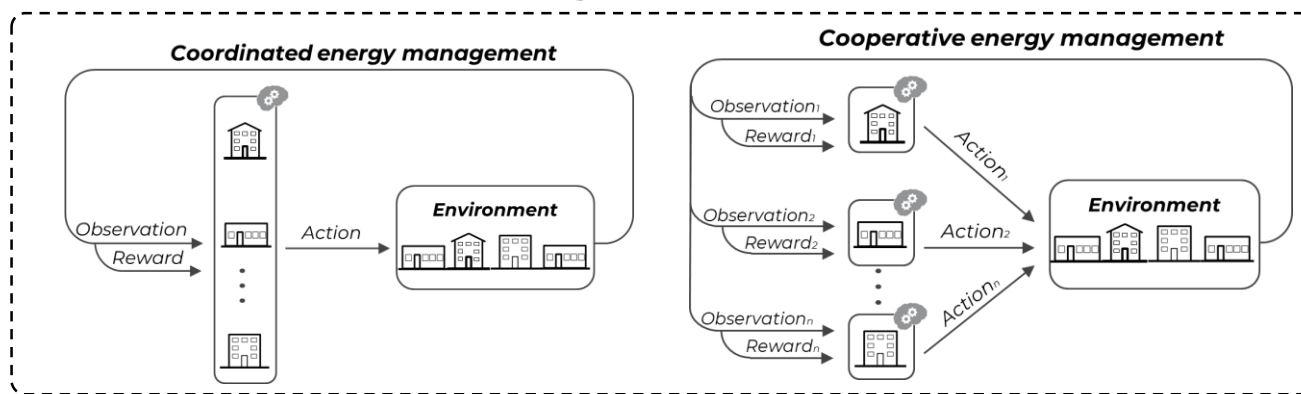


Fonte: M.Hu et al., Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2020

GESTIRE LA COMPLESSITÀ PER UNA TRANSIZIONE GREEN



Multiple buildings control architectures

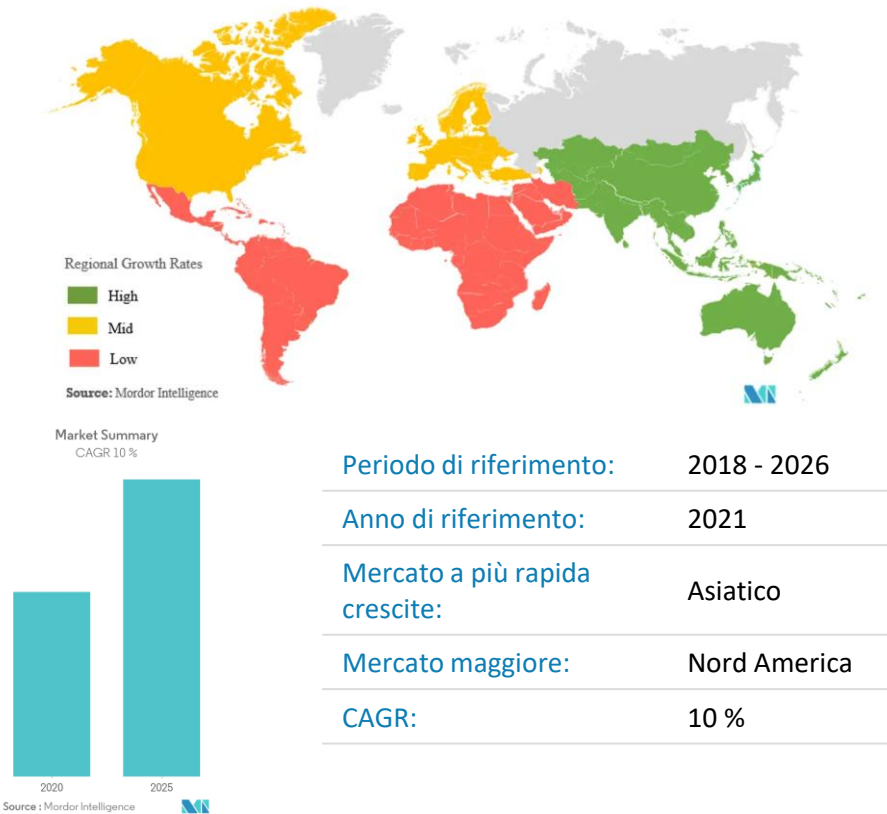


- **Digitalizzazione:** i dati vengono raccolti attraverso infrastrutture di monitoraggio (BACS e smart meter).
- **Decarbonizzazione:** penetrazione della produzione di FER abbinata a sistemi di accumulo, per bilanciare la produzione e il fabbisogno energetico.
- **Decentralizzazione:** paradigmi basati sulla gestione energetica cooperativa per ottimizzare gruppi di edifici per raggiungere un obiettivo globale di distretto (comunità energetiche).

LA RIVOLUZIONE IoT E LA DIGITALIZZAZIONE IN CAMPO ENERGETICO

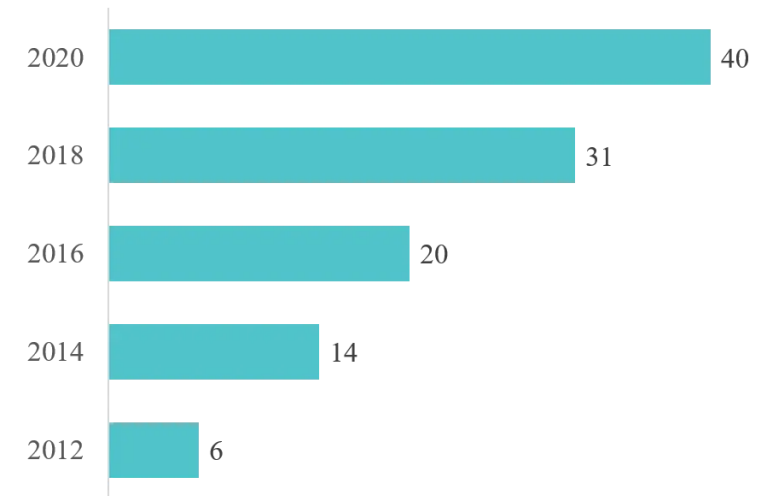
Il comparto IoT nel mercato dell'energia è stato **valutato 168,57 miliardi di dollari nel 2020** e si prevede che **raggiungerà 298,26 miliardi di dollari entro il 2026**, con una crescita del 10% nel periodo di previsione (2021-2026).

Internet of Things (IoT) in Energy Market - Growth Rate by Region (2021 - 2026)



Si prevede che tra le tecnologie IoT, gli **smart meters deterranno una quota significativa del mercato** dato il forte incremento di consapevolezza da parte della popolazione nei confronti di questa tecnologia. Gli smart meters sono tra i dispositivi IoT più adottati dalle aziende negli ultimi anni. Questi dispositivi consentono di acquisire informazioni utili ad una gestione energetica più efficace.

Population Aware About Smart Meters, in (%), United Kingdom, 2012-2020

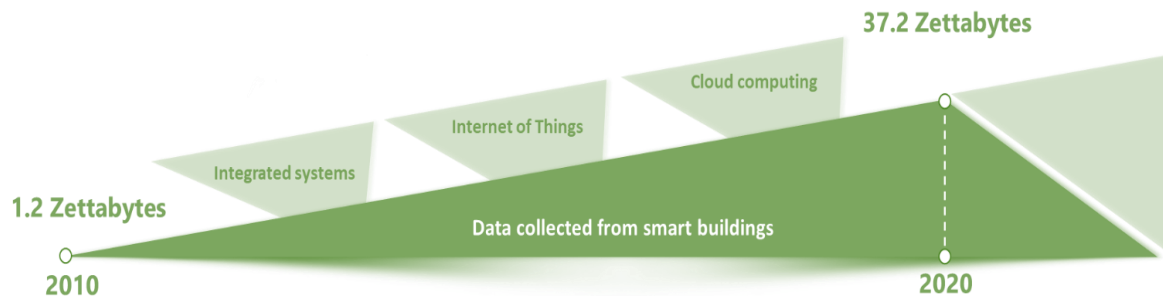
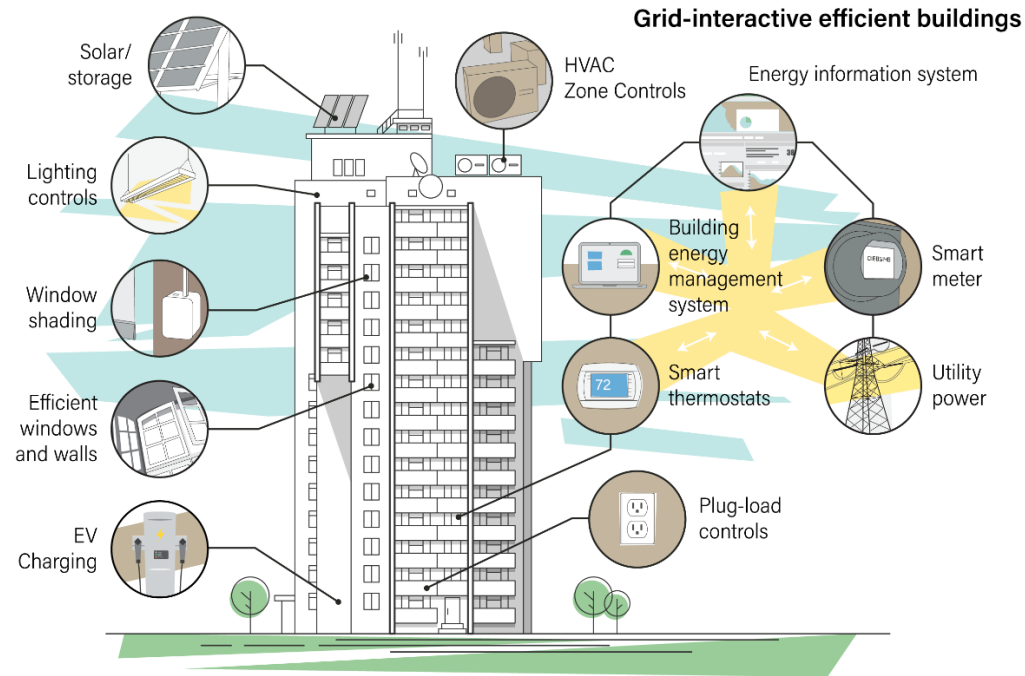


Source: UK Department for Business, Energy and Industrial Strategy

LE SFIDE DELLA DIGITALIZZAZIONE

“Today's buildings are not only energy intensive, but also information intensive”

Linda Fu Xiao

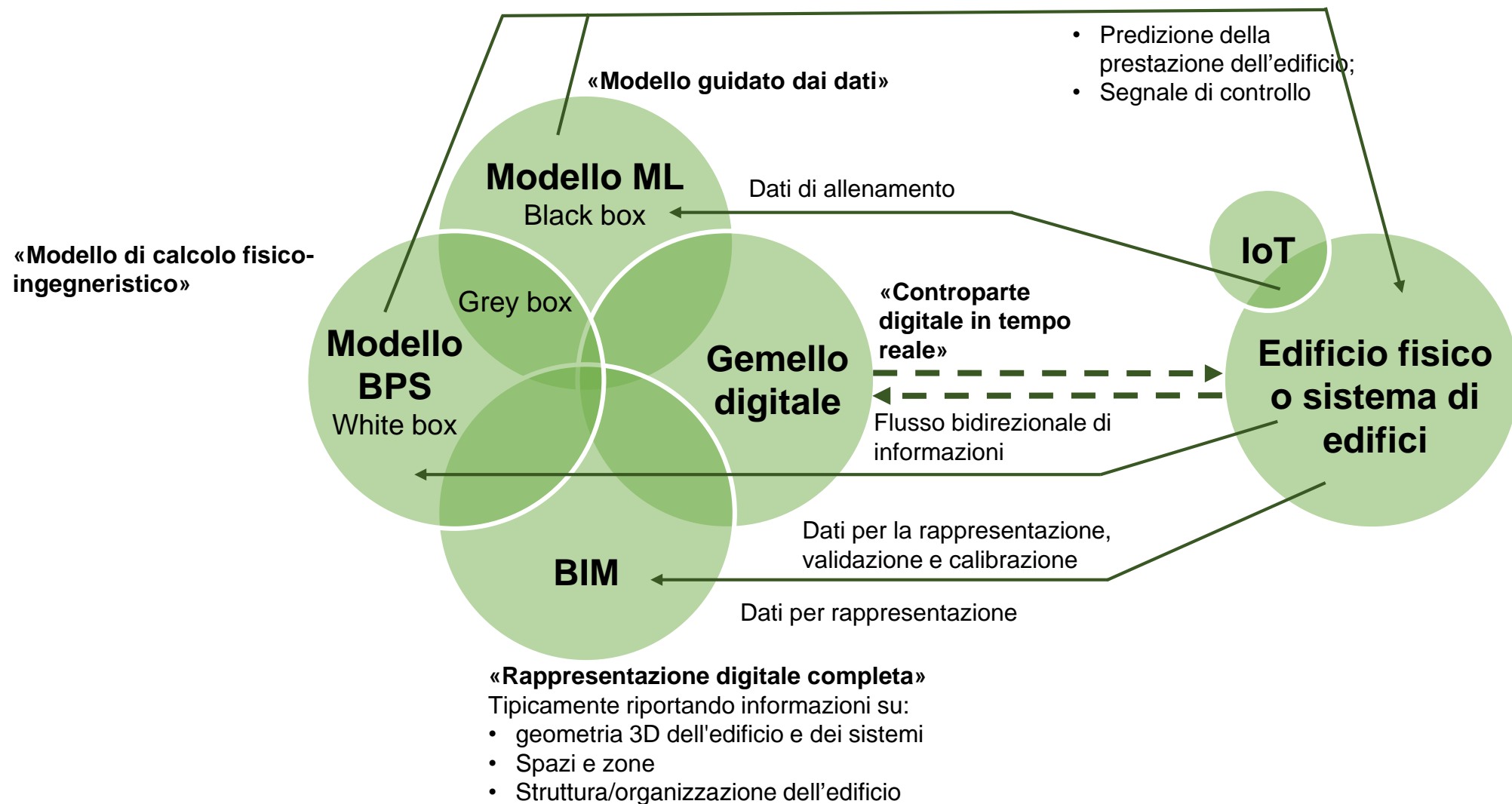


- Il **monitoraggio pervasivo** degli edifici riflette le reali prestazioni energetiche degli edifici e dei sistemi.
- Estrarre conoscenza dai dati abilita importanti opportunità per incrementare l'efficienza energetica

Quali sono le sfide?

- Gestire **quantità** molto elevate **di dati che continuano ad aumentare nel tempo.**
- Utilizzare strumenti che permettano di estrarre conoscenza da database **complessi e multivariati.**
- Nuovi paradigmi della gestione energetica – **da un approccio reattivo ad uno predittivo**

IA PER AFFRONTARE LA COMPLESSITÀ E LE OPPORTUNITÀ DELLA DIGITALIZZAZIONE



IA PER AFFRONTARE LA COMPLESSITÀ E LE OPPORTUNITÀ DELLA DIGITALIZZAZIONE



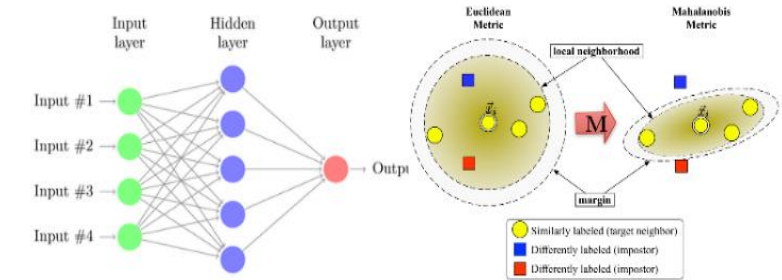
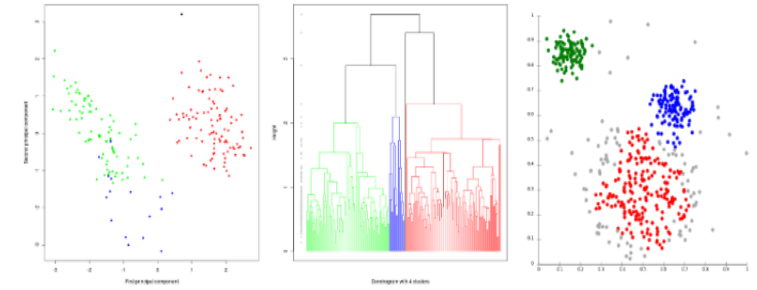
Quale è il ruolo dell'IA?

Processi non supervisionati

- Esplorare e caratterizzare per individuare associazioni, correlazioni, similarità, dipendenze o profili tipologici

Processi supervisionati

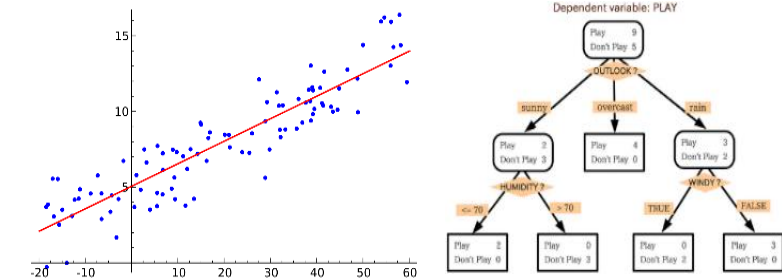
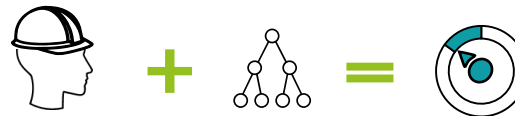
- Sviluppare modelli empirici o semi-empirici per stimare o classificare variabili di interesse (e.g., domanda di energia)



Quale è il ruolo dell'esperto di dominio?

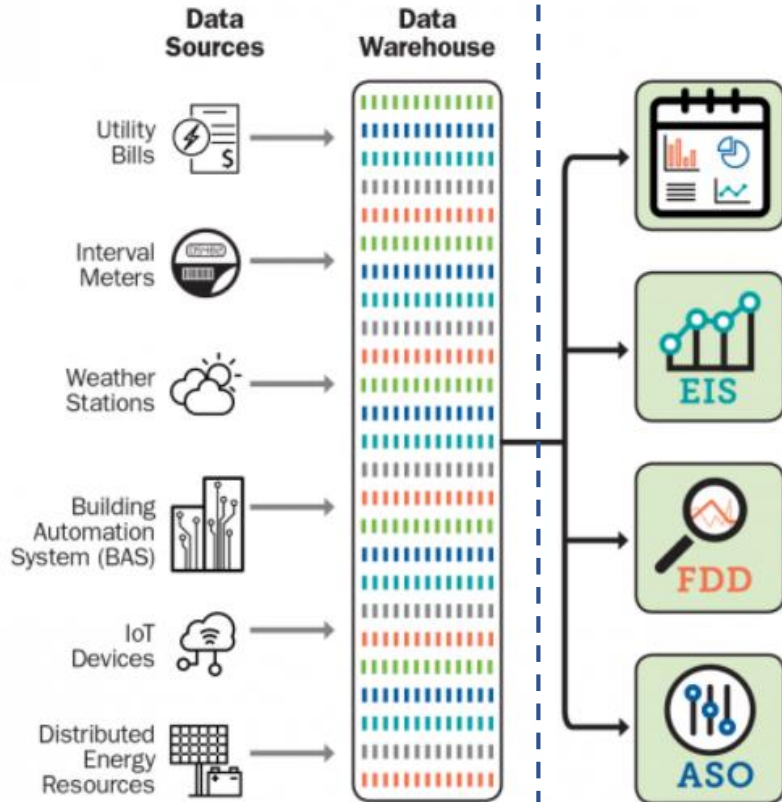
- ✓ Definire gli obiettivi
- ✓ Individuare le variabili
- ✓ Selezionare la tipologia di modello
- ✓ Interpretare I risultati

Trasformare la conoscenza estratta dai dati in opportunità di risparmio energetico

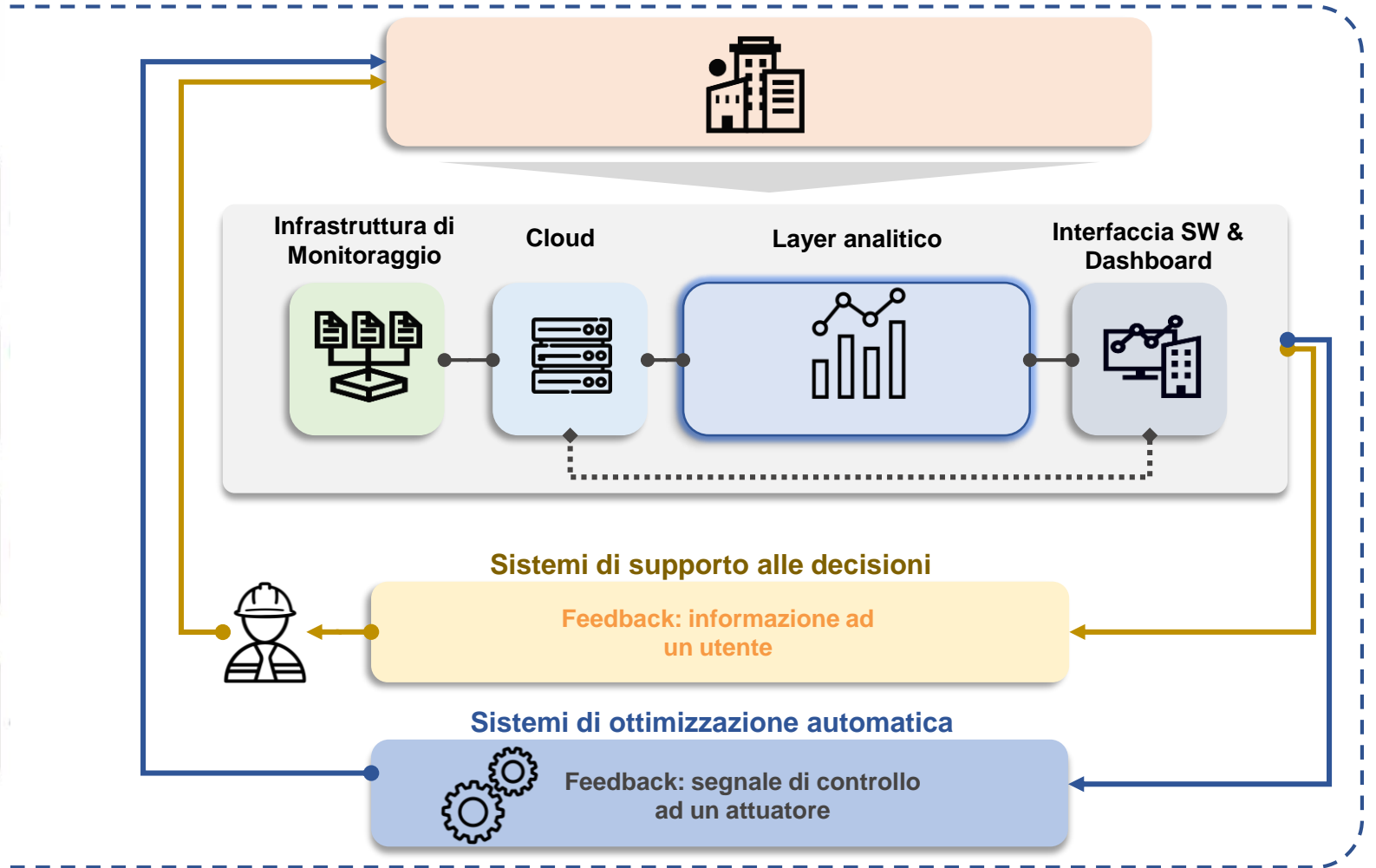


UN NUOVA GENERAZIONE DI SISTEMI DI GESTIONE ENERGETICA BASATI SULL'IA

<p>ENERGY SAVINGS FOR ORGANIZATIONS WITH EMIS:</p> <p>3% EIS 9% FDD</p> <p>\$95 million PROJECTED ANNUAL SAVINGS for all organizations</p> <p>\$3 million ANNUAL SAVINGS for the median portfolio (15 million sq ft)</p>	<p>FIRST-YEAR INSTALLATION AND SOFTWARE COSTS:</p> <p>EIS \$0.02/sq ft FDD \$0.08/sq ft</p>	<p>INVESTMENT PAYBACK:</p> <p>2 years</p>
--	---	--



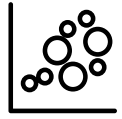
Source: <https://betterbuildingsolutioncenter.energy.gov/beat-blog/smart-energy-analytics-are-key-building-energy-and-cost-savings>



LA NUOVA GENERAZIONE DI SISTEMI DI GESTIONE DELL'ENERGIA BASATI SU IA

Energy Information System

ALTO livello
Open Loop



Energy
profiling



Predizione del
carico



Identificazione e
diagnosi di anomalie



Visualizzazioni
avanzate



Gestione
dell'occupante

Automated System Optimisation

BASSO livello
Closed Loop



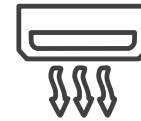
Controllo RES



Demand
Response



Controllo componenti
di involucro adattativo



Controllo
sistemi HVAC

Opportunità

- Continuous commissioning, diagnosi e manutenzione del sistema
- Caratterizzazione del profilo della domanda per iniziative di gestione del carico e di domanda attiva
- Caratterizzazione del comportamento degli occupanti e profili occupazionali
- Controllo predittivo e adattivo per sistemi energetici e componenti/tecnologie responsive

STAKEHOLDERS COINVOLTI



ENERGY MANAGERS ED EGE

i) **Monitorano e gestiscono le prestazioni energetiche** implementando **misure di conservazione dell'energia**, ii) **monitorano KPI specifici**, valutando le decisioni per la sostenibilità iv) le opportunità per aumentare l'efficienza energetica

ESIGENZE E ASPETTATIVE

- Eseguire audit energetici
- Attuare strategie di risparmio energetico e piani d'azione
- Misura e verifica
- Gestire il budget delle utenze (costi operativi)
- Produrre rapporti sulle prestazioni energetiche (ad esempio, ISO 50001).



MAINTENANCE STAFF

i) Eseguono le **operazioni quotidiane e straordinarie**, ii) la sostituzione di parti e componenti strutturali e altre attività necessarie per preservare l'edificio/sistema energetico **da scarse prestazioni**

ESIGENZE E ASPETTATIVE

- Eseguire la manutenzione ordinaria e straordinaria
- Interessarsi dell'integrità e del funzionamento dei componenti e dei sistemi
- Evitare per tempo guasti e operazioni anomale.
- Si aspettano informazioni sullo stato dei sistemi/edifici attraverso processi automatici di alert warning



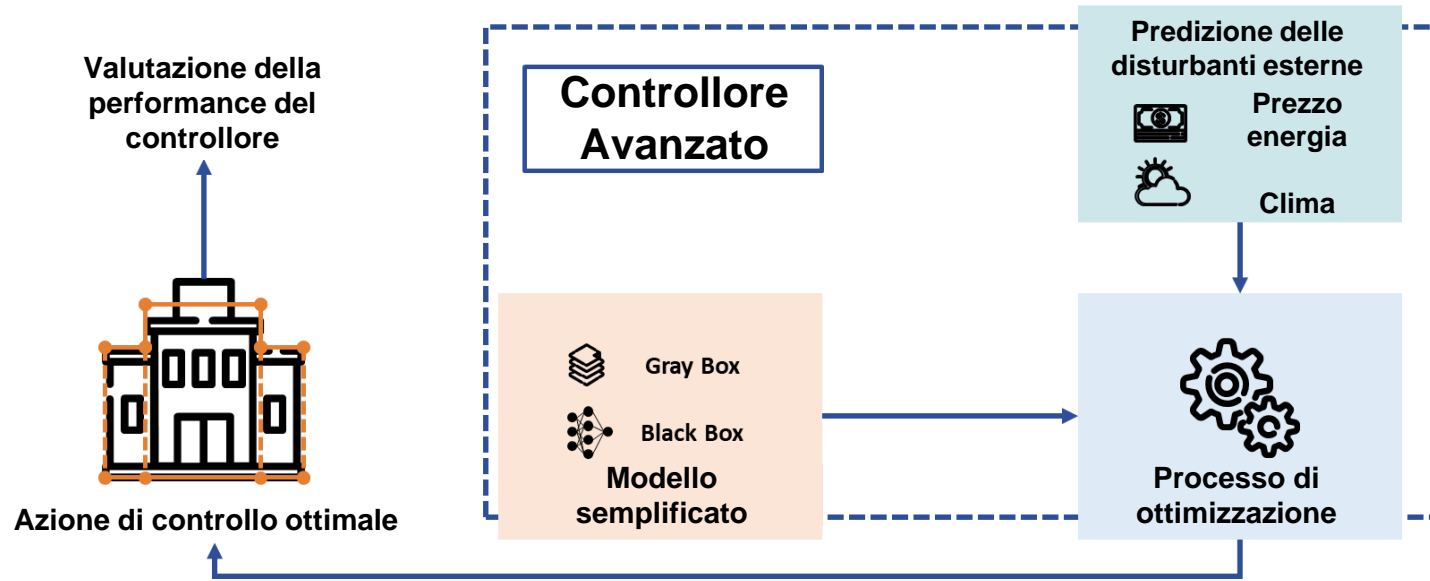
SERVICE PROVIDERS & ESCOs

Offrono servizi energetici che comprendono l'installazione di apparecchiature ad alta efficienza energetica, **la fornitura di energia e/o la ristrutturazione di edifici**, la gestione di strutture, ecc.

ESIGENZE E ASPETTATIVE

- Identificazione di possibili azioni di risparmio energetico e di miglioramento dell'efficienza.
- Acquisto di combustibile ed energia elettrica
- Caratterizzazione del cliente in termini di carico elettrico e intensità energetica
- Valutazione di baseline robuste pre/post retrofit

UN NUOVO PARADIGMA PER IL CONTROLLO AVANZATO DEI SISTEMI ENERGETICI



Sfruttare le **fonti di flessibilità dell'edificio** per ottimizzare la gestione energetica

- Massa termica
- Accumulo termico/elettrico
- Fonti di energia rinnovabile



Multi-obiettivo

Ottimizzare **contemporaneamente più obiettivi** (ad es. consumo energetico, costi operativi e comfort termico, picchi di domanda).



Flessibile

Essere **flessibili** rispetto alle condizioni in evoluzione delle variabili forzanti, del comportamento degli occupanti e dei requisiti della rete.



Predittivo

Sfruttare i **modelli di previsione** per prevedere l'evoluzione delle perturbanti e della dinamica del sistema, consentendo l'identificazione della politica di controllo ottimale.

LO SMART READINESS INDICATOR (SRI)

- L'SRI misura la capacità di un edificio di utilizzare tecnologie per la Comunicazione e l'Informazione (ICTs) al fine di **adattare la fase operativa** degli edifici **alle esigenze degli occupanti e alla rete**, migliorandone l'efficienza energetica.
- Introdotto nel 2018 con la revisione della Direttiva Europea (UE) 2018/844 (EPBD).
- È un indicatore per la valutazione della **predisposizione all'intelligenza** degli edifici a livello Europeo.
- Si basa sui **tre punti fondamentali** espressi nell'EPBD:
 - 1) Capacità di **garantire elevata efficienza energetica in esercizio** attraverso la gestione della domanda;
 - 2) Capacità di adattare il funzionamento dei sistemi energetici in risposta alle **esigenze dell'occupante**;
 - 3) **Flessibilità** della domanda complessiva di energia elettrica anche in relazione alla risposta di segnali dalla rete.
- Adozione **obbligatoria** per edifici non residenziali con potenza nominale utile > 290kW dal 1 gennaio 2025.
- Finalità: aumentare la **consapevolezza** e l'**adozione** di **Tecnologie Intelligenti** per il raggiungimento degli obiettivi del 2030 e 2050.

Smart Readiness Indicator - SRI



Prontezza ad ottimizzare l'efficienza energetica e le prestazioni generali dell'edificio in fase operativa



Prontezza a rispondere e adattare il funzionamento alle esigenze degli occupanti



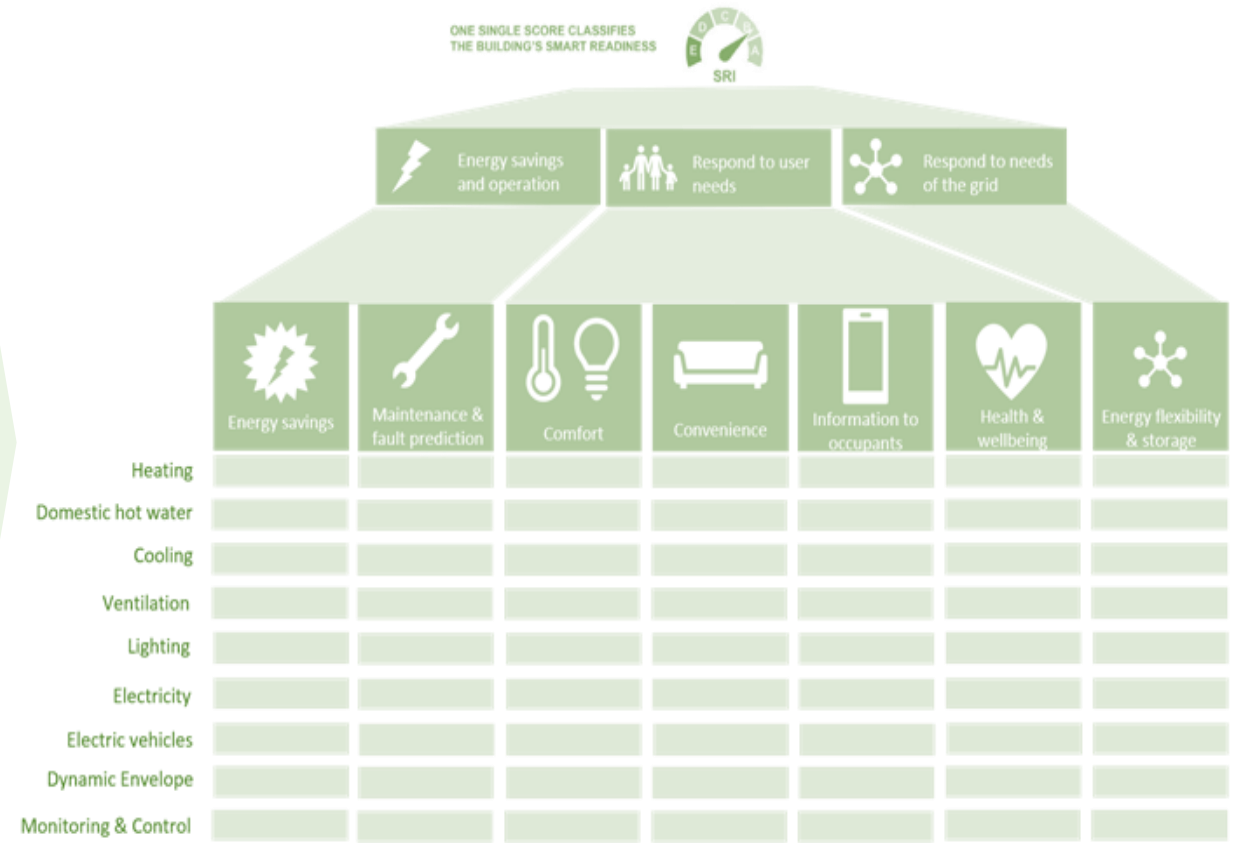
Prontezza ad adattarsi alle esigenze della rete energetica (flessibilità della domanda)

Fonte: Final report on the technical support to the development of a smart readiness indicator for buildings



COME SI STRUTTURA L'SRI?

- La struttura di tipo gerarchico dell'SRI si divide in tre livelli principali: **funzionalità chiave**, **criteri di impatto** e **domini**
- Le **3 funzionalità chiave** richiamati direttamente dai punti fondamentali dell'EPBD.
- Per ogni funzionalità chiave sono definiti i corrispondenti **criteri di impatto**, per un totale di 7.
- Per ognuno dei criteri di impatto sono definiti **9 domini** tecnici.



SERVIZI – HEATING/COOLING

Servizi	Livelli di funzionalità				
	Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
Thermal Energy Storage (TES) for building heating (excluding TABS)	Continuous storage operation	Time-scheduled storage operation	Load prediction based storage operation	Heat storage capable of flexible control through grid signals (e.g. DSM)	-
Report information regarding HEATING system performance	None	Central or remote reporting of current performance KPIs (e.g. temperatures, submetering energy usage)	Central or remote reporting of current performance KPIs and historical data	Central or remote reporting of performance evaluation including forecasting and/or benchmarking	Central or remote reporting of performance evaluation including forecasting and/or benchmarking; also including predictive management and fault detection
Flexibility and grid interaction	No automatic control	Scheduled operation of heating system	Self-learning optimal control of heating system	Heating system capable of flexible control through grid signals (e.g. DSM)	Optimized control of heating system based on local predictions and grid signals (e.g. through model predictive control)



Fonte: Final report on the technical support to the development of a smart readiness indicator for buildings



SERVIZI – ELECTRICITY

Servizi	Livelli di funzionalità				
	Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
Optimizing self-consumption of locally generated electricity	None	Scheduling electricity consumption (plug loads, white goods, etc.)	Automated management of local electricity consumption based on current renewable energy availability	Automated management of local electricity consumption based on current and predicted energy needs and renewable energy availability	-
Storage of (locally generated) electricity	None	On site storage of electricity (e.g. electric battery)	On site storage of energy (e.g. electric battery or thermal storage) with controller based on grid signals	On site storage of energy (e.g. electric battery or thermal storage) with controller optimising the use of locally generated electricity	On site storage of energy (e.g. electric battery or thermal storage) with controller optimising the use of locally generated electricity and possibility to feed back into the grid
Support of (micro)grid operation modes	None	Automated management of (building-level) electricity	Automated management of (building-level) electricity consumption and electricity supply to neighbouring buildings (microgrid) or grid	Automated management of (building-level) electricity consumption and supply, with potential to continue limited off-grid operation (island mode)	-

SERVIZI – MONITORING & CONTROL

Servizi	Livelli di funzionalità				
	Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
Run time management of HVAC systems	Manual setting	Runtime setting of heating and cooling plants following a predefined time schedule	Heating and cooling plant on/off control based on building loads	Heating and cooling plant on/off control based on predictive control or grid signals	-
Detecting faults of technical building systems and providing support to the diagnosis of these faults	No central indication of detected faults and alarms	With central indication of detected faults and alarms for at least 2 relevant TBS	With central indication of detected faults and alarms for all relevant TBS	With central indication of detected faults and alarms for all relevant TBS, including diagnosing functions	-
Central reporting of TBS performance and energy use	None	Central or remote reporting of realtime energy use per energy carrier	Central or remote reporting of realtime energy use per energy carrier, combining TBS of at least 2 domains in one interface	Central or remote reporting of realtime energy use per energy carrier, combining TBS of all main domains in one interface	-
Smart Grid Integration	None - building is operated independently from the grid load	DSM possible for (some) individual TBS, but not coordinated over various domains	Coordinated demand side management of multiple TBS	-	-

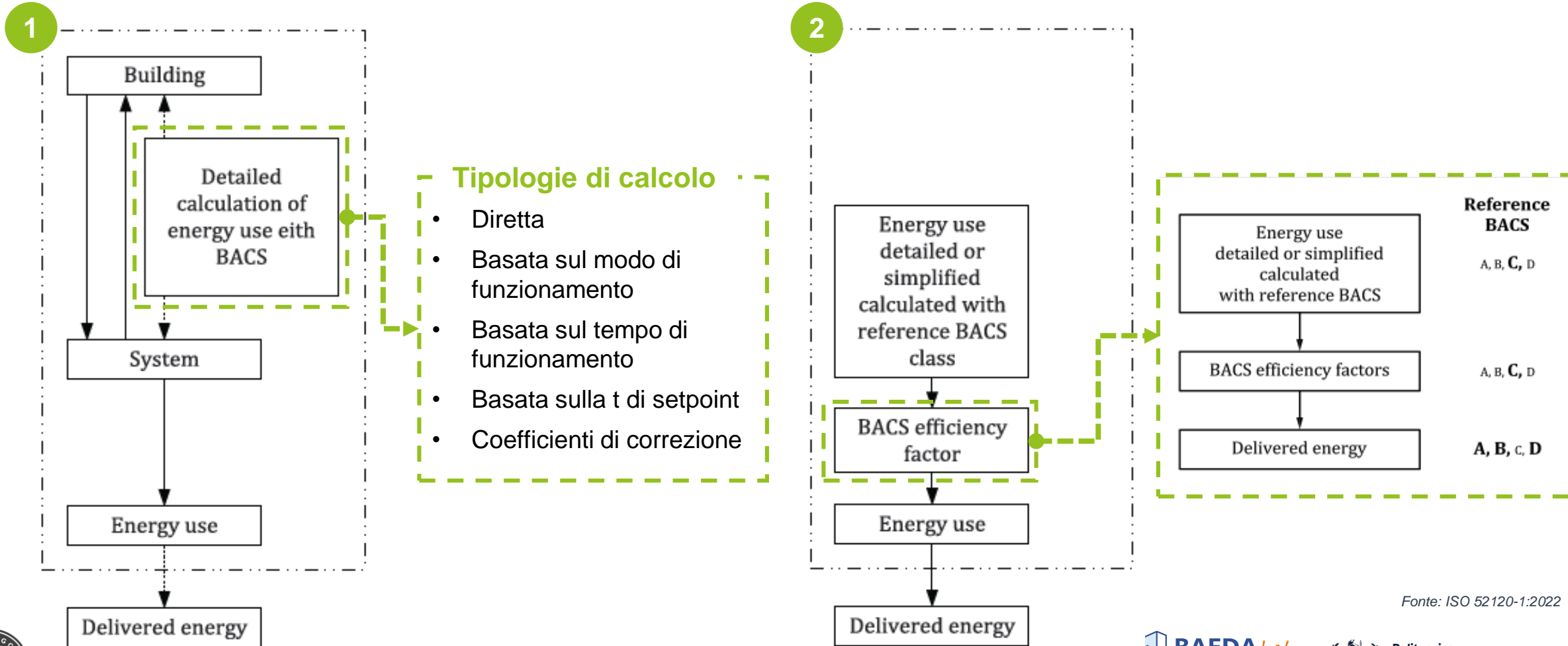


Fonte: Final report on the technical support to the development of a smart readiness indicator for buildings



IL CONTRIBUTO DEI BACS: QUANTIFICARE L'IMPATTO

- La ISO 52120-1:2022 introduce **due metodi** per calcolare il **contributo dei BACS** sulla prestazione energetica degli edifici:
 - Metodo dettagliato (solo se sistema completamente noto);
 - Metodo semplificato (o basato sui fattori BAC, calcolo solo annuale);



Fonte: ISO 52120-1:2022

CONCLUSIONI

Pre-processamento dei dati: la "spada di Damocle" che pende sugli analisti dei dati

Il volume dei dati non vale nulla se non è supportato da dati di alta qualità. E' necessario ripensare alla centralità della progettazione delle infrastrutture di monitoraggio

Nelle mani sbagliate, tutti gli strumenti sono armi": analisi dei dati e problemi di privacy

I processi di analisi dei dati devono sempre tenere conto dei potenziali problemi di privacy, compromesso tra la quantità di conoscenza estratta e la protezione delle informazioni sensibili.

Avere competenze nell'analisi dei dati non è sufficiente

Urge la formazione di nuove figure professionali per affrontare le opportunità della digitalizzazione e transizione energetica

"Il tutto è maggiore della somma delle sue parti": l'integrazione degli strumenti EMIS è sempre possibile?

La prossima generazione di sistemi di gestione e automazione degli edifici dovrebbe essere concepita, per massimizzare l'insieme di funzionalità che oggi l'IA può offrire

"In theory, there is no difference between theory and practice....but, in practice, there is" (Jan L. A. van de Snepscheut)

La digitalizzazione ci offre grandi opportunità ma esistono ancora barriere culturali (..e non tecnologiche) da superare

"By far, the greatest danger of Artificial Intelligence is that people conclude too early that they understand it"

(Eliezer Youdkowsky)





Green
Building
Council
Italia

06 luglio 2023

**Dalla Tassonomia al PNRR:
la digitalizzazione del processo
edilizio per la transizione
ecologica**

Grazie.

www.frigeriodesign.it

Evento realizzato
con il supporto di:



www.gbcitalia.org