

REGIONE TOSCANA

BANDI RS - PR FESR 2021-1027, Azione 1.1.4

BANDO N. 2: Progetti di R&S per MPMI e Midcap



Green, Utility, Accessibility, Resilience, Digital Integration, Ability, Nature, Sustainability.

CUPST: 27717.29122023.043000716

Deliverable D1.1

Rapporto sullo schema di calcolo SRI

Versione 1.2

Data: 20 marzo 2025

Autori	
Emanuele Salerno	CNR-ISTI
Giuseppe Fusco	CNR-ISTI
Stefan Guerra	Lucense SCarl
Rainer Winter	Lucense SCarl

Approvato	
Simone Bemi	BM Srl Società Benefit

Tabella acronimi e abbreviazioni

APE	Attestato di prestazione energetica (vedi EPC)
BACS	Buiding automation and control systems (sistemi di automazione e controllo di edifici)
DHW	Domestic hot water (acqua calda sanitaria)
EED	Energy efficiency directive (direttiva efficienza energetica, 2012/27/UE)
EPBD	Energy performance of buildings directive (direttiva prestazione energetica degli edifici, 2010/31/UE, 2018/844/UE)
EPC	Energy performance certificate (=APE)
EV	Electric vehicle (veicolo elettrico)
MV	Mechanical ventilation (ventilazione meccanica)
M&C	Monitoring and control (monitoraggio e controllo)
SRI	Smart readiness indicator (indice di predisposizione all'intelligenza)
SRT	Smart ready technologies (tecnologie predisposte all'intelligenza)
TBS	Technical building systems (sistemi tecnologici di edificio)

1. Introduzione

La prima parte di questo documento descrive brevemente il meccanismo di applicazione dell'*indice di predisposizione all'intelligenza* (SRI, o *Smart Readiness Indicator*) introdotto dall'aggiornamento 2018 della direttiva europea EPBD (Energy Performance of Buildings, 2018/844/EU) e dei relativi regolamenti delegato e attuativo 2020/2155/EU e 2020/2156/EU che ne codificano il metodo di calcolo e le norme di applicazione (al momento facoltativa) da parte degli stati membri. Si tratta di un indice sintetico che introduce una valutazione della predisposizione di un edificio ad accogliere "intelligenza" nella gestione dei servizi tecnologici che consentono di ottimizzare la sua prestazione energetica insieme al benessere e la salute dei suoi occupanti. Già da prima della versione originale della EPBD, la 2010/31/EU, la normativa in vigore prevedeva la valutazione della prestazione energetica di ogni unità immobiliare, attraverso l'*Attestato di Prestazione Energetica* (APE o, in inglese, EPC, *Energy Performance Certificate*), che è in vigore come misura obbligatoria per tutti gli stati membri. L'adozione dell'SRI non vuole sostituire l'APE, quindi l'SRI non valuta la prestazione energetica nel suo complesso ma solo il miglioramento (potenzialmente) ottenibile per mezzo di servizi tecnologici intelligenti, aggiungendo importanti parti riguardanti la gestione del sistema energetico sulla base delle esigenze della rete di distribuzione e la soddisfazione delle esigenze degli occupanti. Oltre che la misura del grado di predisposizione all'intelligenza, lo scopo dell'introduzione dell'SRI è di stimolare l'adozione di tecnologie intelligenti nel patrimonio edilizio europeo nel quadro della politica detta del *green deal*. Nello stesso tempo, almeno nelle intenzioni del legislatore, le soluzioni adottate per implementare l'intelligenza degli edifici vogliono essere tecnologicamente agnostiche, per cui nella valutazione non vengono presi in considerazione specifici apparati ma specifiche *funzioni*, qualunque sia la tecnologia che le implementa.

In seguito alla direttiva 844 del 2018, si è formato un gruppo di supporto tecnico che, per mezzo di due studi dedicati e il coinvolgimento di diverse categorie di stakeholder, si è occupato della formalizzazione dei concetti introdotti dalla direttiva, dei possibili meccanismi applicativi e delle modalità di calcolo dell'SRI in funzione delle specificità geografiche, climatiche e funzionali di ogni edificio. Il rapporto finale [1], contenente i risultati di entrambi gli studi, elenca nel dettaglio tutte le procedure seguite per le decisioni assunte e le regole di calcolo dell'SRI poi confluite nel regolamento delegato 2155 del 2020. Vale la pena qui di riportare la definizione di "intelligenza di un edificio" presente nel rapporto:

"L'intelligenza di un edificio si riferisce alla capacità, sua o dei suoi sistemi, di rilevare, interpretare, comunicare e rispondere attivamente ed efficientemente alle mutevoli condizioni del funzionamento dei sistemi tecnologici di edificio o dell'ambiente esterno (incluse le reti di distribuzione energetica) e alle richieste degli occupanti."

Le attività del progetto GUARDIANS, all'obiettivo operativo OO1, prevedono uno studio critico dell'SRI e la sua sperimentazione su due immobili caso studio, uno esistente e uno allo stato di progetto definitivo, al fine di valutarne l'efficacia in un caso di retrofitting e in un caso di nuova realizzazione. La parte di studio sarà condotta, con modalità non rilevanti in questa sede, riferendosi esclusivamente agli aspetti tecnici relativi al calcolo dell'indice finale e non agli aspetti normativi, di formato e di indirizzo politico diffusamente trattati in [1, capitoli 2 e 3].

Per favorire sperimentazioni e ulteriori studi sull'SRI in vista di un possibile futuro aggiornamento, la Commissione Europea ha reso disponibile agli interessati il foglio di

calcolo *SRI_calculation-sheet_v4.5.xlsx*¹, lo strumento che gli esperti valutatori utilizzeranno per la valutazione dell'SRI sulla base di due distinte procedure, una semplificata (metodo A) basata su un catalogo di 27 servizi tecnologici e su un approccio di tipo checklist, applicabile a edifici residenziali e piccoli edifici non residenziali, e una dettagliata (metodo B) basata su 54 servizi tecnologici e richiedente un sopralluogo presso l'edificio in esame, applicabile ai grandi edifici non residenziali, al momento indipendentemente dalla loro destinazione d'uso. È previsto anche un possibile terzo approccio (metodo C), basato su misure continuative di funzionamento ed efficienza di tutti gli apparati tecnologici, che però al momento non è stato ancora codificato. L'indice SRI è, nella sua versione semplificata, adatto all'autovalutazione, nel senso che non solo esperti abilitati, ma anche proprietari, occupanti e amministratori di immobili saranno in grado di procedere autonomamente alla valutazione, naturalmente senza potere di certificazione. Nel caso in cui sia invece previsto il rilascio di un certificato, si dovrà ricorrere a esperti abilitati, la cui figura però non è stata ancora precisata. Una proposta consiste nell'estendere l'abilitazione agli attuali valutatori APE, ma si rileva che alcune delle competenze richieste ai fini SRI non sono da loro comunemente possedute, per cui si prefigurano esigenze formative supplementari. Perché l'SRI possa essere uno strumento comune a tutti gli stati membri e un'utile fonte di informazione per le politiche future, è essenziale che il suo ambito, accuratamente delimitato, e la trasparenza delle relative procedure gli conferiscano una credibilità tale da poter supplire alla probabile mancanza di comparabilità tra edifici con diverse funzioni e collocazioni dovuta alla notevole varietà di situazioni in cui sarà richiesta la valutazione.

Per gli scopi di GUARDIANS, la parte principale del presente documento consiste in una descrizione accurata del meccanismo di calcolo dell'SRI ricavata principalmente dal citato rapporto finale del gruppo di supporto, che reca anche le motivazioni delle scelte operate. Nonostante il dettaglio nella descrizione, i passaggi e le procedure che hanno condotto alla formulazione definitiva sono riportati solo nei casi in cui siano utili agli scopi del presente documento, che sono quelli di consentire una prima sperimentazione sugli immobili caso studio seguendo la procedura standard. Per il resto, si rimanda al rapporto finale [1] completo o al suo riassunto, contenuto nelle prime 31 pagine del documento o disponibile separatamente (doi 10.2833/600706).

Ai fini dell'applicazione ai nostri immobili, si rende necessario anche un esame del foglio di calcolo fornito e della relativa guida pratica. È utile richiamare che, con l'acquisizione del foglio di calcolo, tutti coloro che lo useranno per condurre sperimentazioni si obbligano a renderne conto alla commissione e al gruppo di assistenza tecnica utilizzando l'indirizzo support@smartreadinessindicator.eu. In particolare²

- È obbligatorio fornire informazioni statistiche sulle sperimentazioni condotte;
- È obbligatorio partecipare ai sondaggi e alle interviste proposte dalla Commissione;
- È facoltativo fornire informazioni dettagliate sulle sperimentazioni condotte.

¹ Y. Ma, S. Verbeke, C. Protopapadaki, S. Dourlens-Quaranta, *Smart Readiness Indicator (SRI) Assessment Package: Practical Guide SRI Calculation Framework v 4.5*, April 2023.

² Tutti i partner di GUARDIANS cui sarà consegnato il foglio di calcolo riceveranno anche copia del documento *Assessment package Smart Readiness Indicator (SRI) - Terms and conditions for using the calculation tool*, alle cui prescrizioni si impegnano ad attenersi, e del documento *Practical Guide SRI calculation framework v4.5*, una guida rapida all'uso del foglio di calcolo.

Tutti i partner di progetto che parteciperanno a qualsiasi tipo di sperimentazione condotta usando il foglio di calcolo acquisito si impegnano a trasferire tutta la relativa documentazione al partner responsabile dell'obiettivo operativo OO1.

2. Contesto normativo

È qui richiamato un quadro essenziale delle norme legislative e tecniche che definiscono l'SRI o che sono necessarie per la sua corretta valutazione.

Come accennato, la base legislativa per l'introduzione dell'SRI è la direttiva EPBD 2010/31/UE, emendata dalla 2018/844/UE, a sua volta seguita dal regolamento delegato 2020/2155/EU (*supplementing Directive (EU) 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council by establishing an optional common European Union scheme for rating the smart readiness of buildings*), che stabilisce le modalità di calcolo dell'SRI, e dal regolamento attuativo 2020/2156/EU (*detailing the technical modalities for the effective implementation of an optional common Union scheme for rating the smart readiness of buildings*), che ne stabilisce le modalità tecniche attuative. Lo sviluppo delle tecnologie intelligenti nel settore delle costruzioni è uno dei punti focali della EPBD. Ugualmente rilevante per la materia è la direttiva EED (*Energy Efficiency Directive*, 2012/27/UE), anch'essa accolta ed emendata dalla 2018/844/UE. Un'eventuale revisione della EPBD avverrà a valle della valutazione prevista entro il 1 gennaio 2026.

L'applicazione di direttive e regolamenti necessita comunque di specifiche norme tecniche, quali quelle europee oggi confluite nella ISO 52120-1:2021 (*Energy performance of buildings - Contribution of building automation, controls and building management*), che trattano l'automazione (i sistemi BACS, *Building Automation and Control Systems*) solo in quanto impatta la prestazione energetica dell'edificio

Norme potenzialmente utili per la definizione dei parametri di tipo energetico inclusi nello schema SRI sono la EN52016 (2018, *Prestazione energetica degli edifici - Fabbisogni energetici per riscaldamento e raffrescamento, temperature interne e carichi termici sensibili e latenti*) e la EN15232-1:2017 (*Prestazione energetica degli edifici - Parte 1: Impatto dell'automazione, del controllo e della gestione tecnica degli edifici*).

In generale, l'impatto delle tecnologie intelligenti al livello di edificio riguarda

- L'uso dell'energia
- Le emissioni di gas serra
- L'autoconsumo di energia rinnovabile
- La sicurezza energetica
- La riciclabilità dei materiali
- Il comfort e il benessere

Queste materie sono trattate in dettaglio, inclusi i necessari riferimenti normativi e alla letteratura tecnico-scientifica, in [1, capitolo 4].

Le norme e gli standard che regolano gli edifici intelligenti sono richiamate in [1, Annex B].

3. Lo Smart Readiness Indicator

Visti gli obiettivi delineati nell'Introduzione, il calcolo dell'SRI si configura come un problema di decisione multicriterio, in cui un singolo indice (eventualmente accompagnato, come si vedrà, da un ridotto numero di indici parziali) deve tenere conto del livello di soddisfazione di molti criteri di giudizio, qualitativi o quantitativi, oggettivi o soggettivi, espressi rigorosamente o in termini non formali, ed eventualmente in parziale contraddizione gli uni con gli altri. Il decisore deve inoltre raggiungere una sintesi tra giudizi espressi da più persone, scelte tra una comunità di portatori di interesse (stakeholder) caratterizzati da visioni spesso in contrasto tra loro o addirittura opposte.

Specie nei casi più complessi, la semplice elencazione dei criteri non porta a un risultato affidabile e facilmente comunicabile all'esterno. La prima cosa da fare per avvicinarsi alla soluzione è dare una struttura all'insieme dei criteri. Il gruppo di supporto tecnico SRI ha scelto di appoggiarsi a una struttura di tipo gerarchico, di cui riportiamo la versione consolidata alla fine delle due fasi di studio citate nell'Introduzione. Avendo come obiettivo finale il valore dell'indice SRI, è stato individuato un primo livello di tre criteri, denominati *funzionalità chiave*. Al disotto delle funzionalità chiave, risiedono sette criteri, divisi in tre gruppi inerenti alle tre funzionalità e denominati *categorie (o criteri) d'impatto*, che insieme formano un secondo livello della gerarchia. Un ulteriore livello è dato da nove domini tecnologici che sottendono, per quanto rilevanti, ognuno dei criteri d'impatto. Nei confronti di ogni categoria soprastante, ogni dominio tecnologico riceverà un punteggio. La media, pesata come specificato nei successivi paragrafi, dei punteggi dei vari domini sotto ogni categoria costituirà il punteggio di quella categoria, e la media pesata dei tre gruppi di categorie costituirà il punteggio assegnato alla funzionalità chiave soprastante. Infine, la media pesata dei punteggi assegnati alle tre funzionalità fornirà il valore finale dell'SRI. L'intera gerarchia è visualizzata in Figura 1.

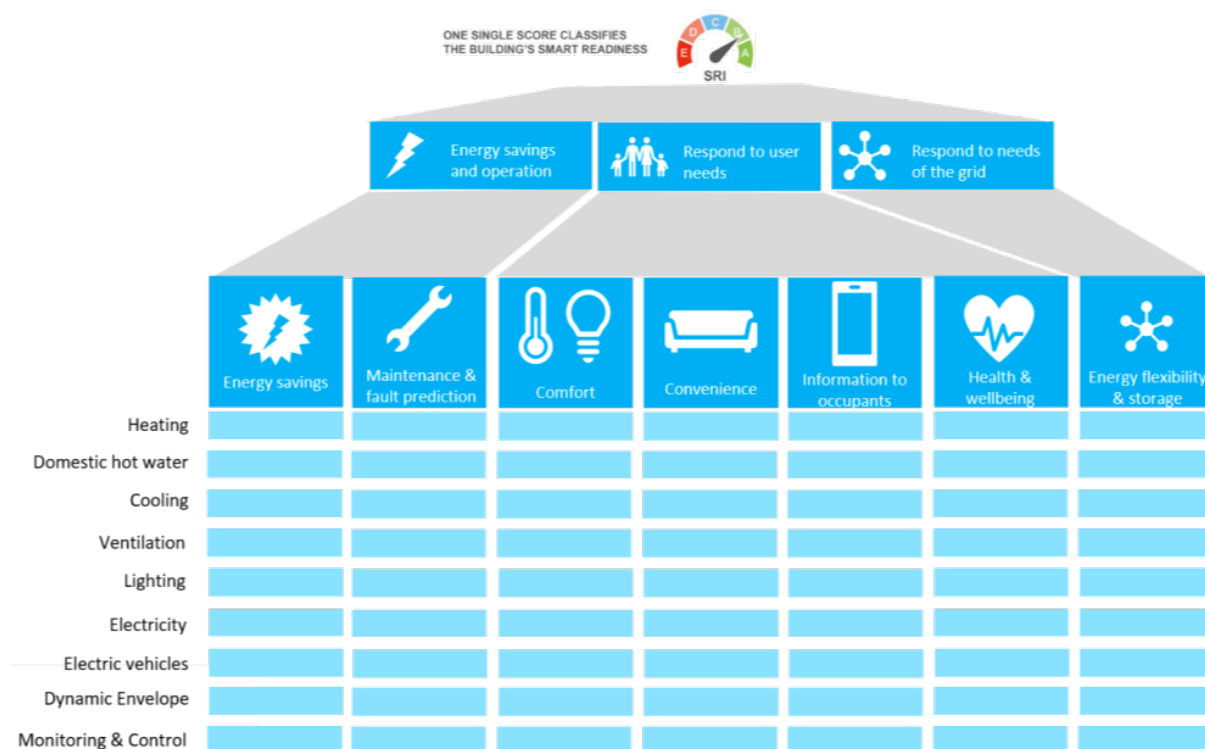


Figura 1 (da [1, Summary p. 20]): Struttura gerarchica dei criteri SRI

Si riporta il dettaglio e una breve descrizione della gerarchia.

- Funzionalità chiave *Risparmio Energetico e Funzionamento*: raggruppa due categorie d'impatto:
 - *Risparmio energetico*: quanto l'intelligenza di cui sono dotati i sistemi tecnologici di edificio (o TBS, *technological building systems*) contribuisce a un minore consumo di energia, con conseguente minore quota di emissioni inquinanti e climalteranti;
 - *Manutenzione e predizione dei guasti*: quanto l'intelligenza di cui sono dotati i TBS consente di rilevare automaticamente i guasti e programmare la manutenzione ordinaria.
- Funzionalità chiave *Risposta alle esigenze degli occupanti*: raggruppa quattro categorie d'impatto:
 - *Comfort*: quanto i TBS sono in grado di migliorare il comfort di base degli occupanti, in termini di appropriata illuminazione, ventilazione, temperatura degli ambienti, quota di irraggiamento, umidità relativa, rumore;
 - *Comodità*: facilità di interazione con i TBS da parte degli occupanti;
 - *Informazione agli occupanti*: accessibilità e completezza delle informazioni fornite agli occupanti sullo stato e il funzionamento dell'edificio;
 - *Salute e benessere*: quanto i TBS sono in grado di contribuire al benessere e la salute degli occupanti, p.es. purificazione dell'aria, presenza di sensoristica ambiente dialogante con i TBS.
- Funzionalità chiave *Risposta alle esigenze della rete*: indica la capacità dei sistemi tecnologici di gestire il funzionamento dell'edificio in base ai segnali ricevuti dalla rete elettrica primaria (rileva nel caso in cui la rete può essere considerata una *smart grid*) e viene impattata da una singola categoria:
 - *Flessibilità e accumulo energetico*: quanto le funzioni TBS sono in grado di ottimizzare nel tempo l'uso dell'energia elettrica da rete e quella eventualmente autoprodotta da fonti rinnovabili o accumulata nei periodi di basso assorbimento da parte degli impianti dell'edificio.

Dalla stessa Figura 1 si ricavano i nove domini tecnologici:

- *Riscaldamento*
- *Acqua calda sanitaria*
- *Raffrescamento*
- *Ventilazione*
- *Illuminazione*
- *Elettricità*
- *Ricarica di veicoli elettrici*
- *Involucro architettonico dinamico*
- *Monitoraggio e controllo*

Ognuno dei primi otto sarà regolato da TBS con maggiore o minore grado di predisposizione all'intelligenza (*Smart ready technologies*, SRT), mentre l'ultimo, monitoraggio e controllo, sarà quello eventualmente in grado di introdurre effettiva intelligenza nella gestione

dell'edificio, in quanto implementa la comunicazione tra i diversi TBS e tra i TBS e gli utenti, oltre che rendere disponibile l'informazione ricavata dall'intera sensoristica presente nell'edificio.

Ognuna delle caselle di colore ciano che affiancano i domini tecnologici in figura sarà associata a un fattore di ponderazione (o *peso*) destinato al calcolo delle medie pesate sopra citate, che formeranno il punteggio delle diverse categorie d'impatto. È chiaro dunque che in linea di principio a ogni dominio tecnologico potrà essere assegnato un peso diverso nei confronti di diverse categorie d'impatto. Al limite, qualche dominio potrà assumere peso zero nei confronti di qualche categoria nel caso in cui non ne influenzi le prestazioni. Analogamente a quanto accade con i domini, anche sui punteggi delle categorie viene fatta la media pesata per ottenere i punteggi delle funzionalità chiave, la cui media pesata darà a sua volta il valore dell'SRI.

Rimane da vedere il meccanismo di assegnazione dei punteggi ai diversi domini tecnologici. Per ottenerli si ricorre a uno dei due cataloghi di servizi tecnologici citati nell'introduzione per il metodo A e il metodo B. Ogni dominio tecnologico si sostanzia in un certo numero di servizi, a ognuno dei quali viene assegnato un valore ordinale, detto *livello funzionale* (ossia, livello zero, 1, 2...) a seconda della sua predisposizione all'intelligenza, così come definita dallo schema di calcolo. La Tabella A.1 in appendice riporta l'elenco dei servizi previsti, raggruppati per dominio tecnologico, e distingue i 27 rilevanti per il metodo di calcolo semplificato dal totale di 54 servizi, con i relativi livelli funzionali. Rimane aperta la possibilità di introdurre ulteriori servizi, che non prendiamo in considerazione in questa sede. Per ogni servizio, il livello funzionale deve essere tradotto in un punteggio, vale a dire, in un valore cardinale. I punteggi relativi a ogni dominio sono poi sommati, divisi per il punteggio massimo ottenibile e assegnati come punteggio percentuale al relativo dominio. Il punteggio massimo ottenibile da un dato edificio non corrisponde al punteggio massimo teorico, in quanto se per qualsiasi motivo alcuni servizi non sono presi in considerazione il loro punteggio massimo non influisce sul punteggio massimo ottenibile. Si vedranno i dettagli nel paragrafo 5: *Processo di Triage*.

In conclusione, come risultato del tentativo di sviluppare una procedura di valutazione tecnicamente fattibile, ripetibile e trasparente, l'SRI risulta dalla quantificazione dei punteggi assegnati agli elementi della struttura gerarchica descritta sopra ed è espresso come rapporto percentuale tra il punteggio totale ottenuto e il massimo punteggio raggiungibile dell'edificio in esame. Il protocollo di calcolo, i cui dettagli per quanto riguarda le finalità del presente documento saranno sviluppati nei prossimi paragrafi, consta di otto passi distinti:

1. **Processo di Triage:** definizione dei servizi intelligenti rilevanti per l'edificio o l'unità immobiliare in esame.
2. **Definizione del livello funzionale di ogni servizio rilevante:** tra i livelli funzionali elencati dal foglio di calcolo per ogni servizio, viene scelto quello appropriato sulla base di ispezione in loco o esame della documentazione tecnica.
3. **Calcolo dei punteggi per ogni dominio tecnologico:** servendosi della funzione che lega i livelli funzionali di ogni servizio ai punteggi da attribuire ai diversi domini tecnologici, il punteggio per ogni dominio viene ottenuto dalla somma dei punteggi relativi ai servizi ad esso collegati [1, paragrafo 1.3.6.3].
4. **Calcolo dei massimi punteggi per dominio tecnologico:** i massimi punteggi per dominio risultano da una sommatoria analoga a quella descritta al passo 3, dove i

singoli livelli funzionali sono sostituiti dai massimi valori raggiungibili per l'edificio in esame [1, paragrafo 1.3.6.4].

5. **Calcolo dei punteggi di predisposizione all'intelligenza per criterio d'impatto:** il punteggio per ogni criterio d'impatto è ottenuto come rapporto espresso in percentuale tra la somma dei punteggi dei domini tecnologici ad esso relativi, ognuno pesato per il suo fattore di ponderazione, e la somma dei corrispondenti punteggi massimi pesati per gli stessi fattori di ponderazione [1, paragrafo 1.3.6.5].
6. **Calcolo dei punteggi di predisposizione all'intelligenza per funzionalità chiave:** ogni punteggio è ottenuto dalla somma dei punteggi per criterio d'impatto moltiplicati per i relativi fattori di ponderazione [1, paragrafo 1.3.6.6].
7. **SRI totale per immobile o singola unità immobiliare:** risulta dalla somma pesata dei punteggi ottenuti dalle tre funzionalità chiave. Nella versione attuale, il peso è fissato a un terzo per ogni funzionalità. Uno degli scopi di GUARDIANS è di verificare la rispondenza di questi e di tutti gli altri fattori di ponderazione attualmente adottati alle caratteristiche della realtà locale Toscana costiera e dei nostri immobili caso-studio.
8. **(opzionale) Punteggi Smart-Readiness per dominio tecnologico:** per ogni singolo dominio, viene lasciata aperta la possibilità di esprimerne i punteggi nei confronti di tutti i criteri d'impatto come rapporti tra i punteggi ottenuti al passo 3 e i corrispondenti massimi ottenuti al passo 4.

4. Fattori di ponderazione

Prima di procedere alla descrizione della procedura di calcolo, è opportuno dettagliare quali sono i fattori di ponderazione assunti nella versione attuale dell'SRI e, brevemente, le motivazioni che hanno spinto il gruppo di supporto tecnico ad adottarli.

Come anticipato, alcuni dei criteri di valutazione dipendono dalle caratteristiche climatiche del territorio in cui si trova l'immobile in esame e anche dal tipo di immobile, distinguendo tra immobili residenziali e non residenziali. Un'ulteriore distinzione tra gli edifici residenziali che tiene conto della loro diversa funzione (scuola, ospedale...) è stata discussa all'interno del gruppo di supporto ma attualmente non è implementata nello schema di calcolo.

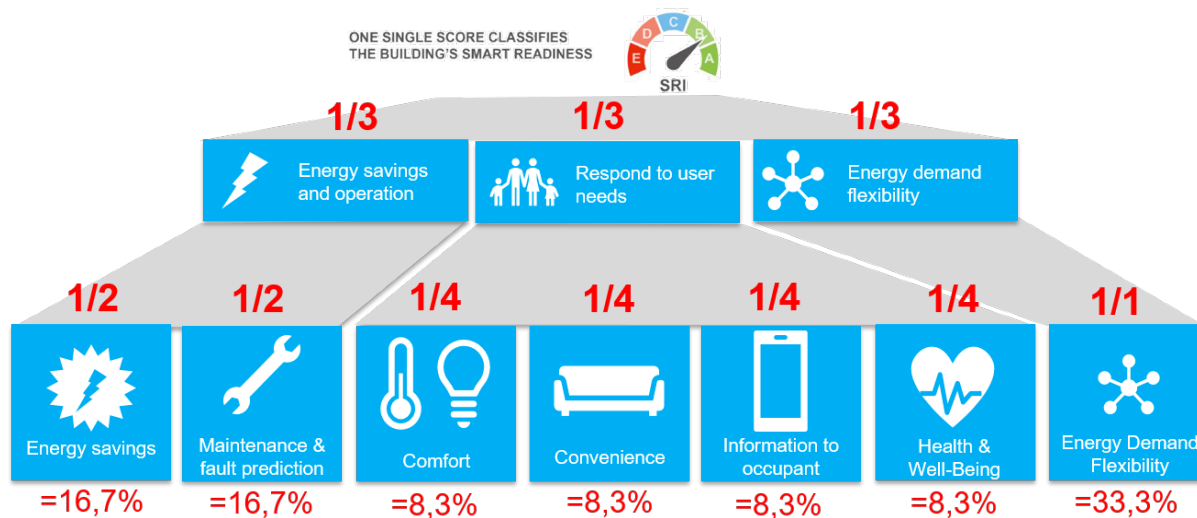


Figura 2 (da [1, p. 118]): Fattori di ponderazione attualmente attribuiti alle tre funzionalità chiave e ai sette criteri d'impatto.

La Figura 2 riporta le scelte fatte dal gruppo di supporto per quanto riguarda le funzionalità chiave e i criteri d'impatto. Come si vede, i criteri appartenenti a ogni gruppo sono pesati ugualmente: i due criteri rilevanti per la prestazione energetica pesano 0.5 ciascuno, i quattro criteri rilevanti per i bisogni degli utenti pesano 0.25 ciascuno e l'unico criterio rilevante per la flessibilità energetica pesa 1. Il peso di ognuno di essi sul valore finale dell'SRI è riportato in percentuale all'ultima riga della figura, e risulta dal prodotto dei pesi per singolo criterio per i pesi attribuiti alle funzionalità soprastanti, che sono tutti uguali a 0.33. Nonostante questa soluzione non abbia ricevuto pieno consenso da parte degli stakeholder, essa è stata adottata dal gruppo di supporto con giustificazioni che vanno dalla non disponibilità di dati "scientifici" su cui basare la distribuzione dei pesi a una non meglio precisata aderenza allo spirito della EPBD. Quello che si può osservare in proposito è che, per esempio, su tutti i criteri elencati, la sola flessibilità energetica influenza per un terzo il valore dell'SRI. Se si proietta alle scadenze future prefigurate dal *Green Deal*, questa scelta può essere giustificata. Tuttavia, tenendo presente che i servizi previsti dal criterio 'flessibilità energetica' sono largamente affidati all'esistenza di reti di distribuzione elettrica intelligenti (smart grid), si potrebbe obiettare che al giorno d'oggi nella realtà italiana le funzionalità di smart grid non sono ancora abbastanza diffuse, nonostante le notevoli risorse finanziarie che vengono impegnate a questo scopo [2]. C'è da dire tuttavia che nella pratica reale i servizi legati alle smart grid possono essere esclusi dalla valutazione senza pregiudicare l'SRI finale seguendo la procedura di triage, i cui dettagli sono dati nel seguito.

Per quanto riguarda i pesi attribuiti ai punteggi dei domini tecnologici, richiamiamo prima quanto anticipato sopra circa le possibili circostanze che ne possono influenzare il valore:

- Tipo di edificio
 - non residenziale
 - residenziale
- Zona climatica
 - Europa settentrionale
 - Europa occidentale
 - Europa nord-orientale
 - Europa sud-orientale
 - Europa meridionale

La Figura 3 riporta le zone climatiche individuate dal gruppo di supporto per i paesi dell'Unione Europea, salvo la presenza non più attuale di Gran Bretagna e Irlanda del Nord e l'assenza di Cipro, ora presente e appartenente alla zona Europa meridionale.



Figura 3 (da [2. p 337]): Zone climatiche nell'Unione Europea

Un'obiezione che si potrebbe avanzare a proposito di questa suddivisione climatica è che per esempio un immobile situato a Bolzano avrebbe gli stessi fattori di ponderazione di un immobile analogo situato a Lampedusa. Sarebbe certamente più ragionevole adottare una zonazione basata sui gradi-giorno come quella in vigore per tutti i comuni italiani [3]. È tuttavia lasciata la possibilità di stabilire i pesi dipendenti dalla zona climatica in base ai bilanci energetici rilevati dall'attestato di prestazione energetica, cosa che almeno per l'Italia includerebbe la zonazione climatica in vigore nella valutazione dell'APE.

La Figura 4 riassume le scelte fatte dal gruppo di supporto tecnico riguardo ai pesi dei domini tecnologici (quelli non dipendenti dalla zona climatica) nei confronti dei vari criteri d'impatto. Come si vede, le caselle che erano lasciate in bianco in Figura 1 sono adesso suddivise in diverse zone. La zona contornata in arancione contiene i cosiddetti *pesi fissi*,

scelti dal gruppo di supporto a valle di opportune fasi di discussione ed esame. Essi non dipendono né dal tipo di edificio né dalla zona climatica, e non vengono alterati anche nel caso in cui lo siano i criteri in base ai quali sono scelti i pesi dipendenti da bilanci energetici. Al dominio *Monitoraggio e controllo* viene assegnato un peso del 20% su tutti i criteri, tranne che su *Salute e benessere*, nei cui confronti tale dominio è ritenuto influente. Il dominio *Involucro architettonico dinamico* viene fatto pesare per il 5% nei confronti dei due criteri relativi alla funzionalità di prestazione energetica e il dominio ricarica di veicoli elettrici viene fatto pesare per il 5% nei confronti del criterio *Flessibilità energetica*.

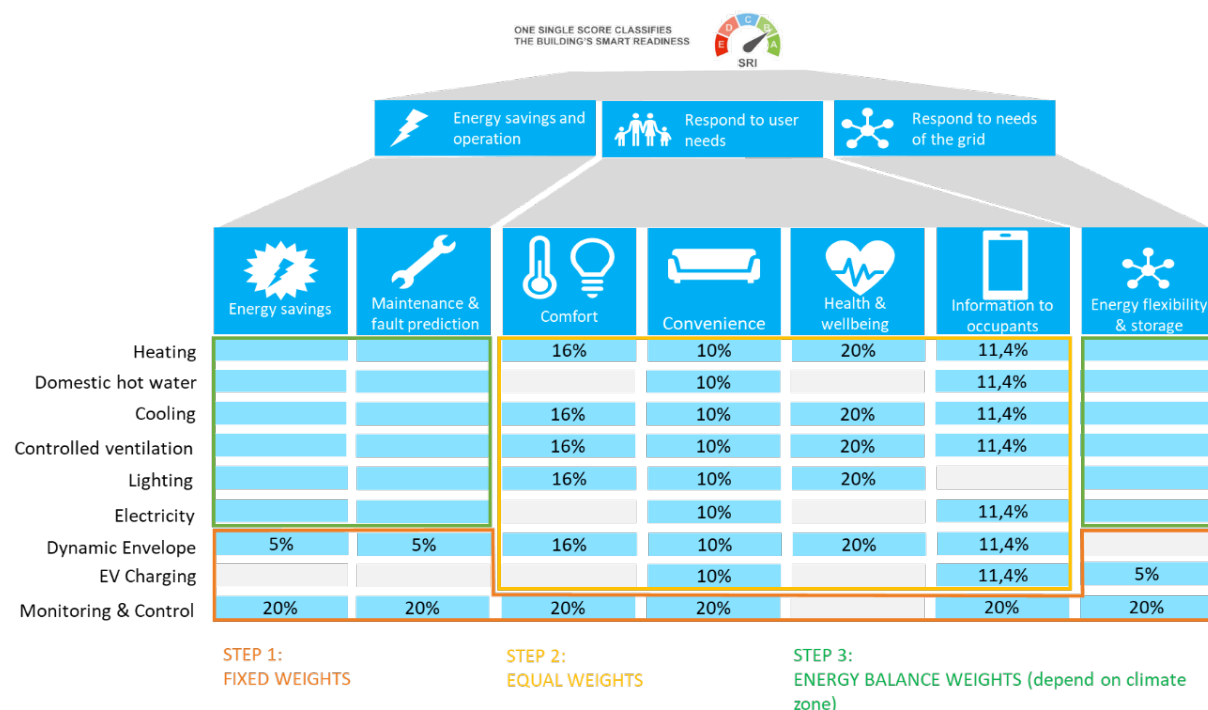


Figura 4 (da [1. p. 119]): Fattori di ponderazione dei domini tecnologici nei confronti dei criteri d'impatto

Il riquadro contornato in giallo contiene invece i cosiddetti *pesi uguali*, ottenuti facendo in modo che la loro somma per ogni criterio valga il 100% includendo anche gli eventuali pesi fissi ad esso relativi. Per esempio, sul criterio *Comodità (Convenience)* vediamo che tutti i nove domini sono rilevanti, e *Monitoraggio e controllo* pesa già per il 20%, per cui distribuire il rimanente 80% su tutti gli altri domini vuol dire attribuire il 10% ad ognuno di essi. Sul criterio *Salute e benessere*, si ritengono rilevanti solo cinque domini con pesi uguali e nessun dominio con peso fisso, quindi ai cinque domini verranno attribuiti pesi uguali pari al 20%. Quando un dominio tecnologico non è rilevante per un criterio, la relativa casella è colorata in grigio.

I riquadri contornati in verde contengono i pesi dipendenti da bilanci energetici e/o dal tipo di edificio. Le relative caselle sono lasciate vuote nella figura: i pesi andranno valutati tenendo presente che le somme per ogni colonna devono dare il 100%. I loro valori potranno cambiare se cambia il tipo di bilancio energetico utilizzato. Se basati sulle zone climatiche di Figura 3, i pesi saranno ottenuti in base alle Tabelle 1 e 2, relative agli edifici residenziali e non residenziali, rispettivamente. I valori in esse contenuti rappresentano le importanze relative dei sei domini rilevanti nei confronti dei tre criteri d'impatto *Risparmio energetico*,

Manutenzione e previsione dei guasti e Flessibilità e accumulo energetico, vale a dire, tutte le caselle racchiuse nei riquadri verdi in Figura 4. Il singolo fattore di ponderazione per edificio e per zona climatica, sarà dato dal 100% spettante ad ogni criterio diminuito della somma dei relativi pesi fissi e moltiplicato per il valore ricavato dalla tabella espresso in frazione. Per esempio, il peso del dominio tecnologico *Riscaldamento* nei confronti del criterio *Risparmio energetico* per un edificio residenziale ricadente nella zona climatica *Sud Europa* sarà

$$f_{Risc,REN} = [100 - (f_{InvArch,REN} + f_{M\&C,REN})] \cdot \frac{\alpha_{Risc,Res,S}}{100}$$

dove

- $f_{Risc,REN}$ è il fattore di ponderazione del dominio *Riscaldamento* nei confronti del criterio *Risparmio energetico*;
- $f_{InvArch,REN}$ è il fattore di ponderazione (fisso) del dominio *Involucro architettonico dinamico* nei confronti del criterio *Risparmio energetico* (da Figura 4);
- $f_{M\&C,REN}$ è il fattore di ponderazione (fisso) del dominio *Monitoraggio e controllo* nei confronti del criterio *Risparmio energetico* (da Figura 4);
- $\alpha_{Risc,Res,S}$ è l'importanza relativa del dominio *Riscaldamento* per un edificio residenziale situato nel sud Europa (da Tabella 1).

In numeri, abbiamo

$$f_{Risc,REN} = [100 - (5 + 20)] \cdot \frac{42.2}{100} = 31.7\%.$$

Tabella 1 (da [1, p. 121]): Coefficienti per il calcolo dei pesi dipendenti dalla zona climatica - Edifici residenziali (valori percentuali).

Domini \ Zona Climatica	Nord	Ovest	Sud	Nord-Est	Sud-Est
Riscaldamento	39.9	45.3	42.2	40.5	27.5
Acqua calda sanitaria	12.4	10.2	13.3	18.6	7.7
Raffrescamento	0.0	4.1	9.2	0.0	19.5
Ventilazione	25.0	23.8	12.3	25.4	14.4
Illuminazione	4.9	2.0	3.6	0.8	1.2
Elettricità	17.8	14.8	19.5	14.7	29.6

Tabella 2 (da [1, p. 121]): Coefficienti per il calcolo dei pesi dipendenti dalla zona climatica - Edifici non residenziali (valori percentuali).

Domini \ Zona Climatica	Nord	Ovest	Sud	Nord-Est	Sud-Est
Riscaldamento	41.8	36.4	40.3	39.0	38.3
Acqua calda sanitaria	7.2	11.0	14.3	12.5	15.4
Raffrescamento	12.5	16.9	15.7	11.2	9.9
Ventilazione	26.2	19.1	11.7	24.4	20.1
Illuminazione	10.4	13.8	16.0	9.7	11.9
Elettricità	2.0	2.8	2.1	3.1	4.4

Come anticipato, alternativamente all'approccio basato sulle cinque zone climatiche, si può ricorrere, per ogni edificio, ai bilanci energetici desunti dall'APE, qualora l'immobile ne sia dotato. In particolare, dovrebbero essere note le quote di energia primaria spese per il

riscaldamento dell'ambiente, l'acqua calda sanitaria, il raffrescamento dell'ambiente, la ventilazione controllata, l'illuminazione e l'energia autoprodotta da fonti rinnovabili. In questo caso, l'importanza relativa di ognuno dei sei domini attualmente considerati sarà data dal rapporto tra l'energia primaria spesa per tutti i servizi attinenti a quel dominio e l'energia primaria spesa per tutti i servizi attinenti a tutti i domini considerati. Per esempio, riferendosi a una qualunque categoria tra quelle contornate in verde in Figura 4, il l'importanza relativa del dominio *Riscaldamento* sarà data da

$$\alpha_{Risc} = \frac{Q_{Risc}}{Q_{Tot}}$$

$$Q_{Tot} = Q_{Risc} + Q_{Acq} + Q_{Raff} + Q_{Vent} + Q_{Ill} + Q_{Elett}$$

con

- Q_{Risc} quota di energia primaria spesa per il riscaldamento dell'ambiente;
- Q_{Acq} quota di energia primaria spesa per l'acqua calda sanitaria;
- Q_{Raff} quota di energia primaria spesa per il raffrescamento dell'ambiente;
- Q_{Vent} quota di energia primaria spesa per la ventilazione meccanica;
- Q_{Ill} quota di energia primaria spesa per l'illuminazione;
- Q_{Elett} quota di energia rinnovabile prodotta localmente, espressa come energia primaria.

5. Processo di Triage

Al paragrafo 3: *Lo Smart Readiness Indicator*, si è anticipato che i punteggi ottenuti per ogni dominio vengono poi normalizzati dividendoli per il massimo punteggio ottenibile dallo specifico immobile in esame. Il punteggio finale aggregato rappresenta dunque una percentuale del massimo punteggio. Il massimo punteggio ottenibile, tuttavia, non è semplicemente la somma dei massimi punteggi teoricamente assumibili da tutti i servizi inclusi nel catalogo utilizzato. È infatti molto probabile che, nel contesto geografico, climatico e funzionale dello specifico immobile, alcuni domini e servizi siano

- Non rilevanti;
- Non applicabili;
- Non desiderabili.

Il foglio di calcolo distribuito, *SRI_calculation-sheet_v4.5.xlsx*, consente di far precedere la valutazione per servizio da un processo di triage teso a specificare quali siano i servizi rilevanti per uno specifico immobile. Abbiamo già anticipato che il requisito di confrontabilità tra edifici sulla base dell'SRI non può essere pienamente soddisfatto quando si tratta di edifici inclusi in diversi contesti. Pur rinunciando alla piena confrontabilità, ciò su cui si deve fare affidamento consiste in

- Integrità,
- Replicabilità,
- Trasparenza.

Ai fini della replicabilità, la decisione sulla rilevanza, applicabilità e desiderabilità di un servizio non deve essere basata sull'interpretazione del singolo valutatore, ma deve essere univocamente definita dalla procedura prescritta.

Alcuni domini potrebbero essere non rilevanti; per esempio, in un edificio potrebbe non essere possibile installare impianti di ricarica di veicoli elettrici. Alcuni servizi potrebbero essere applicabili solo se sono presenti specifici TBS. Infine, alcuni servizi potrebbero essere mutuamente esclusivi; per esempio, immobili serviti da teleriscaldamento difficilmente saranno anche provvisti di impianto a pompa di calore.

Nei casi in cui un servizio sia assente o non rilevante, a questo non viene assegnato un livello funzionale, e il massimo punteggio ottenibile non rientra nella somma che divide il punteggio effettivo ottenuto. Questo consente di non penalizzare l'assenza di tale servizio ai fini SRI.

L'SRI, tuttavia, non è concepito solo come strumento di misura, ma anche come incentivo all'installazione di servizi tecnologici intelligenti. Dunque, mancare di penalizzare l'assenza di servizi che potrebbero migliorare il comfort degli occupanti diminuendo nel contempo l'impronta ecologica dell'immobile significherebbe disincentivare l'installazione delle SRT che li rendono possibili. Valutare o meno la presenza o l'assenza di un servizio, vale a dire, rispettivamente, assegnargli il punteggio minimo e non modificare il massimo punteggio ottenibile oppure non assegnargli un punteggio e ridurre di conseguenza il punteggio massimo ottenibile, segna la differenza tra valutare l'SRI dell'immobile per come potrebbe essere (*Smart Possible*) o per come è realmente nel momento in cui si valuta (*Smart Ready*). La scelta tra l'una o l'altra opzione è demandata agli stati membri, che implementeranno le linee guida per l'applicazione dello schema SRI a seconda dei loro specifici contesti.

La non perfetta confrontabilità dovuta a questa politica rende essenziale la trasparenza, vale a dire, comunicazione di tutti i punteggi attribuiti e associazione alla documentazione prodotta di opportune grafiche che indichino gli eventuali domini tecnologici non valutati.

Le raccomandazioni finali del gruppo di supporto tecnico riguardo al processo di triage sono le seguenti:

- Alcuni servizi dovrebbero essere valutati solo se i relativi TBS sono presenti;
- Alcuni servizi potrebbero essere mutuamente esclusivi: quelli che risultassero ridondanti devono essere esclusi dalla valutazione;
- Alcuni servizi potrebbero non essere presenti ma desiderabili ai fini delle politiche di incentivazione.

Il gruppo di supporto raccomanda di consentire agli enti regolatori (stati membri o enti delegati allo scopo) di stabilire linee guida che indichino quali servizi vadano inclusi nella valutazione a seconda della loro rilevanza negli specifici contesti.

6. Definizione dei livelli funzionali

Terminate le fasi di identificazione dell'immobile e di triage, il foglio di calcolo richiede al valutatore solo di stabilire i livelli funzionali dei servizi rilevanti, per i metodi di calcolo B e A, rispettivamente, con o senza l'aiuto di documentazione tecnica o di visita in loco. Fatto ciò, i valori parziali e finale dell'SRI appariranno nelle apposite caselle della scheda *Results* (Figura 5).

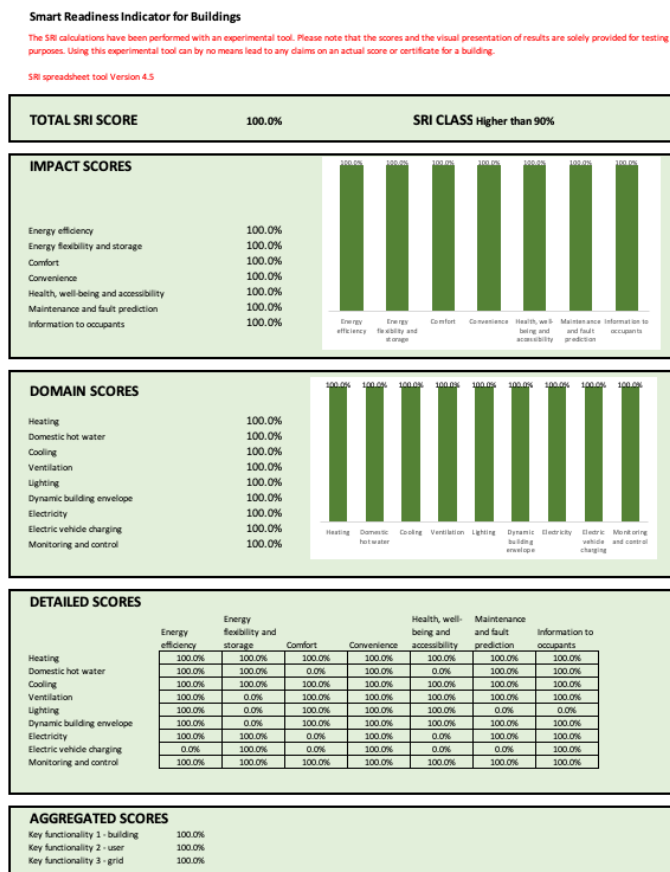


Figura 5 (da SRI_calculation-sheet_v4.5.xlsx): Scheda *Results*, riportante a valle del calcolo i valori parziali, per funzionalità, categoria e dominio, e totale dell'SRI.

L'attribuzione dei livelli funzionali avviene attraverso la scheda *Calculation* del foglio di calcolo. I dettagli, su questo come su tutti gli altri aspetti operativi legati al foglio di calcolo, sono riportati nel documento *Smart Readiness Indicator (SRI)...*, citato alla nota 1, che accompagna il foglio di calcolo. Qui vediamo solo un esempio che descrive il lavoro del valutatore nell'attribuzione del livello funzionale a un servizio attinente al dominio *Riscaldamento*.

La Tabella 3 riporta parte di una riga della scheda *Overview of services*, riportata per intero in Appendice, che descrive ogni servizio dettagliando il significato dei diversi livelli funzionali. Nell'esempio, abbiamo il servizio *controllo dell'emissione di calore*, pertinente al dominio tecnologico *Riscaldamento*, e al gruppo di servizi "controllo del calore - lato domanda". In questa tabella, vedi Appendice, i servizi appartenenti a diversi domini sono contraddistinti da diversi colori di sfondo delle corrispondenti caselle. Questo servizio (codice H-1a) prevede cinque livelli funzionali:

- **Livello 0:** Nessun controllo automatico (vale a dire, servizio non intelligente);
- **Livello 1:** Controllo automatico centralizzato (p.es. termostato centrale);
- **Livello 2:** Controllo individuale per singola stanza (p.es. valvole termostatiche);
- **Livello 3:** Controllo individuale per stanza con controllori comunicanti tra loro e con il sistema di automazione e controllo di edificio (BACS);
- **Livello 4:** Controllo individuale per stanza con comunicazione e rilevazione di presenza.

Tabella 3 (da SRI_calculation-sheet_v4.5.xlsx): Dalla scheda *Overview of services*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Domain	Code	Service group	Smart ready service	Functionality level 0 (as non-smart default)	Functionality level 1	Functionality level 2	Functionality level 3	Functionality level 4	part of the method A: 1 - YES; 0 - NO	part of the method B: 1 - YES; 0 - NO
Heating	H-1a	Heat control - demand side	Heat emission control	No automatic control	Central automatic control (e.g. central thermostat)	Individual room control (e.g. thermostatic valves, or electronic controller)	Individual room control with communication between controllers and to BACS	Individual room control with communication and occupancy detection	1	1

Il numero dei livelli funzionali ammessi, così come la loro descrizione, è in genere diverso per i diversi servizi. Le colonne 10 e 11 di questo stralcio di tabella, valorizzate entrambe con "1", indicano che questo servizio è rilevante sia per il metodo semplificato sia per il metodo completo, basati come detto sui due cataloghi con 27 e 54 servizi, rispettivamente.

La tabella 4 riproduce la corrispondente riga della scheda *Calculation*, su cui deve operare il valutatore una volta apprese le descrizioni dei livelli funzionali.

Tabella 4 (da SRI_calculation-sheet_v4.5.xlsx): Dalla scheda *Calculation*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Code	Service group	Smart ready service	Service included in the selected method (A/B/custom): 0 - not included, 1 - included	1 - This domain is present; 2 - This domain is absent but mandatory; 0 - This domain is absent and not mandatory	TRIAGE: 1 - This service affects maximum obtainable score, even if service is not applicable in this building; 0 - This service does not affect maximum obtainable score when not present in building	Service applicable in your building? - to be assessed by the assessor: 1 - applicable; 0 - not applicable	Main functionality level as inspected by SRI assessor	share (default = 100% means applicable throughout the building)	Optional: additional functionality level in part of the building	Share of additional functionality level
H-1a	Heat control - demand side	Heat emission control	1	1	0	1	4	100%		0%

Le prime tre colonne riportano i dati delle colonne 2, 3 e 4 di Tabella 3. La colonna 2 dice se il servizio è o no incluso nel metodo di calcolo scelto, e riporta il valore presente in una delle colonne 10 e 11 di Tabella 3. La colonna 5 specifica se il servizio è presente nell'edificio (1), se è assente ma obbligatorio (2) o se è assente ma non obbligatorio (0). La colonna 6 viene valorizzata a seguito del processo di triage e specifica se il servizio contribuisce o no al

calcolo del massimo punteggio quando non applicabile o assente. Le tre colonne in giallo devono essere compilate dal valutatore, e specificano, nell'ordine, l'applicabilità o meno del servizio all'edificio in esame, il relativo livello funzionale, e la quota di applicabilità all'edificio. Quando il servizio non è presente nell'intero edificio, cioè quando alla colonna 9 il valutatore attribuisce un valore inferiore al 100% (in base alla superficie servita rispetto alla superficie totale dell'edificio), si possono specificare nelle colonne 10 e 11, rispettivamente, un ulteriore livello funzionale e la relativa quota di superficie servita.

7. Calcolo dei valori parziali e finale dell'SRI

La Figura 6 visualizza la metodologia di calcolo dell'SRI così come qui riassunta al paragrafo 3: *Lo Smart Readiness Indicator*.

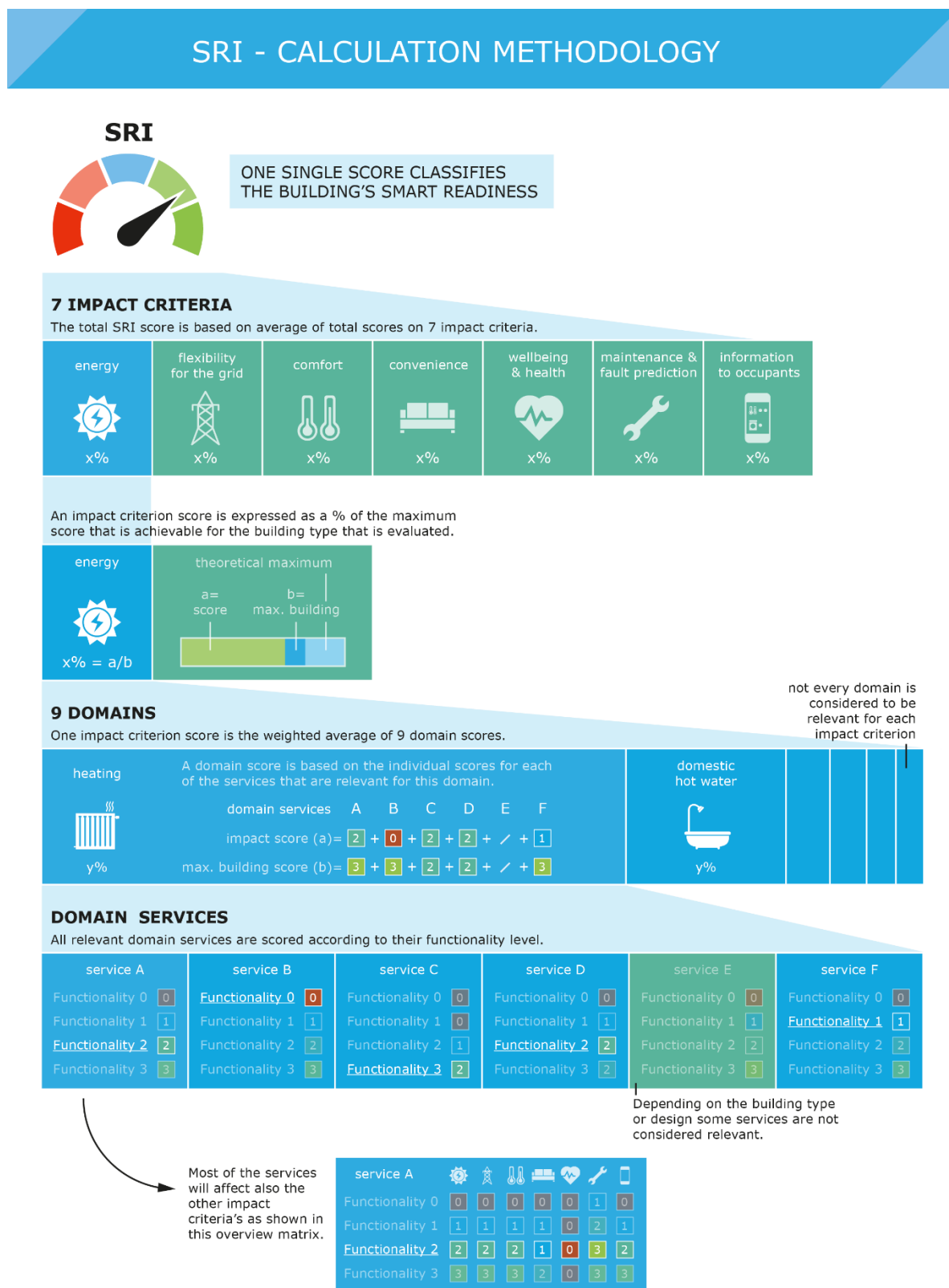


Figura 6 (da [1, p.108]): Visualizzazione della metodologia di calcolo dell'SRI

Il compito del valutatore è di inserire le informazioni richieste dalla scheda *Building information* nel foglio di calcolo, quindi procedere al triage. Dopo ciò la sola cosa che deve fare è rappresentata nel riquadro più in basso della figura, da ripetere per ogni servizio attivo. Come si vede, assegnato un livello funzionale a un servizio, questo si traduce automaticamente in punteggi diversi per i diversi domini tecnologici. A questo proposito si fa notare che la figura ha un errore nella tabella di assegnazione del livello funzionale: invece di riportare i punteggi del servizio per i nove domini tecnologici, il riquadro in figura riporta i simboli dei sette criteri d'impatto. Vale solo come avvertenza: questo errore non influisce infatti sugli altri riquadri inclusi nella figura. Una volta valutati tutti i servizi, ogni dominio riceve i relativi punteggi. Il secondo riquadro dal basso si riferisce al dominio *Riscaldamento*. I punteggi sono sommati tra loro, vedi il riquadro ancora sopra, denominato *9 Domains*, e la somma è divisa per la somma dei massimi punteggi ottenibili. Tale rapporto viene assegnato come punteggio percentuale ad ognuno dei sette criteri d'impatto, e la risultante media pesata (con le percentuali indicate nell'ultima riga di Figura 2) costituisce l'SRI finale. Notare che questo schema salta il passaggio dalle tre funzionalità chiave, che comunque sono considerate pesare 1/3 ciascuna, come peso uguale assumono i pesi dei domini appartenenti ai tre gruppi rappresentati in Figura 2. Il peso attribuito al singolo criterio risulta dunque dal prodotto tra il peso del criterio moltiplicato per il peso della funzionalità chiave che lo sottende e risulta lo stesso all'interno di ognuno dei tre gruppi di criteri. Nel caso in cui si vogliano modificare questi pesi, i contributi dei sette criteri d'impatto così come rappresentati nel riquadro *7 Impact Criteria* di Figura 6, vanno modificati di conseguenza, alterando così anche i prodotti da cui risultano i contributi finali dei criteri.

8. Conclusione

Questo documento riassume i principi e la metodologia di calcolo dell'SRI, principalmente ai fini di operare una valutazione attraverso il foglio di calcolo fornito dalla Commissione in modalità standard, cioè quella emersa dalle raccomandazioni finali del gruppo di supporto tecnico che hanno portato alla stesura dei regolamenti 2020/2155/EU e 2020/2156/EU. Questa modalità sarà utilizzata per il calcolo preventivo "smart ready" sui due casi studio previsti dal progetto GUARDIANS e per i calcoli "smart possible" propedeutici alla definizione dei relativi progetti di retrofitting o di modifiche alla progettazione definitiva.

È comunque qui riportata qualche valutazione critica che dovrebbe rientrare nell'attività di studio all'interno del progetto. Il programma approvato dalla Regione Toscana prevede di lasciare inalterata la struttura gerarchica e l'attribuzione dei punteggi in base ai livelli funzionali dei servizi, in modo da muoversi comunque all'interno del quadro stabilito dalle direttive e dai regolamenti, ma intervenire eventualmente sui fattori di ponderazione, dai domini tecnologici in su, e sulla considerazione delle zone climatiche.

Entrambe le possibilità sono contemplate e rese disponibili nel foglio di calcolo, ma in questa sede sono loro riservati solamente pochi accenni, in quanto saranno oggetto di successivi studi riportati a mese 9 nel deliverable D1.4: Rapporto analisi AHP.

Riferimenti

- [1] S. Verbeke, D. Aerts, G. Reynders, Y. Ma and P. Waide, *Final report on the technical support to the development of a smart readiness indicator for buildings*, 2020, ISBN 978-92-76-19197-1, doi 10.2833/41100.
- [2] G. Torchiani, *Smart grid: cos'è e come funziona la rete elettrica intelligente in Italia*, 4/08/2021 aggiornato il 23/08/2023. Online: <https://www.esg360.it/energy-transformation/smart-grid-cos-e-come-funziona-la-rete-elettrica-intelligente-in-italia/>.
- [3] DPR 412 del 26/08/1993. Online: <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/1993/10/14/093G0451/sg>

Appendice

Tabella A.1 (da SRI_calculation-sheet_v4.5.xlsx): Catalogo Completo dei servizi tecnologici. Le caselle della penultima colonna colorate in rosa indicano che i relativi servizi non rientrano nel catalogo usato per il metodo A (semplificato).

Domain	Co de	Service group	Smart ready service	Functionality level 0 (as non-smart default)	Functionality level 1	Functionality level 2	Functionality level 3	Functionality level 4	part of the method A: 1 - YES; 0 - NO	part of the method B: 1 - YES; 0 - NO
Heating	H-1a	Heat control - demand side	Heat emission control	No automatic control	Central automatic control (e.g. central thermostat)	Individual room control (e.g. thermostatic valves, or electronic controller)	Individual room control with communication between controllers and to BACS	Individual room control with communication and occupancy detection	1	1
Heating	H-1b	Heat control - demand side	Emission control for TABS (heating mode)	No automatic control	Central automatic control	Advanced central automatic control	Advanced central automatic control with intermittent operation and/or room temperature feedback control		0	1
Heating	H-1c	Heat control - demand side	Control of distribution fluid temperature (supply or return air flow or water flow) - Similar function can be applied to the control of direct electric heating networks	No automatic control	Outside temperature compensated control	Demand based control			1	1
Heating	H-1d	Heat control - demand side	Control of distribution pumps in networks	No automatic control	On off control	Multi-Stage control	Variable speed pump control (pump unit (internal) estimations)	Variable speed pump control (external demand signal)	0	1
Heating	H-1f	Heat control - demand side	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)		0	1
Heating	H-2a	Control heat production facilities	Heat generator control (all except heat pumps)	Constant temperature control	Variable temperature control depending on outdoor temperature	Variable temperature control depending on the load (e.g. depending on supply water temperature set point)			1	1
Heating	H-2b	Control heat production facilities	Heat generator control (for heat pumps)	On/Off-control of heat generator	Multi-stage control of heat generator capacity depending on the load or demand (e.g. on/off of several compressors)	Variable control of heat generator capacity depending on the load or demand (e.g. hot gas bypass, inverter frequency control)	Variable control of heat generator capacity depending on the load AND external signals from grid		1	1
Heating	H-2d	Control heat production facilities	Sequencing in case of different heat generators	Priorities only based on running time	Control according to fixed priority list: e.g. based on rated energy efficiency	Control according to dynamic priority list (based on current energy efficiency, carbon emissions and capacity of generators, e.g. solar, geothermal heat, cogeneration plant, fossil fuels)	Control according to dynamic priority list (based on current AND predicted load, energy efficiency, carbon emissions and capacity of generators)	Control according to dynamic priority list (based on current AND predicted load, energy efficiency, carbon emissions, capacity of generators AND external signals from grid)	0	1

Heating	H-3	Information to occupants and facility managers	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	1	1
Heating	H-4	Flexibility and grid interaction	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)	0	1
Domestic hot water	DH W-1a	Control DHW production on facilities	Control of DHW storage charging (with direct electric heating or integrated electric heat pump)	Automatic control on / off	Automatic control on / off and scheduled charging enable	Automatic control on / off and scheduled charging enable and multi-sensor storage management	Automatic charging control based on local availability of renewables or information from electricity grid (DR, DSM)		1	1
Domestic hot water	DH W-1b	Control DHW production on facilities	Control of DHW storage charging (using hot water generation)	Automatic control on / off	Automatic control on / off and scheduled charging enable	Automatic on/off control, scheduled charging enable and demand-based supply temperature control or multi-sensor storage management	DHW production system capable of automatic charging control based on external signals (e.g. from district heating grid)		1	1
Domestic hot water	DH W-1d	Control DHW production on facilities	Control of DHW storage charging (with solar collector and supplementary heat generation)	Manual selected control of solar energy or heat generation	Automatic control of solar storage charge (Prio. 1) and supplementary storage charge	Automatic control of solar storage charge (Prio. 1) and supplementary storage charge and demand-oriented supply or multi-sensor storage management	Automatic control of solar storage charge (Prio. 1) and supplementary storage charge, demand-oriented supply and return temperature control and multi-sensor storage management		0	1
Domestic hot water	DH W-2b	Control DHW production on facilities	Sequencing in case of different DHW generators	Priorities only based on running time	Control according to fixed priority list: e.g. based on rated energy efficiency	Control according to dynamic priority list (based on current energy efficiency, carbon emissions and capacity of generators, e.g. solar, geothermal heat, cogeneration plant, fossil fuels)	Control according to dynamic priority list (based on current AND predicted load, energy efficiency, carbon emissions and capacity of generators)	Control according to dynamic priority list (based on current AND predicted load, energy efficiency, carbon emissions, capacity of generators AND external signals from grid)	0	1
Domestic hot water	DH W-3	Information to occupants and facility managers	Report information regarding domestic hot water performance	None	Indication of actual values (e.g. temperatures, submetering energy usage)	Actual values and historical data	Performance evaluation including forecasting and/or benchmarking	Performance evaluation including forecasting and/or benchmarking; also including predictive management and fault detection	1	1
Cooling	C-1a	Cooling control - demand side	Cooling emission control	No automatic control	Central automatic control	Individual room control	Individual room control with communication between controllers and to BACS	Individual room control with communication and occupancy detection	1	1
Cooling	C-1b	Cooling control - demand side	Emission control for TABS (cooling mode)	No automatic control	Central automatic control	Advanced central automatic control	Advanced central automatic control with intermittent operation and/or room temperature feedback control		0	1
Cooling	C-1c	Cooling control - demand side	Control of distribution network chilled water temperature (supply or return)	Constant temperature control	Outside temperature compensated control	Demand based control			0	1

Cooling	C-1d	Cooling control - demand side	Control of distribution pumps in networks	No automatic control	On off control	Multi-Stage control	Variable speed pump control (pump unit (internal) estimations)	Variable speed pump control (external demand signal)	0	1
Cooling	C-1f	Cooling control - demand side	Interlock: avoiding simultaneous heating and cooling in the same room	No interlock	Partial interlock (minimising risk of simultaneous heating and cooling e.g. by sliding setpoints)	Total interlock (control system ensures no simultaneous heating and cooling can take place)			0	1
Cooling	C-1g	Cooling control - demand side	Control of Thermal Energy Storage (TES) operation	Continuous storage operation	Time-scheduled storage operation	Load prediction based storage operation	Cold storage capable of flexible control through grid signals (e.g. DSM)		0	1
Cooling	C-2a	Control cooling production on facilities	Generator control for cooling	On/Off-control of cooling production	Multi-stage control of cooling production capacity depending on the load or demand (e.g. on/off of several compressors)	Variable control of cooling production capacity depending on the load or demand (e.g. hot gas bypass, inverter frequency control)	Variable control of cooling production capacity depending on the load AND external signals from grid		1	1
Cooling	C-2b	Control cooling production on facilities	Sequencing of different cooling generators	Priorities only based on running times	Fixed sequencing based on loads only: e.g. depending on the generators characteristics such as absorption chiller vs. centrifugal chiller	Dynamic priorities based on generator efficiency and characteristics (e.g. availability of free cooling)	Load prediction based sequencing: the sequence is based on e.g. COP and available power of a device and the predicted required power	Sequencing based on dynamic priority list, including external signals from grid	0	1
Cooling	C-3	Information to occupants and facility managers	Report information regarding cooling 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	1	1
Cooling	C-4	Flexibility and grid interaction	Flexibility and grid interaction	No automatic control	Scheduled operation of cooling system	Self-learning optimal control of cooling system	Cooling system capable of flexible control through grid signals (e.g. DSM)	Optimized control of cooling system based on local predictions and grid signals (e.g. through model predictive control)	1	1
Ventilation	V-1a	Air flow control	Supply air flow control at the room level	No ventilation system or manual control	Clock control	Occupancy detection control	Central Demand Control based on air quality sensors (CO ₂ , VOC, humidity, ...)	Local Demand Control based on air quality sensors (CO ₂ , VOC,...) with local flow from/to the zone regulated by dampers	1	1
Ventilation	V-1c	Air flow control	Air flow or pressure control at the air handler level	No automatic control: Continuously supplies of air flow for a maximum load of all rooms	On off time control: Continuously supplies of air flow for a maximum load of all rooms during nominal occupancy time	Multi-stage control: To reduce the auxiliary energy demand of the fan	Automatic flow or pressure control without pressure reset: Load dependent supplies of air flow for the demand of all connected rooms.	Automatic flow or pressure control with pressure reset: Load dependent supplies of air flow for the demand of all connected rooms (for variable air volume systems with VFD).	0	1
Ventilation	V-2c	Air temperature control	Heat recovery control: prevention of overheating	Without overheating control	Modulate or bypass heat recovery based on sensors in air exhaust	Modulate or bypass heat recovery based on multiple room temperature sensors or predictive control			0	1

Ventilation	V-2d	Air temperature control	Supply air temperature control at the air handling unit level	No automatic control	Constant setpoint: A control loop enables to control the supply air temperature, the setpoint is constant and can only be modified by a manual action	Variable set point with outdoor temperature compensation	Variable set point with load dependant compensation. A control loop enables to control the supply air temperature. The setpoint is defined as a function of the loads in the room		0	1
Ventilation	V-3	Free cooling	Free cooling with mechanical ventilation system	No automatic control	Night cooling	Free cooling: air flows modulated during all periods of time to minimize the amount of mechanical cooling	H,x- directed control: The amount of outside air and recirculation air are modulated during all periods of time to minimize the amount of mechanical cooling. Calculation is performed on the basis of temperatures and humidity (enthalpy).		0	1
Ventilation	V-6	Feedback - Reporting information	Reporting information regarding IAQ	None	Air quality sensors (e.g. CO2) and real time autonomous monitoring	Real time monitoring & historical information of IAQ available to occupants	Real time monitoring & historical information of IAQ available to occupants + warning on maintenance needs or occupant actions (e.g. window opening)		1	1
Lighting	L-1a	Artificial lighting control	Occupancy control for indoor lighting	Manual on/off switch	Manual on/off switch + additional sweeping extinction signal	Automatic detection (auto on / dimmed or auto off)	Automatic detection (manual on / dimmed or auto off)		1	1
Lighting	L-2	Control artificial lighting power based on daylight levels	Control artificial lighting power based on daylight levels	Manual (central)	Manual (per room / zone)	Automatic switching	Automatic dimming	Automatic dimming including scene-based light control (during time intervals, dynamic and adapted lighting scenes are set, for example, in terms of illuminance level, different correlated colour temperature (CCT) and the possibility to change the light distribution within the space according to e.g. design, human needs, visual tasks)	0	1
Dynamic building envelope	DE-1	Window control	Window solar shading control	No sun shading or only manual operation	Motorized operation with manual control	Motorized operation with automatic control based on sensor data	Combined light/blind/HVAC control	Predictive blind control (e.g. based on weather forecast)	1	1
Dynamic building envelope	DE-2	Window control	Window open/closed control, combined with HVAC system	Manual operation or only fixed windows	Open/closed detection to shut down heating or cooling systems	Level 1 + Automised mechanical window opening based on room sensor data	Level 2 + Centralized coordination of operable windows, e.g. to control free natural night cooling		0	1
Dynamic building envelope	DE-4	Feedback - Reporting information	Reporting information regarding performance of dynamic building envelope systems	No reporting	Position of each product & fault detection	Position of each product, fault detection & predictive maintenance	Position of each product, fault detection, predictive maintenance, real-time sensor data (wind, lux, temperature...)	Position of each product, fault detection, predictive maintenance, real-time & historical sensor data (wind, lux, temperature...)	1	1
Electricity	E-2	Feedback - Reporting information	Reporting information regarding local electricity generation	None	Current generation data available	Actual values and historical data	Performance evaluation including forecasting and/or benchmarking	Performance evaluation including forecasting and/or benchmarking; also including predictive management and fault detection	1	1

Electricity	E-3	DER - Storage	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	1	1
Electricity	E-4	DER-Optimization	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		0	1
Electricity	E-5	DER - Generation Control	Control of combined heat and power plant (CHP)	CHP control based on scheduled runtime management and/or current heat energy demand	CHP runtime control influenced by the fluctuating availability of RES; overproduction will be fed into the grid	CHP runtime control influenced by the fluctuating availability of RES and grid signals; dynamic charging and runtime control to optimise self-consumption of renewables			0	1
Electricity	E-8	DSM-Storage	Support of (micro)grid operation modes	None	Automated management of (building-level) electricity consumption based on grid signals	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)		0	1
Electricity	E-11	Feedback - Reporting information	Reporting information regarding energy storage	None	Current state of charge (SOC) data available	Actual values and historical data	Performance evaluation including forecasting and/or benchmarking	Performance evaluation including forecasting and/or benchmarking; also including predictive management and fault detection	1	1
Electricity	E-12	Feedback - Reporting information	Reporting information regarding electricity consumption	None	reporting on current electricity consumption on building level	real-time feedback or benchmarking on building level	real-time feedback or benchmarking on appliance level	real-time feedback or benchmarking on appliance level with automated personalized recommendations	1	1
Electric vehicle charging	EV-15	EV Charging	EV Charging Capacity	not present	ducting (or simple power plug) available	0-9% of parking spaces has recharging points	10-50% of parking spaces has recharging point	>50% of parking spaces has recharging point	1	1
Electric vehicle charging	EV-16	EV Charging - Grid	EV Charging Grid balancing	Not present (uncontrolled charging)	1-way controlled charging (e.g. including desired departure time and grid signals for optimization)	2-way controlled charging (e.g. including desired departure time and grid signals for optimization)			1	1
Electric vehicle charging	EV-17	EV Charging - connectivity	EV charging information and connectivity	No information available	Reporting information on EV charging status to occupant	Reporting information on EV charging status to occupant AND automatic identification and authorization of the driver to the charging station (ISO 15118 compliant)			1	1
Monitoring and control	MC-3	HVAC interaction control	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		0	1
Monitoring and control	MC-4	Fault detection	Detecting faults of technical building systems and providing support to the diagnosis of these	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		0	1

			faults							
Monitoring and control	M C-9	TBS interaction control	Occupancy detection: connected services	None	Occupancy detection for individual functions, e.g. lighting	Centralised occupant detection which feeds in to several TBS such as lighting and heating			0	1
Monitoring and control	M C-13	Feedback - Reporting information	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		1	1
Monitoring and control	M C-25	Smart Grid Integration	Smart Grid Integration	None - No harmonization between grid and TBS; building is operated independently from the grid load	Demand side management possible for (some) individual TBS, but not coordinated over various domains	Coordinated demand side management of multiple TBS			1	1
Monitoring and control	M C-28	Feedback - Reporting information	Reporting information regarding demand side management performance and operation	None	Reporting information on current DSM status, including managed energy flows	Reporting information on current historical and predicted DSM status, including managed energy flows			0	1
Monitoring and control	M C-29	Override control	Override of DSM control	No DSM control	DSM control without the possibility to override this control by the building user (occupant or facility manager)	Manual override and reactivation of DSM control by the building user	Scheduled override of DSM control (and reactivation) by the building user	Scheduled override of DSM control and reactivation with optimised control	0	1
Monitoring and control	M C-30	Single platform that allows automated control & coordination between TBS + optimization of energy flow based on occupancy, weather and grid signals	Single platform that allows automated control & coordination between TBS + optimization of energy flow based on occupancy, weather and grid signals	None	Single platform that allows manual control of multiple TBS	Single platform that allows automated control & coordination between TBS	Single platform that allows automated control & coordination between TBS + optimization of energy flow based on occupancy, weather and grid signals		1	1