



Ricerca di Sistema elettrico

Studio sui parametri tecnici dell'edificio di riferimento e requisiti energetici minimi degli impianti d'illuminazione, degli ascensori e delle scale mobili

G. Murano, R. Nidasio, A. Panvini, L. Terrinoni

STUDIO SUI PARAMETRI TECNICI DELL'EDIFICIO DI RIFERIMENTO E REQUISITI ENERGETICI MINIMI DEGLI IMPIANTI D'ILLUMINAZIONE, DEGLI ASCENSORI E DELLE SCALE MOBILI

G. Murano, R. Nidasio, A. Panvini - CTI

L. Terrinoni - ENEA

Settembre 2016

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Annuale di Realizzazione 2015

Area: Efficienza energetica e risparmio di energia negli usi finali elettrici e interazione con altri vettori energetici

Progetto: Edifici a energia quasi zero (nZEB), Studi sulla riqualificazione energetica del parco esistente di edifici pubblici

Obiettivo: Evoluzione dei requisiti energetici ottimali degli edifici nZEB

Responsabile del Progetto: Luciano Terrinoni

Il presente documento descrive le attività di ricerca svolte all'interno del Contratto di Ricerca "Le criticità nella progettazione e realizzazione di interventi di riqualificazione a nZEB: implicazioni pratiche, normative e legislative. - Evoluzione dei requisiti energetici ottimali degli edifici NZEB -

Responsabile scientifico ENEA: Luciano Terrinoni

Responsabile scientifico CTI: Antonio Panvini

Sommario

PREMESSA.....	4
1 REQUISITI ENERGETICI MINIMI DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE	5
1.1 ANALISI DELLE VERIFICHE RICHIESTE DAL DECRETO REQUISITI MINIMI	5
1.2 PROPOSTA DI UNA METODOLOGIA PER LA DETERMINAZIONE DEI REQUISITI ENERGETICI MINIMI	5
1.2.1 <i>L'illuminazione nell'edificio reale</i>	6
1.2.2 <i>L'illuminazione nell'edificio di riferimento</i>	6
1.2.3 <i>Prima proposta di fattori di spesa e LENI di riferimento</i>	9
1.3 ESEMPI DI CALCOLO	10
1.4 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	10
2 REQUISITI ENERGETICI MINIMI DEGLI IMPIANTI ASCENSORI E SCALE MOBILI	12
2.1 ANALISI DELLE VERIFICHE RICHIESTE DAL DECRETO "REQUISITI MINIMI"	12
2.2 METODOLOGIA PER LA DETERMINAZIONE DEI REQUISITI ENERGETICI MINIMI	12
2.2.1 <i>Ascensori</i>	12
2.2.2 <i>Scale mobili</i>	13
2.3 ESEMPI DI CALCOLO	13
2.3.1 <i>Ascensori</i>	13
2.3.2 <i>Scale mobili</i>	16
2.4 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	17
2.4.1 <i>Ascensori</i>	17
2.4.2 <i>Scale mobili</i>	17
3 PROPOSTA DI AGGIORNAMENTO DELLA CLASSIFICAZIONE DEGLI EDIFICI E DEGLI SPAZI	19
3.1 INTRODUZIONE	19
3.1.1 <i>Decreto Requisiti Minimi e D.P.R. 412/93</i>	19
3.1.2 <i>Progetti di norma in corso di sviluppo dall'ISO/TC 163</i>	20
3.1.3 <i>Edifici, unità immobiliari, zone e spazi</i>	20
3.2 PROPOSTA PER UNA NUOVA CLASSIFICAZIONE DEGLI EDIFICI E DEGLI SPAZI	21
3.2.1 <i>Classificazione degli edifici</i>	21
3.2.2 <i>Classificazione degli spazi</i>	23
3.3 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	27
4 RACCOMANDAZIONI	28
BIBLIOGRAFIA	29
GRUPPO DI LAVORO	31

Premessa

Il Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 26 giugno 2015 “Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici” (di seguito “Requisiti Minimi”), all’art. 4 comma 2, prescrive che l’ENEA, in collaborazione con il CTI, predisponga uno studio sui parametri tecnici dell’edificio di riferimento, al fine di verificare le caratteristiche delle tecniche costruttive, convenzionali e innovative, e monitorare l’evoluzione dei requisiti energetici ottimali. Per gli edifici non residenziali, tale studio deve comprendere i requisiti energetici minimi degli impianti di illuminazione, con particolare attenzione all’interazione fra luce naturale e luce artificiale, degli ascensori e delle scale mobili.

Lo stesso Decreto “Requisiti Minimi”, all’art.7 comma 4, prescrive che l’ENEA, in collaborazione con il CTI predisponga uno studio per valutare l’aggiornamento della classificazione degli edifici e degli spazi di cui al paragrafo 1.2, dell’Allegato 1, in relazione alle diverse condizioni di utilizzo, anche all’interno di edifici della stessa categoria.

In relazione a quanto riportato, il presente documento fornisce una prima risposta alle richieste del Decreto per quanto riguarda:

- 1) Lo studio dei requisiti energetici minimi degli impianti di **illuminazione**, con particolare attenzione all’interazione fra luce naturale e luce artificiale, per gli edifici non residenziali;
- 2) Lo studio dei requisiti energetici minimi degli **ascensori** e delle **scale mobili** per gli edifici non residenziali;
- 3) L’aggiornamento della **classificazione degli edifici e degli spazi**, per tutte le categorie di cui all’articolo 3 del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412.

Al fine di consentire una miglior consultazione, il presente rapporto è quindi stato suddiviso in tre parti, corrispondenti ai punti di cui sopra, e al termine di ciascuna parte sono riportate le conclusioni relative alla tematica trattata.

In particolare si sottolinea che:

- Per il **punto 2)** l’analisi eseguita ha consentito di formulare una proposta di metodologia che si ritiene possa soddisfare le esigenze legislative,
- Per i **punti 1) e 3)**, data la rilevanza e la complessità degli argomenti analizzati, lo stato dell’arte della conoscenza in materia, nonché il considerevole impatto che determinate scelte nei diversi settori potrebbero avere sul mercato, si ritiene che i risultati ottenuti necessitino di un ulteriore approfondimento prima di poter formulare una proposta concreta di aggiornamento a quanto attualmente prescritto nella legislazione. Pertanto, nelle sezioni specifiche sono state evidenziate le motivazioni di tali considerazioni e i principali elementi che dovrebbero essere ulteriormente investigati.

1 Requisiti energetici minimi degli impianti di illuminazione

1.1 Analisi delle verifiche richieste dal Decreto Requisiti Minimi

Per gli impianti di illuminazione, il D.M. “Requisiti Minimi” [1] prescrive innanzitutto che, nelle more dei risultati dello studio di cui all’articolo 4, comma 2, per tutte le categorie di edifici, con l’esclusione della categoria E.1, fatta eccezione per collegi, conventi, case di pena, caserme nonché per la categoria E.1(3), **in caso di sostituzione di singoli apparecchi di illuminazione**, i nuovi apparecchi debbano rispettare i requisiti minimi definiti dai regolamenti comunitari emanati ai sensi della direttive 2009/125/CE [4] e 2010/30/UE [5]. I nuovi apparecchi devono avere almeno le stesse caratteristiche tecnico funzionali di quelli sostituiti e permettere il rispetto dei requisiti normativi d’impianto previsti dalle norme UNI e CEI vigenti.

Oltre a ciò, il D.M. “Requisiti Minimi” [1], per gli **edifici di nuova costruzione** o soggetti a **ristrutturazioni importanti** di primo livello, nonché per gli **edifici a energia quasi zero**, prescrive la verifica del parametro $EP_{gl,tot}$ rispetto al corrispondente indice limite calcolato per l’edificio di riferimento. Tale parametro è l’indice di prestazione energetica globale dell’edificio, calcolato come somma degli indici dei servizi considerati nel calcolo, incluso, per gli edifici non residenziali, l’ EP_L ovvero l’indice di prestazione energetica per l’illuminazione artificiale.

Per quanto riguarda il calcolo dei **fabbisogni energetici di illuminazione**, nelle more dei risultati dello studio di cui all’articolo 4, comma 2 del decreto:

- 1) Il calcolo del fabbisogno di energia elettrica per illuminazione è effettuato secondo la norma tecnica UNI EN 15193 e sulla base delle indicazioni contenute nella UNI/TS 11300-2 [11];
- 2) Per l’edificio di riferimento si considerano gli stessi parametri (occupazione, sfruttamento della luce naturale) dell’edificio reale e sistemi automatici di regolazione di classe B di cui alla UNI EN 15232 [8].

1.2 Proposta di una metodologia per la determinazione dei requisiti energetici minimi

Alla luce dell’analisi degli attuali richieste del decreto, espone nel precedente paragrafo, per quanto riguarda gli **edifici di nuova costruzione** o soggetti a **ristrutturazioni importanti** di primo livello si ritiene che sia necessaria una migliore definizione dei **fabbisogni energetici di illuminazione di riferimento** ai fini delle verifiche sul parametro $EP_{gl,tot}$.

Pertanto è stata ipotizzata una più puntuale metodologia di determinazione dei **fabbisogni energetici di illuminazione di riferimento [kWh]** basata sulla definizione di valori di **LENI di riferimento [kWh/m²]** per tipologia di edificio e per tipologia di spazio di modo da ottenere poi il valore di EP_L di riferimento. Di seguito un dettaglio della metodologia proposta e i conseguenti esempi di calcolo applicativo.

Come citato in premessa però, la criticità del tema trattato e lo stato dell’arte delle conoscenze in materia non consentono per il momento di poter considerare consolidata la proposta metodologia che quindi dovrà essere ulteriormente approfondita.

1.2.1 L'illuminazione nell'edificio reale

Come citato in 1.1, il calcolo del fabbisogno di energia elettrica per illuminazione dell'edificio reale è attualmente effettuato secondo **UNI EN 15193 [7]** e sulla base delle indicazioni contenute nella UNI/TS 11300-2 [11]. Oltre a ciò occorre inoltre precisare che, a partire da tale risultato di calcolo, per arrivare all'**EP_L** (che può essere espresso in termini di energia primaria non rinnovabile, rinnovabile o totale) occorre effettuare un bilancio energetico secondo **UNI/TS 11300-5 [12]**, considerando quindi l'eventuale presenza di sistemi di produzione dell'energia elettrica in situ (per esempio, fotovoltaico e cogenerazione).

Si noti quindi che la **differenza tra LENI e EP_L** consiste nel fatto che il LENI è il fabbisogno di energia elettrica per illuminazione artificiale per m² di superficie mentre l'EP_L è l'indice di prestazione energetica per illuminazione espresso in energia primaria che tiene anche in considerazione l'eventuale contributo di fonti di produzione di energia in situ al servizio di illuminazione (oltre che ad altri servizi). L'energia elettrica prodotta da questi impianti può infatti andare a compensare, sulla base dell'intervallo di calcolo scelto (attualmente il mese), i fabbisogni di energia elettrica per illuminazione, oltre che quelli relativi agli altri servizi dell'edificio (per approfondimenti e dettagli sulle modalità di suddivisione della produzione di energia elettrica in situ tra i diversi servizi si veda la UNI/TS 11300-5 [11]).

Per l'edificio reale tali calcoli sono quindi effettuati seguendo le indicazioni delle normative tecniche.

1.2.2 L'illuminazione nell'edificio di riferimento

Il fabbisogno di energia elettrica per illuminazione dell'edificio di riferimento, così come quello dell'edificio reale, deve tener conto di un fabbisogno di energia per l'**illuminazione artificiale** degli ambienti e un fabbisogno parassita per i **dispositivi di emergenza** (ricarica delle batterie).

Per quanto riguarda quest'ultimo, si propone che nell'edificio di riferimento il fabbisogno parassita sia il medesimo dell'edificio reale (calcolato con valori standard proposti dalla normativa di riferimento UNI EN 15193 [7]).

Per quanto riguarda il fabbisogno di energia per l'illuminazione artificiale degli ambienti dell'edificio di riferimento si veda la metodologia di seguito esposta.

Nota: il fabbisogno per l'illuminazione artificiale per le finalità di cui al D.M. "Requisiti Minimi" e per le valutazioni di tipo A1 (sul progetto) e A2 (sull'esistente) della UNI/TS 11300 [11] è determinato solo per gli ambienti interni (locali, climatizzati e non, in cui è presente un sistema di illuminazione artificiale fisso). Sono quindi escluse dalla valutazione le aree esterne di pertinenza dell'edificio (giardini, parcheggi, ecc.).

Il calcolo del fabbisogno di energia elettrica per illuminazione artificiale dell'edificio di riferimento (**LENI di riferimento**) si propone che venga determinato utilizzando i cosiddetti "**expenditure factors for lighting**" (tradotto: fattori di spesa o perdita per l'illuminazione) introdotti dal **prCEN/TR 15193-2 [10]**.

Nella normativa europea in corso di sviluppo, tali fattori sono infatti stati introdotti come completamento al LENI. Allo scopo di rendere più trasparente e chiaro il calcolo del fabbisogno di energia elettrica, in analogia a quanto succede già per altri servizi, anche per l'illuminazione artificiale si è scelto di evidenziare quelli che sono i fabbisogni illuminotecnici (**energy need**) per i diversi locali e come i diversi elementi /

caratteristiche di un impianto di illuminazione concorrano a determinare il fabbisogno di energia elettrica finale (**energy use**).

Il rapporto tra energy use ed energy need è quindi il **fattore di spesa totale** e_L per illuminazione:

$$e_L = \text{energy use} / \text{energy need} = W_{us} / W_{nd} \quad [-] \quad (1)$$

Il reciproco di tale rapporto può essere quindi inteso come efficienza di illuminazione.

Il fattore di spesa totale è costituito dal prodotto di fattori di spesa parziali:

$$e_L = e_{L,C} \cdot e_{L,O} \cdot e_{L,D} \cdot e_{L,ES} \quad [-] \quad (2)$$

dove:

- $e_{L,C}$ è il fattore di spesa che considera il mantenimento costante del livello di illuminazione nel locale;
- $e_{L,O}$ è il fattore di spesa che considera il controllo dell'illuminazione in funzione dell'occupazione del locale;
- $e_{L,D}$ è il fattore di spesa che considera l'interazione dell'illuminazione artificiale con illuminazione naturale del locale;
- $e_{L,ES}$ è il fattore di spesa che considera la distribuzione dell'intensità luminosa nel locale.

Si noti che i primi tre fattori di spesa sono sempre maggiori o, al limite, uguali a 1; l'ultimo fattore di spesa ($e_{L,ES}$) può essere invece anche minore di 1 poiché esso dipende dall'efficacia luminosa presa come riferimento (si veda il relativo punto 1.2.2.4 per maggiori dettagli). Il fabbisogno di energia elettrica per illuminazione (need) è comunque generalmente maggiore al fabbisogno illuminotecnico (use).

Nei paragrafi seguenti viene fornita una descrizione più dettagliata per ciascun fattore.

1.2.2.1 Fattore di spesa che considera il mantenimento costante del livello di illuminazione

Il fattore di spesa per il mantenimento costante dell'illuminazione tiene in considerazione l'efficienza del controllo della costanza dell'illuminazione. Esso è calcolato come:

$$e_{L,C} = [1 - \frac{1}{2} \cdot F_{cc} \cdot (1 - MF)] / [1 - \frac{1}{2} \cdot (1 - MF)] \quad [-] \quad (3)$$

dove:

- F_{cc} è il fattore che considera l'efficienza del sistema di controllo del livello di illuminazione.

In un sistema di illuminazione provvisto di dimmer l'illuminazione è mantenuta su livelli ideali. Si avrà quindi $F_{cc} = 1$ e, di conseguenza, $e_{L,C} = 1$. In assenza di dimmer si avrà $F_{cc} = 0$ e, di conseguenza $e_{L,C} > 1$ in funzione di MF (manteinance factor¹). Si consideri che valori tipici di MF sono compresi tra 0,6 e 0,9. Considerando quindi $F_{cc} = 0$ e, ad esempio, $MF = 0,8$, si avrà un $e_{L,C} = 1,11$.

¹ Si veda UNI EN 15193

1.2.2.2 Fattore di spesa che considera il controllo dell'illuminazione in funzione dell'occupazione

Il fattore di spesa per il controllo dell'illuminazione in funzione dell'occupazione tiene in considerazione il mancato risparmio potenziale derivato dallo spegnimento dell'illuminazione in assenza di persone. Esso è calcolato come:

$$e_{L,O} = F_O / [1 - F_A] \quad [-] \quad (4)$$

dove:

F_O è un fattore che tiene conto della presenza o meno di sistemi automatici di controllo;

F_A è il fattore di assenza, che dipende dalla tipologia di locale.

Il fattore di spesa per il controllo dell'illuminazione in funzione dell'occupazione dipende quindi sia dalla presenza di sistemi automatici di controllo e spegnimento dell'illuminazione, sia dal tipo di locale, poiché in funzione della maggiore o minore assenza delle persone, il sistema di controllo porterà a più o meno risparmi (derivanti da un tempo maggiore di spegnimento dell'illuminazione).

A titolo di esempio, un ufficio singolo ($F_A = 0,4$) con spegnimento manuale dell'illuminazione ($F_O = 0,8$) avrà un $e_{L,O}$ pari a 1,33, mentre con controllo automatico ($F_O = 0,7$) avrà un $e_{L,O}$ pari a 1,17.

1.2.2.3 Fattore di spesa che considera l'interazione dell'illuminazione artificiale con illuminazione naturale

Il fattore di spesa per il controllo dell'illuminazione in funzione dell'illuminazione naturale rapporta la situazione reale con quella ideale (che si ha con $F_{D,C} = 1$) e tiene in considerazione l'azione di sistemi automatici di controllo e spegnimento/attenuazione dell'illuminazione artificiale qualora sia sufficiente quella naturale. Esso è calcolato come:

$$e_{L,D} = [A_D \cdot [t_{day} \cdot (1 - F_{D,S} \cdot F_{D,C}) + t_{night}] + A_{ND} \cdot (t_{day} + t_{night})] / [A_D \cdot [t_{day} \cdot (1 - F_{D,S}) + t_{night}] + A_{ND} \cdot (t_{day} + t_{night})] \quad [-] \quad (5)$$

Si noti che non hanno influenza sul fattore di spesa sia le aree che non beneficiano dell'illuminazione naturale sia la domanda di energia durante le ore notturne. In entrambi i casi, infatti, la presenza di un sistema di controllo dell'illuminazione in funzione della luce naturale è inutile.

A titolo di esempio, in un ufficio con forte penetrazione di luce naturale, senza sistemi automatici controllo, il fattore di spesa $e_{L,D}$ sarà pari a 1,73. Con sistemi automatici di controllo, invece, esso sarà pari a 1,34.

1.2.2.4 Fattore di spesa che considera la distribuzione dell'intensità luminosa nel locale

Il fattore di spesa che considera la distribuzione dell'intensità luminosa nel locale mette in relazione la potenza luminosa installata [espressa in W] con una potenza di riferimento che si stima essere necessaria e sufficiente per soddisfare le esigenze di illuminazione [lux] di un determinato locale. Per la determinazione di questo fattore di spesa è quindi necessario definire una efficacia luminosa di riferimento [espressa in

lm/W]. Quest'ultimo parametro è strettamente collegato alla tipologia di apparecchi presi come riferimento. Considerata l'evoluzione tecnologica è possibile ipotizzare di prendere come riferimento per nuovi impianti di illuminazione i LED e quindi ipotizzare una efficacia luminosa di riferimento pari a 140 lm/W. Si noti che qualora nell'edificio reale vengano utilizzati apparecchi luminosi con un efficacia maggiore a quella di riferimento, il fattore di spesa risulterà minore di 1.

Considerato quanto sopra esposto, il calcolo di questo fattore di spesa può avvenire con diversi metodi a seconda di quello scelto per il calcolo nell'edificio reale. Attualmente, in Italia è utilizzato il cosiddetto *comprehensive method* della UNI EN 15193-1 [7], che è il metodo più analitico e dettagliato.

1.2.3 Prima proposta di fattori di spesa e LENI di riferimento

Sulla base di quanto riportato al punto precedente, al fine di determinare il fabbisogno di energia elettrica di riferimento per l'illuminazione artificiale di un edificio, devono essere determinati i LENI di riferimento e i fattori di spesa per le varie tipologie di locali (ambienti interni) che possono comporre l'edificio. Al fine di ottenere un sistema di calcolo che, per tutti i servizi considerati nel calcolo della prestazione energetica, sia coerente e omogeneo, si propone che vengano definiti LENI e fattori di spesa per gli edifici e per gli spazi che verranno individuati considerando vari parametri di input (a tal proposito si veda il capitolo 3 del presente documento relativo alla classificazione degli edifici e degli spazi).

Di seguito si riportano, a titolo esemplificativo, una tabella mutuata del prCEN TR 15193-2 [10] per quanto riguarda alcuni spazi di uffici. Da essa si possono trarre alcune considerazioni e possibili proposte.

Tabella 1 – Fattori di spesa e LENI per uffici

Tipologia di spazio	W_{nd}	$e_{L,ES}$	$e_{L,O}$	$e_{L,D}$	$e_{L,C}$	e_L	W_{us}
	[kWh/m ² y]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[kWh/m ² y]
Ufficio singolo	1,6	2,64	1,17	1,43	1	4,41	7,04
Ufficio open-space	6,8	2,7	1	1,05	1	2,84	19,43
Sala riunioni	2,6	2,74	1,2	1,15	1	3,78	9,91
Area di circolazione / Servizi	0,6	4,27	1,5	1,04	1	6,67	4,31
Cucina / Area relax	6,8	2,36	1,13	1,03	1	2,74	18,66

Per quanto riguarda la tipologia di sistema di illuminazione una possibile proposta riguarda l'adozione, come riferimento, di un **sistema con luce diretta e indiretta**. Questo per garantire al progettista un certo grado di flessibilità nella progettazione illuminotecnica. Occorre infatti considerare che, se da un lato il sistema diretto è quello che garantisce la massima efficienza, dall'altro il sistema indiretto permette di ottenere un maggiore comfort visivo e quindi si suggerisce di prendere come riferimento un sistema che sia un giusto compromesso tra efficienza e comfort. Il sistema di riferimento deve essere in ogni caso **efficiente**, ovvero deve utilizzare tecnologie con alto rapporto lm/W. Ad oggi, e considerato il trend per gli anni futuri, si ritiene che il LED sia la tecnologia di riferimento.

Per quanto riguarda la tipologia di controllo, si suggeriscono LENI e fattori di spesa corrispondenti a **sistemi automatici di controllo**; questo in linea con i migliori standard di progettazione attuali e con i requisiti di automazione già presenti nel D.M. "Requisiti Minimi" [1].

1.3 Esempi di calcolo

In applicazione della metodologia individuata, nella tabella seguente è riportato un esempio del calcolo del fabbisogno di illuminazione di riferimento per un piano di una palazzina uffici.

Tabella 2 – Esempio di calcolo del fabbisogno di illuminazione di riferimento per uffici

Descrizione ZONA	Tipologia di spazio	A [m ²]	LENI ref. [kWh/m ²]	E del,L [kWh]
Locale 1	Ufficio singolo	22,42	7,04	158
Locale 2	Ufficio singolo	22,42	7,04	158
Locale 3	Ufficio singolo	22,42	7,04	158
Locale 4	Ufficio singolo	22,42	7,04	158
Locale 5	Ufficio singolo	22,42	7,04	158
Locale 6	Ufficio singolo	18,24	7,04	128
Locale 7	Ufficio singolo	18,24	7,04	128
Locale 8	Ufficio singolo	22,42	7,04	158
Locale 9	Ufficio singolo	22,42	7,04	158
Locale 10	Ufficio singolo	22,42	7,04	158
Locale 11	Ufficio singolo	22,42	7,04	158
Locale 12 - Sala Riunione	Sala riunioni	36,96	9,91	366
Spazio di distribuzione	Area di circolazione / Servizi	101,31	4,31	437
Disimpegno 1	Area di circolazione / Servizi	6,25	4,31	27
Disimpegno 2	Area di circolazione / Servizi	6,25	4,31	27
WC 1	Area di circolazione / Servizi	0,90	4,31	4
WC 2	Area di circolazione / Servizi	0,90	4,31	4
WC 3	Area di circolazione / Servizi	0,90	4,31	4
WC 4	Area di circolazione / Servizi	0,90	4,31	4
WC 5	Area di circolazione / Servizi	0,90	4,31	4
WC 6	Area di circolazione / Servizi	0,90	4,31	4
WC 7 (disabili)	Area di circolazione / Servizi	3,78	4,31	16
WC 8 (disabili)	Area di circolazione / Servizi	3,78	4,31	16
Scala A	Area di circolazione / Servizi	19,35	4,31	83
Scala B	Area di circolazione / Servizi	19,35	4,31	83
TOTALE		440,68		2756

1.4 Considerazioni conclusive

Come anticipato nelle premesse, le tematiche trattate necessitano di ulteriore approfondimento e studio. Questo poiché si ritiene di dover verificare i valori che verranno proposti come riferimento con progetti illuminotecnici reali relativi a tutte le destinazioni d'uso.

In particolare è necessario continuare e ampliare la ricerca per ciò che riguarda:

- le **altre tipologie di edifici**, in relazione ai progetti e alle buone pratiche illuminotecniche attuali. E' necessario quindi ampliare lo studio per le diverse destinazioni d'uso e, per ciascuna, ragionare sulle caratteristiche e i fabbisogni delle tipologie di spazi presenti. In tal senso è interessante e opportuno portare avanti il lavoro parallelamente allo studio sulla classificazione degli spazi;

- **il ruolo della luce naturale**, in relazione alle diverse esposizioni dell'edificio e della latitudine della località. Come è emerso nei precedenti paragrafi, infatti, la metodologia del prCEN/TR 15193-2:2015 [9] non differenzia i fattori di spesa e i LENI di riferimento né per esposizione né per latitudine. Dovrebbe quindi essere valutata l'opportunità di utilizzare fattori di spesa unici (mediati) oppure diversificati, analizzando, ad esempio, edifici con esposizioni particolari (solo Nord o solo Sud) o in condizioni particolari (contesti molto ombreggiati) e quantificando le differenze sulle potenzialità dell'utilizzo della luce naturale per diverse località del nostro Paese;
- **l'interazione tra l'illuminazione e gli altri servizi**, in particolare la climatizzazione estiva. In tal senso vanno approfonditi e meglio definiti, anche a livello di normativa tecnica, il ruolo e l'incidenza dei diversi tipi di chiusure oscuranti e schermature mobili in relazione alla gestione (standard e non) di questi dispositivi negli edifici residenziali e non residenziali. Anche in questo caso potrebbe essere interessante portare avanti un discorso correlato alla classificazione degli spazi e ai profili d'uso dell'edificio.

2 Requisiti energetici minimi degli impianti ascensori e scale mobili

Di seguito è proposta una metodologia per la definizione dei requisiti energetici minimi per ascensori e scale mobili. I risultati dell'applicazione di tale metodologia sono quindi confrontati con esempi di impianti tipici per il contesto nazionale italiano.

2.1 Analisi delle verifiche richieste dal Decreto "Requisiti Minimi"

Il comma 8 del punto 2.3 "Prescrizioni", dell'allegato 1 del D.M. "Requisiti Minimi" [1] stabilisce che "nelle more dei risultati dello studio di cui all'articolo 4, comma 2, del presente decreto, gli ascensori e le scale mobili devono essere dotati di motori elettrici che rispettino il Regolamento (CE) n. 640/2009 della Commissione europea del 22 luglio 2009 e successive modificazioni, recante modalità di applicazione della direttiva 2005/32/CE del Parlamento europeo e del Consiglio in merito alle specifiche per la progettazione ecocompatibile dei motori elettrici" [6].

Da un'analisi dell'oggetto e ambito di applicazione (art.1) e delle definizioni (art.2) del citato Regolamento (CE) n. 640/2009 [6] sono emerse alcune criticità applicative di seguito esposte.

In primo luogo il regolamento esclude i motori destinati ad operare immersi in un liquido (per esempio i motori degli impianti ascensori idraulici) ed i motori completamente integrati in un prodotto (tipico degli ascensori con argano e delle scale mobili dove, ancora, i motori sono integrati con un riduttore di velocità).

In secondo luogo tutti i motori impiegati negli ascensori moderni senza riduttore sono comandati da variatore di frequenza e posseggono un numero di poli che in genere supera la ventina e non sono a induzione a gabbia ancorché generalmente trifase, quindi ciò non rientra nella definizione di "motore" di cui al Regolamento (CE) n. 640/2009 [6].

In conclusione, considerate le tecnologie e i motori ad oggi adottati per ascensori e scale mobili, si ritiene che il Regolamento (CE) n. 640/2009 non sia un riferimento propriamente corretto in quanto i motori normalmente utilizzati per ascensori e scale mobili non sono motori commerciali, ma realizzati ad hoc per tali tipologie di impianti.

2.2 Metodologia per la determinazione dei requisiti energetici minimi

In alternativa al richiamo del Regolamento (CE) n. 640/2009 [6] al comma 8 del punto 2.3 "Prescrizioni", dell'allegato 1 del D.M. "Requisiti Minimi" [1], si propone quindi un metodologia per la determinazione dei requisiti energetici minimi e per il calcolo di un **fabbisogno energetico di riferimento per il servizio di trasporto**, che potrà essere sommato ai fabbisogni energetici di riferimento degli altri servizi presenti al fine di determinare l' $EP_{gl,tot,limite}$ (indice di prestazione energetica globale totale limite) nonché l' $EP_{gl,nren,rif,standard}$ (2019/21) per la costruzione delle classi energetiche.

2.2.1 Ascensori

Negli edifici nuovi e negli edifici esistenti, in caso di nuove installazioni di ascensori o sostituzioni complete

di ascensori esistenti, il fabbisogno energetico annuo limite di un ascensore è calcolato sulla base della seguente formula:

$$E_{A,lim} = [(1,5 \cdot P \cdot C_d \cdot H_m / 1000) + (150 \cdot 24)] \cdot 365 / 1000 \quad [\text{kWh}] \quad (6)$$

Dove:

P è la portata [kg];

C_d è il numero di corse giornaliere [-];

H_m è l'altezza della corsa media [m].

Nota: per sostituzione completa di impianto ascensore esistente si intende la sostituzione di tutti i componenti dell'ascensore (ad eccezione delle guide).

2.2.2 Scale mobili

Negli edifici nuovi e negli edifici esistenti, in caso di nuove installazioni di scale mobili o sostituzioni complete di scale mobili esistenti, il fabbisogno energetico annuo limite di una scala mobile è calcolato sulla base della norma UNI/TS 11300-6 [13] utilizzando al punto 9.2 un $W_{csc,ref}$ calcolato come segue:

$$W_{csc,ref} = K \times W_{csc,reale} \quad [\text{kW}] \quad (7)$$

Dove:

K è un fattore correttivo pari a 0,8 da applicare ai valori $W_{csc,reale}$ di potenza impegnata a vuoto del prospetto 12 della norma UNI/TS 11300-6 [13].

Negli edifici nuovi e negli edifici esistenti, in caso di nuove installazioni di scale mobili o sostituzioni complete di scale mobili esistenti, ai fini del risparmio energetico devono essere installati sistemi o dispositivi che permettano il funzionamento dell'impianto a bassa velocità ovvero in maniera intermittente (*stop&go*) garantendo comunque, in quest'ultimo caso, una accelerazione in partenza che non crei situazioni di pericolo per l'utente indipendentemente dalle condizioni di carico.

Quanto sopra riportato si ritiene valido anche per i marciapiedi mobili.

2.3 Esempi di calcolo

2.3.1 Ascensori

Al fine di verificare l'adeguatezza della metodologia proposta, è stato elaborato un numero significativo di esempi di calcolo per ascensori ritenuti tipici del contesto italiano. In particolare, nella definizione degli esempi di calcolo, sono state prese in considerazione le principali combinazioni tra le variabili di calcolo maggiormente significative; questo allo scopo di verificare la possibilità di soddisfacimento dei requisiti da parte di diverse tipologie di impianti, qualora esse adottino tecnologie e un equipaggiamento efficienti.

Le variabili che sono state considerate e i rispettivi valori assunti nello studio sono le seguenti.

Tipologia edificio: è la categoria d'uso individuata dal Prospetto 6 della UNI/TS 11300-6 [13]. Si noti che tali categorie costituiscono una suddivisione basata sul tipo di ascensori generalmente presenti. Esse possono quindi includere più destinazioni d'uso (in riferimento alle categorie del D.P.R. 412/93 [3]). Ad esempio la categoria d'uso "5A" può includere sia uffici, sia alberghi, sia università, principalmente in funzione dell'altezza dell'edificio e dell'utilizzo dell'impianto. La tipologia di edificio influenza il numero di corse medie giornaliere (valori di default) utilizzato nei calcoli. Nel presente studio sono state effettuate simulazioni per:

- **E3** (edifici fino a 20 unità immobiliari – 75 corse medie giornaliere);
- **E4** (edifici fino a 30 unità immobiliari – 130 corse medie giornaliere);
- **E5** (edifici fino a 50 unità immobiliari, uffici fino a 10 piani, alberghi fino a 40 camere - 300 corse medie giornaliere).

Tipologia impianto: è la tipologia di tecnologia di movimentazione meccanica.

Nel presente studio sono state effettuate simulazioni per:

- **H:** impianti oleodinamici;
- **F:** impianti a fune.

Numero fermate: è il numero di fermate che, data la corsa massima, serve a determinare la corsa media. Si noti che il numero di fermate include il piano terra. Nel presente studio sono state effettuate simulazioni per:

- **5** fermate;
- **7** fermate;
- **11** fermate.

Portata: è la capacità di carico dell'ascensore, espressa in [kg]. Nel presente studio sono state effettuate simulazioni per:

- **450** kg (6 persone);
- **630** kg (8 persone);
- **1000** kg (13 persone).

Velocità: è la velocità tipica dell'ascensore. Nel presente studio sono state effettuate simulazioni per:

- **0,63** m/s;
- **1,00** m/s;
- **1,60** m/s.

Tipo illuminazione: è la tipologia di lampade installate. Nel presente studio sono state effettuate simulazioni per:

- Lampade fluorescenti o alogene;
- Lampade fluorescenti ad alta efficienza;
- Lampade a LED.

Nota: le lampade ad incandescenza non sono state considerate poiché solitamente non installate in nuovi impianti.

Tipo drive: è il tipo di azionamento. Nel presente studio sono state effettuate simulazioni per:

- Oleodinamico ad argano agganciato senza massa di bilanciamento;

- V3F gearless per portate fino a 480 kg;
- V3F gearless per portate oltre i 480 kg;
- V3F geared per portate fino a 480 kg.

Tipo quadro: è la tecnologia del quadro di manovra, che può essere:

- A relè;
- A microprocessore.

Spegnimento illuminazione: è un sistema di controllo automatico che consente lo spegnimento dell'illuminazione della cabina nelle fasi di stand-by in assenza di persone. Tale sistema può essere:

- Presente;
- Assente.

Nota: tale sistema è solitamente impiegato con lampade alogene e LED.

Di seguito si riporta un quadro riassuntivo degli esempi di calcolo e dei risultati ottenuti applicando la metodologia presentata.

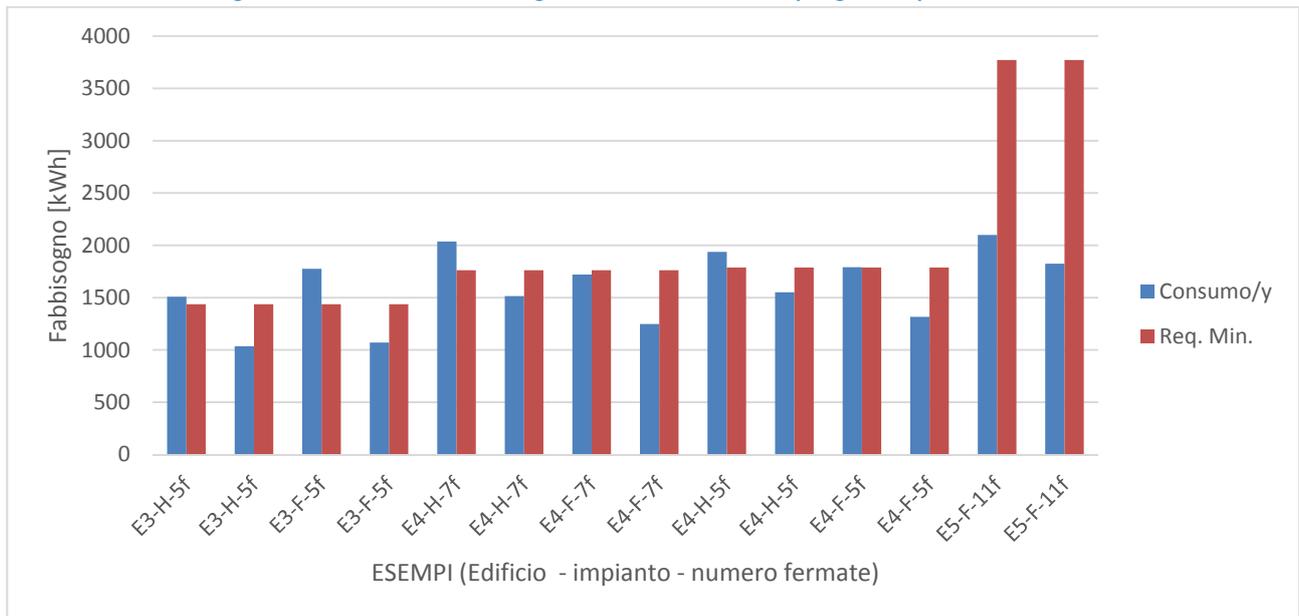
Tabella 3 – Quadro riassuntivo degli esempi di calcolo per gli ascensori

Tipologia Edificio	Tipologia impianto	Numero fermate	Portata [kg]	Velocità [m/s]	Tipo di illuminazione	Tipo drive	Tipo quadro	Spegnimento illuminazione	Fabbisogno annuo reale [kWh]	Fabbisogno annuo di riferimento [kWh]
E3	H	5f	450	0,63	Fluorescente o Alogene	oleodinam.	Micro processore	no	1509	1437
E3	H	5f	450	0,63	LED	oleodinam.	Micro processore	no	1035	1437
E3	F	5f	450	0,63	Fluorescente o Alogene	V3F GL	Micro processore	no	1775	1437
E3	F	5f	450	0,63	LED	V3F GL	Micro processore	sì	1070	1437
E4	H	7f	630	1,00	Fluorescente a alta efficienza	oleodinam.	Micro processore	no	2036	1762
E4	H	7f	630	1,00	LED	oleodinam.	Micro processore	sì	1514	1762
E4	F	7f	630	1,00	Fluorescente o Alogene	V3F GL	Micro processore	no	1721	1762
E4	F	7f	630	1,00	Fluorescente o Alogene	V3F GL	Micro processore	sì	1247	1762
E4	H	5f	1000	0,63	Fluorescente alta efficienza	oleodinam.	relè	no	1937	1788
E4	H	5f	1000	0,63	LED	oleodinam.	Micro processore	sì	1551	1788
E4	F	5f	1000	0,63	Fluorescente o Alogene	V3F GR	Micro processore	no	1791	1788
E4	F	5f	1000	0,63	LED	V3F GR	Micro processore	no	1317	1788
E5	F	11f	1000	1,60	LED	V3F GL	Micro processore	sì	2099	3771
E5	F	11f	1000	1,60	LED	Altro	Micro processore	sì	1825	3771

Note alla tabella:

- Nell'ultimo esempio, la voce "altro" si riferisce ad un drive con consumo di 0,75 kWh/giorno;
- In rosso sono evidenziati gli esempi (combinazioni di variabili) che hanno un valore reale superiore a quello di riferimento.

Figura 1 – Confronto tra fabbisogno reale e di riferimento per gli esempi considerati



2.3.2 Scale mobili

Per quanto riguarda le scale mobili, le variabili che sono state considerate e i rispettivi valori assunti nello studio sono le seguenti.

Valore medio del numero di passeggeri al giorno: è il numero medio di utenti della scala mobile e influenza il consumo di energia in condizione operativa con carico. Nel presente studio sono state effettuate simulazioni per **10000** passeggeri/giorno.

Giorni di funzionamento: sono i giorni di utilizzo dell'impianto (giorni in cui l'impianto è predisposto a funzionare). Nel presente studio è stato effettuato un calcolo mensile considerando un totale di **365** giorni/anno.

Tempo giornaliero trascorso dall'impianto nella condizione di non alimentazione: è lo stato di quiete nel quale l'impianto non è alimentato (tensione elettrica assente), nel presente studio assunto pari a **0** ore.

Tempo giornaliero trascorso dall'impianto nella condizione di attesa: è lo stato di quiete avviabile da personale autorizzato, nel presente studio assunto pari a **12** ore.

Tempo giornaliero trascorso dall'impianto nella condizione di avviamento automatico: è lo stato di quiete in attesa di avviamento automatico all'arrivo di un passeggero, nel presente studio assunto pari a **0** ore.

Tempo giornaliero trascorso dall'impianto nella condizione operativa di moto a bassa velocità: è lo stato di funzionamento a velocità ridotta esclusivamente senza passeggeri, nel presente studio assunto pari a **2** ore.

Tempo giornaliero trascorso dall'impianto nella condizione operativa a velocità nominale: è lo stato di funzionamento a velocità di progetto con o senza passeggeri, nel presente studio assunto pari a **10** ore.

Dislivello: è la distanza verticale tra i piani serviti dalla scala mobile e dal marciapiede mobile inclinato. I valori utilizzati negli esempi sono indicati nella tabella seguente.

Lunghezza: per i marciapiedi mobili orizzontali è la lunghezza orizzontale del marciapiede. I valori utilizzati negli esempi sono indicati nella tabella seguente.

Angolo di inclinazione: è l'angolo tra il piano orizzontale e il piano di movimento della scala mobile o marciapiede mobile. I valori utilizzati negli esempi sono indicati nella tabella seguente.

Velocità: è la velocità nella direzione di movimento dei gradini o dei segmenti quando l'impianto opera senza carico, definita dal costruttore in fase di progetto. Nel presente studio è assunta pari a **0,5** m/s.

Tabella 4 – Quadro riassuntivo degli esempi di calcolo per le scale mobili

Tipologia di impianto	Dislivello o lunghezza [m]	Angolo di inclinazione [°]	Velocità [m/s]	Wsc reale [kW]	Wsc riferimento [kW]	Fabbisogno reale calcolato [kWh]	Fabbisogno di riferimento [kWh]
Scala mobile	4,5	30	0,5	1,7	2,0	12565	13784
Scala mobile	6,0	30	0,5	2,1	2,2	15792	16244
Marciapiede mobile inclinato	4,5	12	0,5	2,6	2,7	18687	19088
Marciapiede mobile inclinato	6,0	12	0,5	3,0	3,1	20694	23505

2.4 Considerazioni conclusive

2.4.1 Ascensori

Come si evince dall'analisi della Tabella 3 e dalla Figura 1 il raggiungimento dei requisiti minimi energetici proposti per gli ascensori è possibile per tutte le tipologie di impianti, indipendentemente dalla loro portata o corsa. Il raggiungimento di tali requisiti, in alcuni casi, risulta tuttavia possibile solo attraverso l'utilizzo di tecnologie e/o dispositivi ad alta efficienza energetica, quali, ad esempio, un illuminazione a LED, sistemi automatici di controllo (spegnimento) dell'illuminazione della cabina oltre che con quadri di controllo con basso fabbisogno energetico.

Si evidenzia inoltre che il beneficio nell'utilizzo di tecnologie energeticamente performanti (differenza rispetto ai requisiti minimi) è maggiore nei contesti e negli edifici dove l'utilizzo dell'impianto è più elevato. Al contrario, negli edifici con basso utilizzo, tale beneficio è più ridotto. Riguardo l'illuminazione della cabina, il beneficio derivante da sistemi di spegnimento automatico è invece proporzionalmente più rilevante in caso di basso utilizzo.

2.4.2 Scale mobili

Si sottolinea che in tutti gli esempi sono stati utilizzati i medesimi valori di numero di passeggeri e tempi (operativi e di sosta). Questo poiché, ai fini del presente studio, non si è ritenuta significativa una variazione

di tali parametri in quanto questi ultimi, secondo la metodologia proposta, portano ad una variazione proporzionale sia sul fabbisogno reale sia su quello di riferimento. I soli valori che influenzano il W_{csc} (potenza impegnata a vuoto) sono infatti il dislivello, l'angolo di inclinazione e la velocità.

Si evidenzia che il valore di $W_{csc, reale}$ (potenza impegnata a vuoto dell'impianto nell'edificio reale) deve essere misurato o desunto da valori dichiarati dal costruttore. Tale valore è solitamente mediamente inferiore ai valori proposti di default nel prospetto 12 della norma UNI/TS 11300-6 [13].

In relazione alla scelta tra dispositivi che permettano il funzionamento dell'impianto a bassa velocità e dispositivi che permettano il funzionamento in maniera intermittente (*stop&go*) occorre considerare che nelle fasi di avviamento è concentrato il maggior fabbisogno energetico di scale mobili e marciapiedi mobili (picco di potenza istantanea richiesta dal motore). Pertanto la scelta di cui sopra deve essere effettuata considerando il numero di avviamenti previsti per l'impianto. Si evidenzia che in caso di *stop&go* e numerosi avviamenti giornalieri, il valore misurato di $W_{csc, reale}$ (potenza impegnata a vuoto dell'impianto nell'edificio reale) potrebbe essere superiore a quello di riferimento (80% del valore da prospetto 12 della norma UNI/TS 11300-6 [13]).

Si sottolinea infine che il fabbisogno energetico giornaliero di riferimento è identico a quello reale per quanto riguarda il consumo di energia nella condizione di attesa, il consumo di energia in condizione di avviamento automatico, e il consumo di energia in condizione operativa con carico.

Per l'edificio reale è però richiesta una determinata performance sul consumo di energia in condizione operativa senza carico e sul consumo di energia in condizione operativa di moto a bassa velocità.

3 Proposta di aggiornamento della classificazione degli edifici e degli spazi

3.1 Introduzione

3.1.1 Decreto Requisiti Minimi e D.P.R. 412/93

Il D.M. "Requisiti Minimi", all'allegato 1 punto 1.2 comma 1 [1], dice che gli edifici sono classificati, in base alla loro destinazione d'uso, nelle categorie di cui all'articolo 3 del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, di seguito D.P.R. 412/93 [3].

Il citato **art. 3 del D.P.R. 412/93** [3] fornisce, **al comma 1**, la classificazione nelle seguenti categorie:

E.1 Edifici adibiti a residenza e assimilabili:

E.1 (1) abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali abitazioni civili e rurali, collegi, conventi, case di pena, caserme;

E.1 (2) abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria, quali case per vacanze, fine settimana e simili;

E.1 (3) edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari;

E.2 Edifici adibiti a uffici e assimilabili: pubblici o privati, indipendenti o contigui a costruzioni adibite anche ad attività industriali o artigianali, purché siano da tali costruzioni scorporabili agli effetti dell'isolamento termico;

E.3 Edifici adibiti a ospedali, cliniche o case di cura e assimilabili ivi compresi quelli adibiti a ricovero o cura di minori o anziani nonché le strutture protette per l'assistenza ed il recupero dei tossico-dipendenti e di altri soggetti affidati a servizi sociali pubblici;

E.4 Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto e assimilabili:

E.4 (1) quali cinema e teatri, sale di riunioni per congressi;

E.4 (2) quali mostre, musei e biblioteche, luoghi di culto;

E.4 (3) quali bar, ristoranti, sale da ballo;

E.5 Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili: quali negozi, magazzini di vendita all'ingrosso o al minuto, supermercati, esposizioni;

E.6 Edifici adibiti ad attività sportive:

E.6 (1) piscine, saune e assimilabili;

E.6 (2) palestre e assimilabili;

E.6 (3) servizi di supporto alle attività sportive;

E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;

E.8 Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili.

Sempre il citato **art. 3 del D.P.R. 412/93 [3], al comma 2**, riporta che qualora un edificio sia costituito da parti individuali come appartenenti a categorie diverse, le stesse devono essere considerate separatamente e cioè ciascuna nella categoria che le compete.

3.1.2 Progetti di norma in corso di sviluppo dall'ISO/TC 163

Riguardo le prestazioni energetiche degli edifici, sono in corso di elaborazione da parte dell'**ISO/TC 163** due progetti di norma riportanti una possibile suddivisione dell'edificio in spazi e zone, nonché profili di utilizzo per i calcoli energetici.

In particolare i due progetti sono:

- **ISO 18523-1** [18] "Energy performance of buildings - Schedule and condition of building, zone and space usage for energy calculation, Part 1 Non-residential buildings";
- **ISO 18523-2** [19] "Energy performance of buildings - Schedule and condition of building, zone and space usage for energy calculation, Part 2 Residential buildings".

Sia la suddivisione dell'edificio in spazi e zone, sia i profili di utilizzo sono aspetti fondamentali nei calcoli energetici dell'edificio poiché sono alla base della modellazione dello stesso. È da notare, inoltre, come la definizione delle tipologie di spazi e molti parametri di input legati all'utilizzo e alla gestione dell'edificio sono strettamente correlati. In funzione della tipologia di spazio possono infatti essere definiti, ad esempio, il numero degli occupanti (fattore di occupazione), il fattore di assenza, i carichi interni e anche altri parametri legati a questi ultimi come i tassi di ventilazione, la gestione delle schermature solari e delle chiusure oscuranti ecc.

3.1.3 Edifici, unità immobiliari, zone e spazi

Per il calcolo delle prestazioni energetiche è quindi fondamentale la corretta modellizzazione e suddivisione dell'edificio. A premessa di una proposta di aggiornamento della classificazione degli edifici e degli spazi è opportuno chiarire alcuni concetti legati alla suddivisione logica e funzionale di un edificio.

Innanzitutto sono da individuare quattro livelli di aggregazione o suddivisione: (1) edificio, (2) unità immobiliare, (3) zona, (4) spazio. In particolare essi possono essere definiti e descritti come segue.

EDIFICIO: il prEN ISO 52001 [16] nonché la UNI EN 15603 [17] definiscono l'edificio come una costruzione nel suo complesso, comprensiva del fabbricato e di tutti i sistemi tecnici, dove l'energia è utilizzata per climatizzare gli ambienti, fornire acqua calda sanitaria, illuminazione e altri servizi connessi all'uso dell'edificio.

L'edificio è da intendersi quindi innanzitutto come costruzione individuabile e distinguibile, ad esempio, da altre costruzioni (edifici) adiacenti che potrebbero o meno avere in comune impianti tecnici (ad es. centrali termiche di quartiere).

UNITÀ IMMOBILIARE: l'unità immobiliare può invece essere definita come una sezione, piano o appartamento all'interno di un edificio che è stato progettato o successivamente modificato per essere utilizzato separatamente. Esempi di unità immobiliari sono i singoli appartamenti in un condominio o anche i diversi uffici, negozi o altre categorie in una palazzina con diverse destinazioni d'uso.

Si noti che l'unità immobiliare è una suddivisione legata strettamente all'utilizzo di una parte di costruzione e non alla configurazione impiantistica o alle caratteristiche strutturali.

Un edificio può essere costituito da più unità immobiliare oppure da un'unica unità immobiliare, quando l'intero edificio ha un solo utilizzatore e non varia la destinazione d'uso.

ZONA: al contrario dell'unità immobiliare, la zona è un livello di suddivisione strettamente legato ai servizi considerati. Una zona è un insieme di spazi aventi proprietà e parametri omogenei in relazione ad uno specifico servizio. La zonizzazione dipende quindi dal tipo di servizio considerato; vi può essere quindi una differente zonizzazione tra due o più servizi considerati nella valutazione.

SPAZIO: lo spazio è l'unità elementare o minima di suddivisione dell'edificio e può essere un gruppo di ambienti, un singolo ambiente o una porzione di ambiente ed è utilizzato per imputare i dati relativi all'utilizzo e alla gestione dell'edificio.

La valutazione delle prestazioni energetiche può avvenire per unità immobiliare o per edificio (inteso come somma di diverse unità immobiliari) a seconda delle finalità della valutazione.

Si noti che l'APE è solitamente redatto per unità immobiliare, al fine di fornire un'informazione disaggregata e puntuale agli utenti finali sulla base delle specifiche caratteristiche (di esposizione, utilizzo, ecc.) della propria unità.

3.2 Proposta per una nuova classificazione degli edifici e degli spazi

3.2.1 Classificazione degli edifici

Alla luce di quanto esposto ai punti precedenti, come prima ipotesi si ritiene che la classificazione debba riferirsi all'unità immobiliare. Qualora l'intero edificio sia composto da diverse unità immobiliari, se necessario, esso potrà essere classificato sulla base della destinazione d'uso prevalente, utilizzando un criterio univoco per stabilire la prevalenza (si suggeriscono, ad esempio, i metri quadri di superficie utile climatizzata).

Nella definizione di una nuova classificazione delle categorie delle unità immobiliari, in funzione della destinazione d'uso, ma anche nella classificazione degli spazi, di cui al punto successivo, si potrebbe proporre l'utilizzo dei criteri e delle denominazioni che si stanno definendo a livello ISO. Questo principalmente per due ragioni: una maggiore uniformità a livello internazionale e la possibilità di utilizzare profili d'uso standard già in corso di definizione in ambito ISO.

Riguardo alla classificazione delle unità immobiliari, si potrebbero adottare le categorie del progetto di norma ISO citato effettuando, al tempo stesso, un parallelismo con le categorie del D.P.R. 412/93. Di seguito è riportata una tabella con il confronto tra **ISO 18523-1** [18] e **DPR 412/93** [3].

Tabella 5 – Confronto tra ISO 18523-1 [18] e DPR 412/93 [3] (edifici non residenziali)

ISO FDIS 18523-1		DPR 412/93
Category of building	Representing zone(s) or space(s) for principal function(s) of building	
1. Office	Office room, Office room with heavy electrical load	E.2 Edifici adibiti a uffici e assimilabili: pubblici o privati, indipendenti o contigui a costruzioni adibite anche ad attività industriali o artigianali, purché siano da tali costruzioni scorporabili agli effetti dell'isolamento termico
2. Hotel	Guest room, Banquet hall, Conference hall	E.1 (3) edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari
3. Hospital	Ward, Consultation room	E.3 Edifici adibiti a ospedali, cliniche o case di cura e assimilabili ivi compresi quelli adibiti a ricovero o cura di minori o anziani nonché le strutture protette per l'assistenza ed il recupero dei tossico-dipendenti e di altri soggetti affidati a servizi sociali pubblici
4. Shop	Large store, Small store, Supermarket	E.5 Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili: quali negozi, magazzini di vendita all'ingrosso o al minuto, supermercati, esposizioni
5. Educational	Class room of junior and junior high school, Class room of high school, Lecture room of university, Study room, Experimental laboratory, Lecture hall and gymnasium	E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
6. Restaurant	Dining room of restaurant, Guest room of coffee house, Bar, Kitchen	E.4 (3) bar, ristoranti
7. Library	Reading room, Book stack	E.4 (2) biblioteche
8. Museum	Exhibition room, Storeroom	E.4 (2) mostre, musei
9. Sport and amusement	Gymnasium, Spectator stand	E.6 (1) piscine, saune e assimilabili
		E.6 (2) palestre e assimilabili
		E.6 (3) servizi di supporto alle attività sportive
		E.4 (3) sale da ballo
10. Theatre	Auditorium, Stage	E.4 (1) cinema e teatri, sale di riunioni per congressi
11. Religious	Assembly room	E.4 (2) luoghi di culto
12 Warehouse	Storage room	E.8 Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili.

Si noti che nella tabella precedente sono riportati solo gli edifici non residenziali. A quest'ultima tabella sono da aggiungere le categorie "Edifici residenziali con occupazione continuativa" corrispondenti alla categoria E.1.1 e "Edifici residenziali con occupazione saltuaria" corrispondenti alla categoria E.1.2.

In conclusione quindi le nuove categorie potrebbero essere le seguenti:

- Edifici residenziali con occupazione continuativa;
- Edifici residenziali con occupazione saltuaria;
- Uffici;
- Alberghi;
- Ospedali;
- Negozi;
- Edifici scolastici;
- Ristoranti;
- Biblioteche;
- Musei;
- Edifici sportivi e ricreativi;
- Cinema e teatri;
- Edifici religiosi;
- Edifici industriali e magazzini.

Si evidenzia che l'esigenza di non eccedere con il numero di categorie, a vantaggio di una maggiore semplicità, porta necessariamente all'aggregazione di alcune tipologie, principalmente effettuata per **similarità di utilizzo**. Da considerare il fatto che, dato che comunque la maggior parte dei parametri di input

possono essere definiti a livello di spazio, nulla toglie che all'interno di una determinata categoria possano essere meglio specificati gli utilizzi.

Sempre a favore di una maggiore semplicità, anche le denominazioni delle categorie sono state proposte con **denominazioni semplici**. Chiaramente una descrizione più esaustiva potrà far comprendere come siano incluse in determinate categorie anche tipologie non strettamente così definibili (ad esempio nella categoria "ristoranti" confluiranno anche bar, pub, mense, ecc.).

Utilizzi particolari di alcune unità immobiliari (residenziali e non) potranno essere valutate dal professionista che definirà l'associazione più corretta in relazione all'effettivo utilizzo degli spazi sia nel caso di una valutazione sull'esistente sia nel caso di valutazione sul progetto. In tali casi particolari, sempre il professionista dovrà stabilire per ogni spazio i parametri di input e le condizioni di contesto che meglio descrivono la situazione presa in esame, sia essa esistente o di nuova costruzione.

3.2.2 Classificazione degli spazi

Di seguito è riportata la classificazione degli spazi fornita dai progetti di norma **ISO 18523-1** [18] (Non-residential buildings) e **ISO 18523-2** [19] (Residential buildings) Tale classificazione è definita in elenchi di tipologie di spazi per tipologia di edificio. I diversi elenchi dei progetti di norma ISO sono stati razionalizzati in un'unica tabella al fine di evidenziare gli spazi con uguale denominazione comuni a più edifici. Questo potrà agevolare, in futuro, la definizione dei diversi parametri di input a seconda della tipologia di servizio. Per la stessa tipologia di spazio (ad esempio i corridoi) potranno essere quindi definiti, per i diversi edifici (ad esempio uffici, alberghi, ecc.), parametri di input uguali o differenti a seconda del servizio (illuminazione, ventilazione, riscaldamento, ecc.).

Nota: essendo i progetti di norma ISO [18] [19] ancora in una fase di sviluppo, si è preferito mantenere le denominazioni in lingua inglese e i codici utilizzati nei testi. Questo per agevolare il lavoro di confronto tra questa prima proposta e le versioni finali delle ISO una volta che queste saranno pubblicate.

Tabella 6 – Tipologie di spazi nei diversi edifici (1/3) Fonte: ISO 18523 [18].

	0. Residential	1. Office	2. Hotel	3. Hospital	4. Shop	5. Educational	6. Restaurant	7. Library	8. Museum	9. Sport and amusement	10. Theatre	11. Religious	12 Warehouse
Living room	iD-1												
Toilet	iD-10												
Study	iD-11												
Drawing room	iD-12												
Entrance hall	iD-13												
Corridor	iD-14												
Garage	iD-15												
Storage room	iD-16												
Dining room	iD-2												
Kitchen	iD-3												
Master bedroom	iD-4												
Children's room	iD-5												
Elders' room	iD-6												
Guest room	iD-7												
Bathroom	iD-8												
Washroom	iD-9												
Common entrance hall	oD-1												
Common corridor	oD-2												
Meeting room	oD-3												
Caretaker's room	oD-4												
Machine room	oD-5												
Electric room	oD-6												
Indoor parking garage	oD-7												
Garbage storage	oD-8												
Office room		Of-1		Hp-15	Sh-5		Rs-6						
Lavatory		Of-10			Sh-8	Ed-17	Rs-10	Lb-2	Ms-2			Re-3	
Smoking room		Of-11			Sh-9	Ed-18	Rs-11	Lb-3	Ms-3			Re-4	
Kitchen		Of-12	Ht-24	Hp-21	Sh-10	Ed-19	Rs-12	At As-1	At As-1	At As-1	At As-1	At As-1	
Indoor parking garage		Of-13	Ht-25	Hp-22	Sh-11	Ed-20	Rs-13	At As-2	At As-2	At As-2	At As-2	At As-2	
Machine room		Of-14	Ht-26	Hp-23	Sh-12	Ed-21	Rs-14	At As-3	At As-3	At As-3	At As-3	At As-3	
Electric room		Of-15	Ht-27	Hp-24	Sh-13	Ed-22	Rs-15	At As-4	At As-4	At As-4	At As-4	At As-4	
Kitchenette with hot water server		Of-16	Ht-28	Hp-25	Sh-14	Ed-23	Rs-16	At As-5	At As-5	At As-5	At As-5	At As-5	
Storage room		Of-17	Ht-29	Hp-26	Sh-15	Ed-24	Rs-17	At As-6	At As-6	At As-6	At As-6	At As-6	
Printing room		Of-18	Ht-30	Hp-27	Sh-16	Ed-25	Rs-18	At As-7	At As-7	At As-7	At As-7	At As-7	
Garbage storage room		Of-19	Ht-31	Hp-28	Sh-17	Ed-26	Rs-19	At As-8	At As-8	At As-8	At As-8	At As-8	
Office room with heavy electrical load		Of-2											
Meeting room		Of-3											
Tea room		Of-4											
Canteen		Of-5											
Central monitor room		Of-6											
Changing room		Of-7			Sh-6	Ed-14	Rs-7						
Corridor		Of-8				Ed-15	Rs-8						
Lobby		Of-9			Sh-7	Ed-16	Rs-9	Lb-4	Ms-4			Re-2	

Tabella 7 – Tipologie di spazi nei diversi edifici (2/3) Fonte: ISO 18523 [18].

	0. Residential	1. Office	2. Hotel	3. Hospital	4. Shop	5. Educational	6. Restaurant	7. Library	8. Museum	9. Sport and amusement	10. Theatre	11. Religious	12 Warehouse
Guest room			Ht-1			Ed-15							
Conference hall			Ht-10										
Wedding ceremony hall			Ht-11										
Restaurant			Ht-12	Hp-14									
Lounge			Ht-13										
Bar			Ht-14										
Shop			Ht-15										
Staff canteen			Ht-16										
Changing room			Ht-17	Hp-16									
Front desk open not all day			Ht-18										
Office room open not all day			Ht-19										
Bath room inside guest room			Ht-2										
Corridor open not all day			Ht-20	Hp-17									
Lobby open not all day			Ht-21	Hp-18									
Lavatory open not all day			Ht-22	Hp-19									
Smoking room open not all day			Ht-23	Hp-20									
Front desk open all day			Ht-3										
Office room open all day			Ht-4										
Corridor open all day			Ht-5										
Lobby open all day			Ht-6	Hp-5									
Lavatory open all day			Ht-7										
Smoking room open all day			Ht-8	Hp-7									
Banquet hall			Ht-9										
Ward				Hp-1									
Operating room				Hp-10									
Examination room				Hp-11									
Intensive care unit				Hp-12									
Dissecting room				Hp-13									
Bathroom				Hp-2									
Nurses' station				Hp-3									
Corridor open all day				Hp-4									
Lavatory for common use open all day				Hp-6									
Consultation room				Hp-8									
Waiting room				Hp-9									
Large store					Sh-1								
Small store					Sh-2								
Supermarket					Sh-3								
Storage and goods disposal room					Sh-4								
Class room of junior and junior high school						Ed-1							
Laboratory						Ed-10							
Practice room						Ed-11							
Lecture hall and gymnasium						Ed-12							
Night watchman's room						Ed-13							
Class room of high school						Ed-2							
Teachers' room						Ed-3							
Canteen of junior, junior high and high school						Ed-4							
Lecture room of university						Ed-5							
Canteen of university						Ed-6							
Office room						Ed-7							
Study room						Ed-8							
Computer exercise room						Ed-9							

Tabella 8 – Tipologie di spazi nei diversi edifici (3/3) Fonte: ISO 18523 [18].

	0. Residential	1. Office	2. Hotel	3. Hospital	4. Shop	5. Educational	6. Restaurant	7. Library	8. Museum	9. Sport and amusement	10. Theatre	11. Religious	12 Warehouse
Dining room of restaurant							Rs-1						
Guest room of Cafeteria							Rs-2						
Guest room of coffee house							Rs-3						
Bar							Rs-4						
Reception							Rs-5						
Reading room								Lb-1					
Exhibition room									Ms-1				
Exercise room of sports club										Sa-1			
Gymnasium for recreation										Sa-10			
Spectator stand of gymnasium or skating rink										Sa-11			
Lobby of gymnasium or skating rink										Sa-12			
Lavatory of gymnasium or skating rink										Sa-13			
Smoking room of gymnasium or skating rink										Sa-14			
Spectator stand of racing course										Sa-15			
Betting shop of racing course										Sa-16			
Lobby of racing course										Sa-17			
Lavatory of racing course										Sa-18			
Smoking room of racing course										Sa-19			
Lobby of sports club										Sa-2			
Bowling alley										Sa-20			
Karaoke room										Sa-21			
Pachinko or slot machine hall										Sa-22			
Bath hall of bathhouse										Sa-23			
Changing room of bathhouse										Sa-24			
Lounge of bathhouse										Sa-25			
Lobby of bathhouse										Sa-26			
Lavatory of bathhouse										Sa-27			
Smoking room of bathhouse										Sa-28			
Lavatory of sports club										Sa-3			
Smoking room of sports club										Sa-4			
Skating rink for official competition										Sa-5			
Gymnasium for official competition										Sa-6			
Skating rink for general competition										Sa-7			
Gymnasium for general competition										Sa-8			
Skating rink for recreation										Sa-9			
Auditorium of theatre											Th-01		
Stage of theatre											Th-02		
Backstage of theatre											Th-03		
Lobby of theatre											Th-04		
Lavatory of theatre											Th-05		
Smoking room of theatre											Th-06		
Auditorium of movie theatre											Th-07		
Lobby of movie theatre											Th-08		
Lavatory of movie theatre											Th-09		
Smoking room of movie theatre											Th-10		
Main hall of religious building												Re-1	
Storage room													Fc-1
Outdoor parking garage													Fc-2

3.3 Considerazioni conclusive

In conclusione, per quanto riguarda la **classificazione degli edifici**, a seguito delle considerazioni sin qui fatte si ritiene che, in prima ipotesi, possa essere seguita la strada di adottare l'approccio delineato dalla norma ISO [18], [19], considerato anche il possibile parallelismo con le categorie del D.P.R. 412/93 è [3] e quindi la retro-compatibilità della nuova classificazione e dei nuovi dati sulle certificazioni energetiche rispetto a quelli già archiviati.

In merito al confronto tra le categorie del D.P.R. 412/93 [3] e della ISO 18523-1 [18] si segnala ad esempio il dubbio nel collocamento della categoria E.4 (3) "sale da ballo" e, in generale, di alcune tipologie di edifici ricreativi, che la norma ISO associa agli edifici sportivi, probabilmente tenendo in considerazione il tipo di attività fisica svolta, mentre il D.P.R. 412 associa a cinema e teatri.

Anche per quanto riguarda inoltre la **classificazione degli spazi**, si ritiene che, in linea generale, l'approccio da utilizzarsi possa essere quello della ISO, che può costituire un valido supporto non solo per la definizione degli spazi ma anche, e soprattutto, per la definizione dei profili di utilizzo.

Oltre a ciò, da una prima analisi della proposta ISO, si ritiene che sia possibile una riduzione e/o un'aggregazione di alcune tipologie di spazi. Questo dovrà essere però verificato considerando le peculiarità dei vari servizi: più denominazioni specifiche potranno infatti essere unite in un'unica denominazione solamente se, per i servizi consideranti nella valutazione delle prestazioni energetiche, non vi saranno peculiarità tali da rendere necessario il mantenimento della distinzione. Oltre a ciò sarà eventualmente anche possibile aggiungere particolari spazi specifici del contesto italiano e non contemplati negli elenchi ISO.

Essendo tuttavia progetti di norma ancora in corso di elaborazione, si ritiene che il presente studio sulla classificazione debba essere aggiornato e finalizzato una volta che le norme ISO saranno pubblicate. A quel punto sarà possibile effettuare anche considerazioni in merito ad un eventuale semplificazione e/o aggiunta di spazi e, avendo la classificazione definitiva, si potrà procedere ovviamente anche con la traduzione.

4 Raccomandazioni

In sintesi, alla luce di quanto esposto nei capitoli precedenti, ed in particolare nei paragrafi conclusivi alle tre parti della ricerca, si raccomanda quanto segue.

Le tematiche relative all'**illuminazione** necessitano di ulteriore approfondimento e studio, poiché è necessario una verifica puntuale dei fabbisogni di illuminazione che verranno proposti come riferimento. In particolare è necessario focalizzare l'attenzione su tutte le **diverse destinazioni d'uso** ragionando sulle caratteristiche e sui fabbisogni degli spazi presenti negli edifici. Oltre a ciò è necessario studiare con maggiore attenzione il **ruolo della luce naturale**, in relazione alle diverse esposizioni dell'edificio e alla latitudine della località, e l'interazione **tra l'illuminazione e gli altri servizi**, in particolare la climatizzazione estiva.

Per quanto riguarda **ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili** (servizio di trasporto) si ritiene che l'analisi eseguita possa soddisfare le esigenze legislative.

Per quanto concerne la **classificazione degli edifici e degli spazi**, si ritiene che possa essere adottato l'approccio della norma ISO[18] [19], considerato anche il possibile parallelismo con le categorie del D.P.R. 412/93 [3] e quindi la retro-compatibilità della nuova classificazione e dei nuovi dati sulle certificazioni energetiche rispetto a quelli già archiviati. Tuttavia, considerato lo stato di avanzamento delle norme tecniche di riferimento, si raccomanda di finalizzare lo studio non appena saranno pubblicate le ISO 18523-1 e ISO 18523-2.

Bibliografia

- [1] **Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 26 giugno 2015** “Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici”
- [2] **Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 26 giugno 2015** “Adeguamento linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici”
- [3] **Decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412** “Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione e la manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4 della legge 9 gennaio 1991, n.10”
- [4] **Direttiva 2009/125/CE** del Parlamento europeo e del Consiglio del 21 ottobre 2009 relativa all’istituzione di un quadro per l’elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti connessi all’energia (rifusione)
- [5] **Direttiva 2010/30/UE** del Parlamento europeo e del Consiglio, del 19 maggio 2010, concernente l’indicazione del consumo di energia e di altre risorse dei prodotti connessi all’energia, mediante l’etichettatura ed informazioni uniformi relative ai prodotti
- [6] **Regolamento (CE) n. 640/2009** della Commissione europea del 22 luglio 2009 e successive modificazioni, recante modalità di applicazione della direttiva 2005/32/CE del Parlamento europeo e del Consiglio in merito alle specifiche per la progettazione ecocompatibile dei motori elettrici”
- [7] **UNI EN 15193:2008+EC1:2011** “Prestazione energetica degli edifici - Requisiti energetici per illuminazione”
- [8] **UNI EN 15232:2012** “Energy performance of buildings - Impact of Building Automation, Controls and Building Management”
- [9] **FprEN 15193-1:2015** “Energy performance of buildings — Module M9 — Energy requirements for lighting — Part 1: Specifications”
[Documento: CEN/TC 169 N1345 date: 2015-07]
- [10] **prCEN/TR 15193-2** “Energy performance of buildings - Energy requirements for lighting - Part 2: Technical Report to EN 15193-1”
[draft 2015-12-17]
- [11] **UNI/TS 11300-2:2014** “Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali”
- [12] **UNI/TS 11300-5:2016** “Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 5: Calcolo dell’energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili”
- [13] **UNI/TS 11300-6:2016** “Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 6: Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili”
- [14] **UNI EN ISO 25745-2:2015** “Prestazioni energetiche di ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili - Parte 2: Calcolo dell'energia e classificazione degli ascensori”

- [15] **UNI EN ISO 25745-3:2015** “Prestazioni energetiche di ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili - Parte 3: Calcolo dell'energia e classificazione di scale e marciapiedi mobili”

- [16] **ISO/prFDIS 52000-1** “Energy performance of buildings - Overarching EPB assessment - Part 1: General framework and procedures”
[Documento: CEN/TC 371 N490 date: 2016-01-29]

- [17] **UNI EN 15603:2008** “Prestazione energetica degli edifici - Consumo energetico globale e definizione dei metodi di valutazione energetica”

- [18] **ISO FDIS 18523-1:2016** “Energy performance of buildings - Schedule and condition of building, zone and space usage for energy calculation, Part 1 Non-residential buildings”
[Documento: ISO/TC 163 N803 Date: 2016-04-04]

- [19] **ISO-CD 18523-2:2015** “Energy performance of buildings - Schedule and condition of building, zone and space usage for energy calculation, Part 2 Residential buildings”
[Documento: ISO/TC 163 N801 Date: 2015-09-25]

Gruppo di lavoro

La seguente ricerca è stata svolta dal Comitato Termotecnico Italiano Energia e Ambiente con il coinvolgimento delle seguenti persone:

Giovanni Murano – architetto e dottore magistrale in ingegneria edile – Project Leader delle Commissioni Tecniche CT 201 "Isolanti e isolamento termico - Materiali", 202 "Isolanti e isolamento - Metodi di calcolo e di prova (UNI/TS 11300 - 1)", CTM 203 "Progettazione integrata termoacustica degli edifici", CT 245 "Impianti frigoriferi: refrigerazione industriale e commerciale", CT 281 "Energia solare".

Roberto Nidasio – Ingegnere – Coordinatore del Gruppo Consultivo "GC Legge 90", Project Leader delle Commissioni Tecniche CT 204 "Direttiva EPBD", CT 214 "Diagnosi energetiche negli edifici", CT 241 "Impianti di climatizzazione: progettazione, installazione, collaudo e prestazioni (UNI/TS 11300-3)", CT 251 "Impianti di riscaldamento - Progettazione, fabbisogni di energia e sicurezza (UNI/TS 11300-2 e 11300-4)".

Antonio Panvini – Dottore in Scienze Agrarie – Direttore Generale CTI, Coordinatore di varie Commissioni Tecniche del CTI su biomasse e biocombustibili, segretario del CEN/CENELEC JWG 3 "Energy management and related services", membro del Sector Forum CEN/CENELC "Energy management", Project Leader delle CT 211 e 212 "Uso razionale e gestione dell'energia" e della CT 213 "Diagnosi energetiche nei processi".

Si ringraziano per la preziosissima collaborazione e per il contributo tecnico, per la parte relativa all'illuminazione: **Fabio Pagano, Luigi Schiavon, Laura Blaso, Simonetta Fumagalli, Gianpiero Bellomo**; per la parte relativa agli ascensori e scale mobili: **Alberto Marinoni, Luciano Faletto, Paolo Tattoli, Silvia Migliavacca**.