



**POLITECNICO DI  
TORINO**

**DENERG**

Dipartimento Energia  
*Galileo Ferraris*



## **Stima dei risparmi conseguibili a seguito dell'installazione dei kit per il risparmio di energia elettrica, acqua e gas naturale di un edificio monofamiliare di riferimento**

**Relazione illustrativa**

**Enrico Fabrizio, Federico Prunotto**

Politecnico di Torino, DENERG – Corso Duca degli Abruzzi 24, 10129 Torino

[enrico.fabrizio@polito.it](mailto:enrico.fabrizio@polito.it)

[federico.prunotto@polito.it](mailto:federico.prunotto@polito.it)

Lunedì 30 Luglio 2018



## Sommario

<b>1</b>	<b>Scopo del lavoro .....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>Tipologie di kit per il risparmio energetico di un edificio monofamiliare.....</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>Caratteristiche dell'edificio di riferimento .....</b>	<b>14</b>
3.1	Caratteristiche edilizie dell'edificio monofamiliare di riferimento .....	15
3.2	Dotazioni impiantistiche dell'edificio di riferimento.....	19
3.2.1	Impianto elettrico – punti luce e prese per apparecchiature elettriche .....	19
3.2.2	Stima del consumo di energia elettrica e dei costi associati .....	28
3.2.3	Impianto idraulico.....	32
3.2.4	Stima del consumo di acqua e dei costi associati .....	35
3.2.5	Impianto termico .....	37
3.2.6	Stima del consumo di gas per riscaldamento e dei costi associati .....	38
<b>4</b>	<b>KIT per il risparmio di energia elettrica .....</b>	<b>39</b>
4.1	Kit BASE per il risparmio di energia elettrica .....	39
4.1.1	Composizione del kit base per il risparmio di energia elettrica .....	39
4.1.2	Costo di installazione del kit base per il risparmio di energia elettrica .....	41
4.1.3	Stima del risparmio conseguibile tramite il kit base per l'energia elettrica .....	41
4.2	Kit INTERMEDIO per il risparmio di energia elettrica .....	43
4.2.1	Composizione del kit intermedio per il risparmio di energia elettrica .....	43
4.2.2	Costo di installazione del kit intermedio per il risparmio di energia elettrica .....	45
4.2.3	Stima del risparmio conseguibile tramite il kit intermedio per l'energia elettrica .....	45
4.3	Kit AVANZATO per il risparmio di energia elettrica .....	48
4.3.1	Composizione del kit avanzato per il risparmio di energia elettrica.....	48
4.3.2	Costo di installazione del kit avanzato per il risparmio di energia elettrica.....	50
4.3.3	Stima del risparmio conseguibile tramite il kit avanzato per l'energia elettrica.....	50
4.4	Tabella riepilogativa dei kit per il risparmio di energia elettrica.....	53
<b>5</b>	<b>KIT per il risparmio di acqua .....</b>	<b>54</b>
5.1	Kit BASE per il risparmio di acqua .....	54
5.1.1	Composizione del kit base per il risparmio di acqua.....	54

5.1.2	Costo di installazione del kit base per il risparmio di acqua.....	55
5.1.3	Stima del risparmio conseguibile tramite il kit base per l'acqua.....	56
5.2	Kit INTERMEDIO per il risparmio di acqua.....	57
5.2.1	Composizione del kit intermedio per il risparmio di acqua.....	57
5.2.2	Costo di installazione del kit intermedio per il risparmio di acqua.....	59
5.2.3	Stima del risparmio conseguibile tramite il kit intermedio per l'acqua.....	59
5.3	Kit AVANZATO per il risparmio di acqua.....	61
5.3.1	Composizione del kit avanzato per il risparmio di acqua.....	61
5.3.2	Costo di installazione del kit avanzato per il risparmio di acqua.....	64
5.3.3	Stima dei risparmi conseguibili tramite il kit avanzato.....	64
5.4	Tabella riepilogativa dei kit per il risparmio di acqua.....	67
<b>6</b>	<b>KIT per il risparmio di gas.....</b>	<b>68</b>
6.1	Kit BASE per il risparmio di gas.....	68
6.1.1	Composizione del kit base per il risparmio di gas.....	68
6.1.2	Costo di installazione del kit base per il risparmio di gas naturale.....	70
6.1.3	Stima dei risparmi conseguibili tramite il kit base per il risparmio di gas.....	70
6.2	Kit INTERMEDIO per il risparmio di gas.....	72
6.2.1	Composizione del kit intermedio per il risparmio di gas.....	72
6.2.2	Costo di installazione del kit intermedio per il risparmio di gas naturale.....	73
6.2.3	Stima dei risparmi conseguibili tramite il kit intermedio per il risparmio di gas.....	74
6.3	Kit AVANZATO per il risparmio di gas.....	76
6.3.1	Composizione del kit avanzato per il risparmio di gas.....	76
6.3.2	Costo di installazione del kit avanzato per il risparmio di gas naturale.....	78
6.3.3	Stima dei risparmi conseguibili tramite il kit avanzato per il risparmio di gas.....	79
6.4	Tabella riepilogativa dei kit per il risparmio di gas.....	81
	<b>Bibliografia.....</b>	<b>82</b>

## Indice delle tabelle

Tabella 1 –composizione dei kit per il risparmio di luce .....	12
Tabella 2 - tipologie di dispositivi contenuti nel kit per il risparmio di acqua.....	12
Tabella 3 – composizione dei kit per il risparmio di gas.....	13
Tabella 4 – caratteristiche dell’edificio di riferimento .....	16
Tabella 5 – stratigrafia e trasmittanza termica della parete esterna.....	16
Tabella 6 – stratigrafia e trasmittanza termica della copertura.....	17
Tabella 7 - stratigrafia e trasmittanza termica del solaio contro terra.....	17
Tabella 8 – strati funzionali e trasmittanza termica dei serramenti a doppio vetro .....	18
Tabella 9 – valori consigliati di illuminamento per i diversi ambienti dell’abitazione .....	19
Tabella 10 – numero e tipologia di lampadine a LED da installare nei diversi ambienti dell’abitazione .....	20
Tabella 11 – punti luce integrativi considerati.....	22
Tabella 12 – tipo e quantità di lampade all’interno dei locali del piano primo dell’edificio di riferimento .....	23
Tabella 13 - tipo e quantità di lampade all’interno dei locali del piano primo dell’edificio di riferimento .....	24
Tabella 14 – numero e tipi di apparecchi elettronici (e relativi assorbimenti in standby) connessi alle multiprese al piano terreno.....	26
Tabella 15 - numero e tipi di apparecchi elettronici (e relativi assorbimenti in standby) connessi alle multiprese al primo piano .....	27
Tabella 16 – efficienza media di una lampada alogena lampada fluorescente	Tabella 17 – efficienza media di una ..... 29
Tabella 18 – ore di stand by giornaliero per dispositivo e relativo consumo in standby .....	30
Tabella 19 – consumi complessivi di energia elettrica e relativi costi dell’edificio di riferimento, a seconda che siano installate lampade alogene oppure fluorescenti .....	31
Tabella 20 – numero e ripartizione nei diversi ambienti degli apparecchi idraulici considerati .....	32
Tabella 21 – numero e distribuzione degli apparecchi sanitari nei locali al piano terreno .....	33
Tabella 22 - – numero e distribuzione degli apparecchi sanitari nei locali al primo piano .....	34
Tabella 23 – ripartizione del consumo di acqua pro-capite giornaliero, tra i vari utilizzi contemplati .....	36
Tabella 24 -stima del consumo di acqua per l’edificio di riferimento, in condizioni iniziali, ovvero in assenza dei kit per il risparmio .....	36
Tabella 25 – numero di radiatori per ambiente riscaldato dell’edificio di riferimento .....	37
Tabella 26 -stima del consumo di gas dell’edificio monofamiliare e relativi costi .....	38
Tabella 27 – dispositivi del kit base per il risparmio di energia elettrica .....	40

Tabella 28 – stima del risparmio conseguibile a seguito dell’installazione del kit base per energia elettrica, rispetto all’edificio di riferimento .....	42
Tabella 29 – dispositivi del kit intermedio per il risparmio di energia.....	44
Tabella 30- elenco delle funzioni di controllo in relazione alle classi di efficienza BAC.....	46
Tabella 31 – fattori di efficienza BAC per l’energia elettrica (illuminazione) negli edifici residenziali .....	47
Tabella 32 - stima del risparmio conseguibile a seguito dell’installazione del kit intermedio per energia elettrica, rispetto all’edificio di riferimento .....	47
Tabella 33 – dispositivi del kit avanzato per il risparmio di energia elettrica .....	49
Tabella 34 – costo di installazione del kit avanzato per il risparmio di energia elettrica .....	50
Tabella 35 – elementi componenti il kit base per il risparmio di acqua .....	54
Tabella 36 – stima del consumo di acqua dell’edificio a seguito dell’installazione del kit base .....	56
Tabella 37 – quantificazione dei risparmi dovuti all’installazione del kit base per l’acqua nel caso dell’edificio di riferimento .....	56
Tabella 38 – stima semplificata del payback period per il kit base per il risparmio di acqua .....	57
Tabella 39 – dispositivi componenti il kit intermedio per risparmio di acqua .....	58
Tabella 40 – costo di installazione del kit intermedio per il risparmio di acqua .....	59
Tabella 41 - stima del consumo di acqua dell’edificio a seguito dell’installazione del kit intermedio .....	60
Tabella 42 - quantificazione dei risparmi ottenibili in seguito all’installazione del kit intermedio per l’acqua nel caso dell’edificio di riferimento .....	60
Tabella 43 - stima semplificata del payback period per il kit intermedio per il risparmio di acqua ..	61
Tabella 44 – dispositivi componenti il kit avanzato per il risparmio di acqua.....	62
Tabella 45 – costo di installazione del kit avanzato per il risparmio di acqua.....	64
Tabella 46 – stima del consumo di acqua dell’edificio in seguito all’installazione del kit avanzato .	65
Tabella 47 - quantificazione dei risparmi ottenibili in seguito all’installazione del kit avanzato per l’acqua nel caso dell’edificio di riferimento .....	66
Tabella 48 - stima semplificata del payback period per il kit avanzato per il risparmio di acqua ....	66
Tabella 49 – dispositivi componenti il kit base per il risparmio di gas .....	69
Tabella 50 – costo di installazione del kit base per il risparmio di gas naturale .....	70
Tabella 51 – stima dei risparmi energetici ed economici conseguibili a seguito dell’installazione del kit base per il risparmio di gas.....	71
Tabella 52 - dispositivi componenti il kit intermedio per il risparmio di gas .....	72
Tabella 53 – costo di installazione del kit intermedio per il risparmio di gas naturale.....	74
Tabella 54 - stima dei risparmi energetici ed economici conseguibili a seguito dell’installazione del kit intermedio per il risparmio di gas .....	75
Tabella 55 - dispositivi componenti il kit avanzato per il risparmio di gas .....	77



Tabella 56 – costo di installazione del kit avanzato per il risparmio di gas naturale.....	78
Tabella 57 – stima dei risparmi energetici ed economici conseguibili a seguito dell’installazione del kit intermedio per il risparmio di gas .....	80

## Indice delle figure

Figura 1 – schema che illustra le diverse tipologie di kit per il risparmio energetico di un edificio monofamiliare .....	11
Figura 2 – Elaborazione dati ISTAT. Abitazioni in edifici a uso abitativo per epoca di costruzione – Italia (dati censimento 2011) .....	14
Figura 3 – caratteristiche dell’edificio di riferimento per il calcolo dei risparmi conseguibili dall’applicazione dei kit .....	15
Figura 4 – esempio di lampada con attacco E27 e relative specifiche (misure in millimetri) .....	21
Figura 5 – esempio di lampada con attacco GU10 e relative specifiche (misure in millimetri) .....	21
Figura 6 – ripartizione delle lampade all’interno dei locali al piano primo dell’edificio di riferimento	23
Figura 7 - ripartizione delle lampade all’interno dei locali al piano terra dell’edificio di riferimento .	24
Figura 8 – disposizione delle multiprese con interruttore al piano terreno dell’edificio di riferimento .....	26
Figura 9 - disposizione delle multiprese con interruttore al piano terreno dell’edificio di riferimento .....	27
Figura 10 - dettaglio delle ore e dei locali di utilizzo delle lampade all’interno dell’abitazione del panel di famiglie considerate nello studio RSE .....	28
Figura 11 - dettaglio delle ore e dei locali di utilizzo delle lampade all’interno dell’abitazione del panel di famiglie considerate nello studio RSE .....	29
Figura 12 – disposizione e tipologia degli apparecchi sanitari al piano terreno.....	33
Figura 13 – disposizione e tipologia degli apparecchi sanitari al piano primo .....	34
Figura 14 – consumo pro-capite fatturato di acqua potabile per alcune delle città italiane: fonte ISTAT, censimento 2011.....	35
Figura 15 – tipologie di lampadine a LED considerate, da sinistra a destra: attacco tipo GU10, E27, ed E14 .....	41
Figura 16 – multipresa con interruttore.....	41
Figura 17 – classi di efficienza energetica identificate dalla UNI EN 15232.....	45
Figura 18 – disaggregazione dei consumi elettrici per usi finali, secondo lo studio dell’università dell’Insubria.....	51
Figura 19 – in rosso il profilo utilizzato relativamente alla curva di carico elettrico per l’edificio .....	51
Figura 20 –rompigetto da applicare ai rubinetti (a sinistra) e saliscendi doccia a ridotto consumo di acqua (a destra).....	55
Figura 21 – dispositivi componenti il kit intermedio: vaschetta esterna WC a ridotto consumo di acqua (a sinistra), filtro per rompigetto (al centro) e saliscendi doccia (a destra) .....	58

Figura 22 – alcuni dei dispositivi componenti il kit avanzato: rubinetto temporizzato a infrarossi (a sinistra), miscelatore doccia a risparmio d’acqua (al centro) e cassetta WC a volume ridotto e doppio tasto (a destra).....	63
Figura 23 – alcuni dei dispositivi componenti il kit avanzato: cisterna per raccolta acqua piovana da 2000 litri (a sinistra), irrigatore dinamico (al centro) e programmatore per irrigazione a 4 zone (a destra) .....	63
Figura 24 – valvola termostatica manuale (a sinistra) e pannello termoriflettente per radiatori (a destra) .....	69
Figura 25 – alcuni dei dispositivi che compongono il kit intermedio: serramento in abete (a sinistra), testina termostatica digitale (al centro) e pannello termo-riflettente per radiatori (a destra) .....	73



## 1 Scopo del lavoro

È ampiamente riconosciuto che il settore dell'edilizia è responsabile per una significativa percentuale dei consumi energetici nonché delle emissioni di CO<sub>2</sub> in atmosfera ascrivibili ad una nazione. In Europa, in particolar modo, queste percentuali possono essere valutate approssimativamente come il 40% in relazione ai consumi energetici annuali, e il 36% per quanto riguarda le emissioni di gas serra nocivi. E tuttavia è bene sottolineare come l'attenzione da parte delle autorità mondiali nei confronti dell'ambiente stia crescendo, e numerose siano le soluzioni proposte per la riduzione dei consumi energetici. All'interno di questo contesto l'Unione Europea ha certamente assunto un ruolo da protagonista a seguito dell'emanazione di numerose direttive tanto in materia ambientale quanto energetica. L'eccessivo consumo energetico ha determinato la comparsa di un fenomeno piuttosto recente ma sempre più rilevante per estensione e crescita, in tutta Europa: la povertà energetica. Secondo una prima e sommaria quantificazione, tra i 50 e i 125 milioni di individui nel nostro continente si trovano in condizione di povertà energetica [1]; questa condizione di disagio si manifesta da un lato attraverso la morosità nei pagamenti e dall'altro attraverso la privazione degli usi energetici di base necessari al raggiungimento del confort abitativo. In Italia in particolar modo, la percentuale di famiglie che dichiarano condizioni di vita critiche relativamente all'ambito energetico, è assai maggiore della media europea [1].

Alla luce delle considerazioni sopra esposte risulta evidente l'importanza che può assumere il risparmio energetico: in effetti si configura come l'unica concreta possibilità per ridurre o quantomeno alleviare il più possibile il disagio causato dalla povertà energetica, e al contempo si configura come una pratica essenziale nelle nuove costruzioni, anche per effetto della vigente normativa.

Il presente lavoro nasce nell'ottica di individuare le possibili soluzioni e accorgimenti da adottare per limitare e ridurre il consumo delle risorse energetiche che tipicamente interessano le abitazioni (ovvero: acqua, energia elettrica e gas) al minimo. Parallelamente, è stato stimato anche il possibile risparmio conseguibile a seguito dell'attuazione delle misure di cui sopra, valutando i benefici sia in termini energetici che economici e riferendoli ad una tipologia di abitazione residenziale rappresentativa del parco edilizio nazionale. In particolar modo, la trattazione che segue è riferita ad un edificio monofamiliare le cui caratteristiche sono approfondite nel capitolo 3.1.

Pertanto, a partire dai risultati di un precedente progetto intrapreso da LeRoy Merlin e volto a contrastare il fenomeno della povertà energetica, sono stati selezionati una serie di articoli già acquistabili on-line sul sito di LeRoy Merlin con l'intento di creare diversi "kit", ciascuno dei quali in grado di garantire una riduzione dei consumi delle risorse energetiche elencate sopra. Si è pensato poi di articolare ogni kit in 3 livelli (base, intermedio e avanzato) a seconda del costo richiesto per

l'acquisto, il risparmio derivante dall'installazione del medesimo, e il livello tecnologico dei dispositivi costituenti il kit.

## 2 Tipologie di kit per il risparmio energetico di un edificio monofamiliare

Prima di illustrare le caratteristiche dell'edificio monofamiliare di riferimento è opportuno illustrare la composizione dei differenti kit per il risparmio energetico che, come già sottolineato, sono stati ideati con l'intento di garantire una riduzione dei consumi di acqua, energia elettrica e gas.

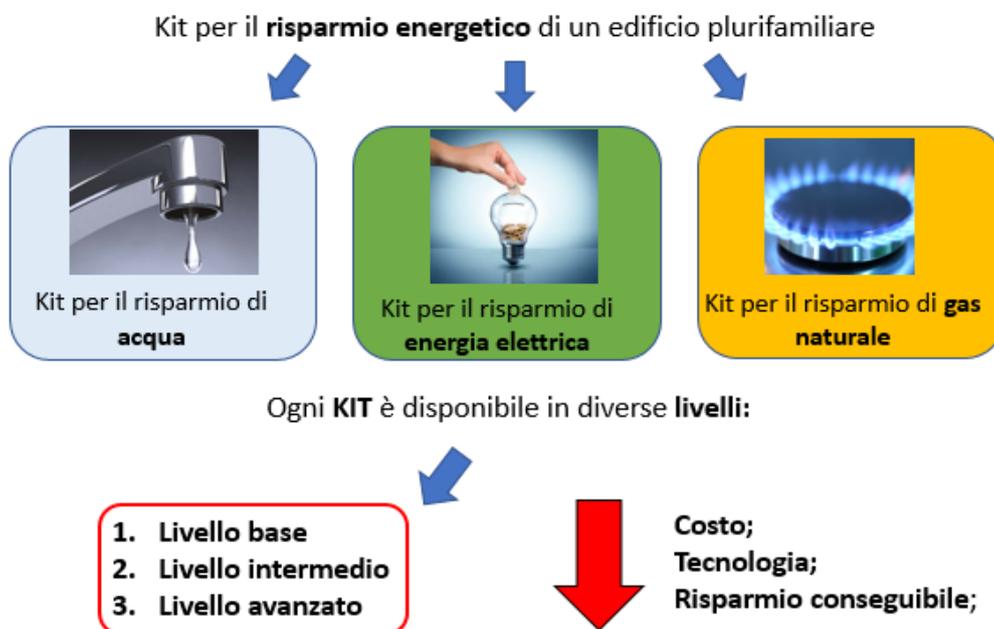


Figura 1 – schema che illustra le diverse tipologie di kit per il risparmio energetico di un edificio monofamiliare

Innanzitutto, è opportuno specificare che questi sono costituiti da dispositivi attualmente acquistabili on-line sul sito di LeRoy Merlin, e che, per ogni tipologia (acqua, energia elettrica o gas) sono previste più versioni che differiscono sia per la tecnologia impiegata che per il prezzo, e in definitiva dunque, per il risparmio che è possibile conseguire. Ogni kit è articolato nei seguenti “livelli”:

1. **livello base:** la composizione di questo kit non differisce significativamente da quella contro la povertà energetica. In generale tuttavia, i dispositivi si differenziano per la una più avanzata tecnologia adottata e di conseguenza, per un prezzo maggiore.
2. **livello intermedio:** è il livello subito precedente a quello avanzato. Pertanto, questa versione è composta da dispositivi tecnologicamente più complessi di quelli dei livelli inferiori e che interessano sia l'interno che l'esterno dell'edificio.

- 3. livello avanzato:** il massimo livello per costo, livello tecnologico e risparmio conseguibile. Questa versione del kit comprende anche dispositivi che sfruttano le fonti energetiche rinnovabili.

Chiarite la tipologia e le versioni disponibili dei vari kit, è ora possibile approfondirne la composizione. Le tabelle successive riportano infatti i dispositivi componenti ciascun kit. In particolare, la Tabella 1 illustra la composizione del kit per il risparmio di energia elettrica e la sua declinazione nei vari livelli ipotizzati. Allo stesso modo, la Tabella 2 è relativa al kit per il risparmio di acqua e infine la Tabella 3 al kit per il risparmio di gas.

Tabella 1 –composizione dei kit per il risparmio di luce

KIT per il risparmio di ENERGIA ELETTRICA			
	Livello BASE	Livello INTERMEDIO	Livello AVANZATO
Dispositivi	lampade a LED	lampade a LED smart	impianto fotovoltaico connesso in rete
	multipresa con interruttore	lampade a LED con rilevatore di presenza	lampade a LED
	-	prese elettriche programmabili digitali	lampade a LED con rilevatore di presenza
	-	-	prese elettriche programmabili digitali

Tabella 2 - tipologie di dispositivi contenuti nel kit per il risparmio di acqua

KIT per il risparmio di ACQUA			
	Livello BASE	Livello INTERMEDIO	Livello AVANZATO
Dispositivi	Kit rompigitto per lavabo/bidet e vasca	Rompigitto con filtro riduttore di portata per lavabo/bidet e vasca	Rompigitto con filtro riduttore di portata per lavabo/bidet e vasca
	saliscendi doccia con riduttore di portata	saliscendi doccia con riduttore di portata	miscelatore doccia monocomando a ridotto consumo di acqua
	-	cassetta WC a volume ridotto	cassetta WC a volume ridotto
	-	-	miscelatori temporizzati
	-	-	cisterna raccolta acqua piovana per irrigazione
	-	-	irrigatore dinamico con programmatore

Tabella 3 – composizione dei kit per il risparmio di gas

<b>KIT per il risparmio di GAS NATURALE</b>			
	<b>Livello BASE</b>	<b>Livello INTERMEDIO</b>	<b>Livello AVANZATO</b>
<b>Dispositivi</b>	pannelli termoriflettenti in EPS con grafite, per radiatori	serramenti con telaio in abete, di classe energetica "C"	serramenti con telaio in PVC, di classe energetica "B"
	valvole termostatiche manuali	kit valvole termostatiche intelligenti	valvole termostatiche intelligenti, digitali e programmabili
	-	pannelli termoriflettenti in EPS con grafite, per radiatori	caldaia a metano a condensazione
	-	-	kit solare termico a circolazione forzata
	-	-	pannelli per isolamento termico del solaio di copertura

### 3 Caratteristiche dell'edificio di riferimento

È opportuno specificare le caratteristiche dell'edificio rispetto al quale si intende valutare l'entità del risparmio conseguibile a seguito dell'installazione dei vari kit. Affinché i dati riportati abbiano una validità quanto più generale possibile, è infatti necessario selezionare un edificio che sia rappresentativo del comparto edilizio italiano. Con riferimento all'obiettivo del presente lavoro che risulta essere incentrato sulla valutazione dei risparmi energetici ed economici (conseguibili a seguito dell'installazione dei kit) riferiti a determinate condizioni iniziali di un edificio monofamiliare, è stata fatta un'indagine circa la diffusione e le caratteristiche di tale tipologia edilizia a livello nazionale. Sulla base dei dati disponibili, ovvero le più aggiornate elaborazioni dei dati ISTAT relative al censimento degli edifici effettuato nel 2011, si è ritenuto opportuno fare riferimento ad un edificio la cui epoca di costruzione risale agli anni '60 -'70, in virtù della sua rappresentatività, come testimoniato dalla figura sottostante (Figura 2):

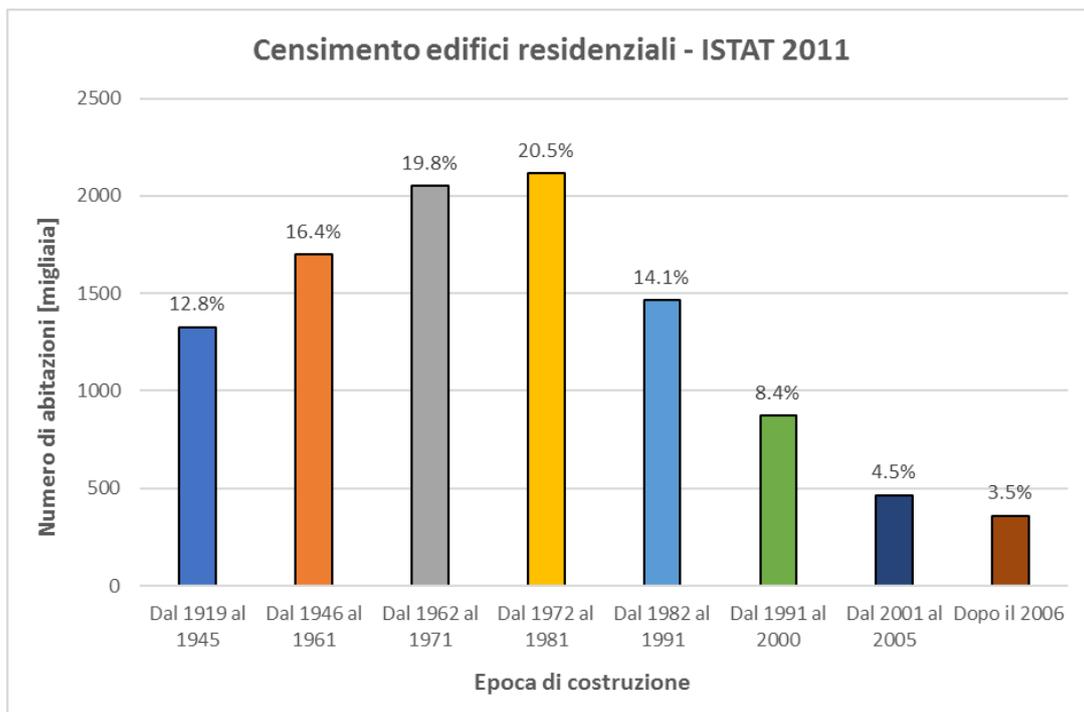


Figura 2 – Elaborazione dati ISTAT. Abitazioni in edifici a uso abitativo per epoca di costruzione –Italia (dati censimento 2011)

Pertanto, si è scelto di assumere come tipologia edilizia di riferimento quella dell'edificio monofamiliare [2], le cui caratteristiche verranno riportate di seguito. Infine, è opportuno sottolineare che per i calcoli energetici, Torino è stata assunta come località di riferimento. Le caratteristiche dell'edificio di riferimento sono state ricavate dal "fascicolo sulla tipologia edilizia italiana" [2] (che, come facilmente intuibile, è stato redatto con l'intento di costruire un archivio delle tipologie edilizie residenziali in Italia) e sono riportate nel capitolo successivo (3.1).

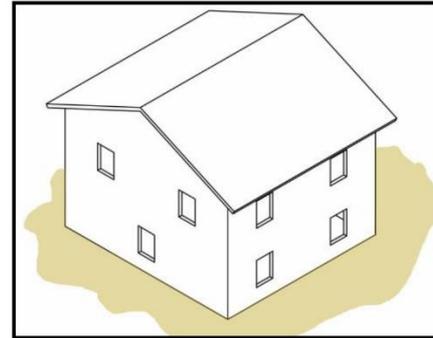
### 3.1 Caratteristiche edilizie dell'edificio monofamiliare di riferimento

Regione/Zona climatica: **Area climatica media**

Classe di epoca di costruzione: **5 (1961-1975)**

Classe di dimensione edilizia: **Casa monofamiliare**

V [m <sup>3</sup> ]	S/V [m <sup>-1</sup> ]	A <sub>f,n</sub> [m <sup>2</sup> ]	Numero di appartamenti	Numero di piani climatizzati
679	0,73	156	1	2



#### STATO ORIGINARIO

##### TIPOLOGIA COSTRUTTIVA

COPERTURA	PARETE	SOLAIO (inferiore, su terreno)	SERRAMENTI
 Tetto a falde in laterizio	 Muratura in mattoni forati (40 cm)	 Basamento in calcestruzzo su terreno	 1. Vetro singolo, telaio in legno  2. Porta in legno

COPERTURA	PARETE	SOLAIO (inferiore)	SERRAMENTI			
$U$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	$U$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	$U$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	$U_1$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	$g_{gl,n1}$ [-]	$U_2$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	$g_{gl,n2}$ [-]
2,20	1,26	2,00	4,90	0,85	3,00	-

##### TIPOLOGIA IMPIANTISTICA

###### IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

GENERAZIONE	$\eta_{H,gn} = 0,82$	ACCUMULO	$Q_{is,H,s} = 0$ kWh/m <sup>2</sup>	DISTRIBUZIONE	$\eta_{H,d} = 0,89$	AUSILIARIO	$Q_{aux,H} = 3,7$ kWh/m <sup>2</sup>
caldaia standard a gas, bruciatore atmosferico, installata in ambiente climatizzato, camino < 10 m, antecedente al 1996		-		distribuzione centralizzata orizzontale in ambienti riscaldati / 1961-1976		pompa di circolazione per impianto centralizzato - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore atmosferico	

###### IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

GENERAZIONE	$\eta_{W,gn} = 0,80$	ACCUMULO	$Q_{is,W,s} = 3,9$ kWh/m <sup>2</sup>	DISTRIBUZIONE	$Q_{is,W,d} = 8,2$ kWh/m <sup>2</sup>	AUSILIARIO	$Q_{aux,W} = 3,9$ kWh/m <sup>2</sup>
caldaia standard a gas (produzione combinata di riscaldamento e ACS), bruciatore atmosferico, installata in ambiente climatizzato, camino < 10 m, antecedente al 1996		serbatoio di accumulo di acqua calda, in ambiente climatizzato - basso livello di isolamento		distribuzione di ACS con ricircolo, rete affacciata all'interno, fino al 1975		produzione di ACS centralizzata con pompa di circolazione - ausiliario elettrico per caldaia standard con bruciatore atmosferico	

Figura 3 – caratteristiche dell'edificio di riferimento per il calcolo dei risparmi conseguibili dall'applicazione dei kit

Come riscontrabile dalla Figura 3, si tratta di una struttura che si articola su due piani fuori terra e che si sviluppa su una superficie utile di pavimento di circa 187 m<sup>2</sup>, di cui solo 155 risultano effettivamente climatizzati. Strutturalmente, l'edificio è costituito da una muratura portante in laterizio (con mattoni forati), dello spessore complessivo di 40 cm. La copertura, un semplice tetto a falde in laterizio non isolato, è costituita da un solaio in latero cemento dello spessore di 20 cm circa mentre il solaio contro-terra è composto da un semplice basamento di calcestruzzo a contatto con il terreno, sormontato poi dagli strati funzionali alla realizzazione del pavimento vero e proprio. Infine, relativamente ai serramenti, secondo le informazioni contenute nella letteratura consultata [2] l'edificio di riferimento è dotato di finestre con telaio in legno e vetro semplice; tuttavia, ritenendo questa soluzione tecnologica poco diffusa oramai, si è ritenuto più ragionevole ipotizzare la presenza di serramenti con telaio in legno e vetrocamera con aria, le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 8. La Tabella 4 riassume le caratteristiche dell'edificio di riferimento, mentre le tabelle seguenti (Tabella 5, Tabella 6, Tabella 7) forniscono informazioni più dettagliate in merito alle chiusure opache verticali e orizzontali.

Tabella 4 – caratteristiche dell'edificio di riferimento

Regione/Zona climatica	Torino - E	Numero di piani climatizzati	2	Trasmittanza termica U [W/(m <sup>2</sup> K)]
Classe di epoca di costruzione	5 (1961-1975)	Chiusura opaca verticale	Muratura in mattoni forati da 40 cm	1.26
Classe di dimensione edilizia	Casa monofamiliare	Chiusura opaca orizzontale inferiore	Battuto di calcestruzzo su terreno	2
Superficie climatizzata A <sub>f,n</sub> [m <sup>2</sup> ]	156	Copertura	Tetto a falde in laterizio	2.1
Numero di appartamenti	1	Serramenti	Vetro doppio con telaio in legno	3.2

Tabella 5 – stratigrafia e trasmittanza termica della parete esterna

Stratigrafia (dall'interno all'esterno)	Spessore [m]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Conducibilità [W/(mK)]	Resistenza termica [m <sup>2</sup> K/W]
Resistenza superficiale interna				0,13
Intonaco interno (calce e gesso)	0,01	1400	0,7	
Blocchi di laterizio forati	0,4	1200	0,675	
Intonaco esterno	0,015	1800	0,9	
Resistenza superficiale esterna				0,04
Spessore totale [m]	<b>0,43</b>	Trasmittanza termica complessiva	<b>U<sub>parete</sub></b> [W/(m <sup>2</sup> K)]	<b>1,26</b>

Tabella 6 – stratigrafia e trasmittanza termica della copertura

Stratigrafia (dall'interno all'esterno)	Spessore [m]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Conducibilità [W/(mK)]	Resistenza termica [(m <sup>2</sup> K)/W]
Resistenza superficiale interna				0,1
Intonaco interno (calce e gesso)	0,01	1400	0,7	0,01
Solaio in calcestruzzo armato con blocchi di laterizio di alleggerimento	0,165	1800	0,55	0,3
manto di copertura in coppi	0,02	2000	0,99	0,02
Resistenza superficiale esterna				0,04
<b>Spessore totale [m]</b>	<b>0,20</b>	<b>Trasmittanza termica complessiva</b>	<b>U<sub>copertura</sub> [W/(m<sup>2</sup>K)]</b>	<b>2,11</b>

Tabella 7 - stratigrafia e trasmittanza termica del solaio contro terra

Stratigrafia (dall'interno all'esterno)	Spessore [m]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Conducibilità [W/(mK)]	Resistenza termica [(m <sup>2</sup> K)/W]
Resistenza superficiale interna				0,17
Pavimentazione in ceramica	0,02	2300	1	0,02
Sottofondo alleggerito per impianti - calcestruzzo a struttura chiusa di argille espande	0,06	1300	0,44	0,14
Basamento di calcestruzzo su terreno	0,2	2200	1,48	0,14
Resistenza superficiale esterna				0,04
<b>Spessore totale [m]</b>	<b>0,28</b>	<b>Trasmittanza termica complessiva</b>	<b>U<sub>solaio</sub> [W/(m<sup>2</sup>K)]</b>	<b>1,99</b>

Tabella 8 – strati funzionali e trasmittanza termica dei serramenti a doppio vetro

Stratigrafia (dall'interno all'esterno)	Spessore [m]	Trasmittanza termica U [W/m <sup>2</sup> K]	g [-]	R <sub>f-sol</sub> [-]
Lastra di vetro	0,0057	3,2	0,698	0,114
Camera d'aria	0,0064	-	-	-
Lastra di vetro	0,0057	3,2	0,698	0,114
Telaio in legno	0,056	3,21		
	<b>Trasmittanza termica complessiva</b>	<b>3,2</b>		

Le stratigrafie riportate in Tabella 5, Tabella 6, e Tabella 7 (che rappresentano lo stato originario dell'edificio di riferimento) sono state inserite all'interno del software impiegato per quantificare il risparmio energetico, ovvero TRNSYS (software di simulazione termoenergetica che opera in regime dinamico). Al suo interno è stato possibile creare un modello dell'edificio avente le caratteristiche riportate nelle tabelle menzionate, tramite cui è stato possibile calcolare l'entità del risparmio energetico conseguente l'applicazione dei kit ipotizzati.

La Tabella 8 relativa alla trasmittanza termica dei serramenti riporta invece un valore differente da quello contenuto in Figura 3. Tale discrepanza è dovuta al fatto che il software utilizzato per i calcoli energetici, TRNSYS, dispone al suo interno di una libreria predefinita e non modificabile delle caratteristiche tecniche dei serramenti. Pertanto, non esistendo una perfetta corrispondenza con i valori riportati in Figura 3, è stato necessario optare per la tipologia di serramento, tra quelle disponibili con vetrocamera, che più si avvicinava a quella dell'edificio di riferimento.

## 3.2 Dotazioni impiantistiche dell'edificio di riferimento

Dopo aver definito le caratteristiche costruttive dell'edificio monofamiliare di riferimento, per una corretta stima dei risparmi è stato altresì necessario caratterizzarne gli impianti, con particolare riferimento all'impianto elettrico, idraulico e termico, in maniera tale da definire il consumo delle risorse energetiche relativamente alla condizione iniziale (antecedente l'installazione dei kit). Di seguito verrà approfondita la trattazione di ciascuno di questi.

### 3.2.1 Impianto elettrico – punti luce e prese per apparecchiature elettriche

In ambito residenziale, i consumi di energia elettrica dipendono fondamentalmente dall'energia richiesta per l'illuminazione dei vari ambienti e dalla potenza assorbita dagli elettrodomestici e altri dispositivi connessi all'impianto elettrico. Per poter arrivare a quantificare il risparmio ottenibile è innanzitutto necessario definire un profilo di consumo di partenza, tenendo conto proprio di questo aspetto. Considerata l'assenza di una normativa specifica di riferimento per l'illuminazione in ambito domestico/residenziale, in primo luogo è stato opportuno ipotizzare, per l'appartamento in esame, il numero di apparecchi di illuminazione. Nello specifico, questo dipende dall'illuminamento richiesto in ogni ambiente, grandezza che esprime il flusso luminoso (definito in lumen- $lm$ ) emesso da una sorgente per unità di superficie ( $m^2$ ) e che, nel SI (sistema internazionale di misura) si misura in lux ( $lx$ ). Vengono di seguito riportati i valori suggeriti dalla buona pratica, in relazione a ciascuno degli ambienti interni dell'abitazione.

Tabella 9 – valori consigliati di illuminamento per i diversi ambienti dell'abitazione

Ambiente	Valori illuminamento consigliato * [ $lx$ ]	Flusso luminoso in ambiente - $\phi_{\text{utile}}$ [ $lm$ ]
Salotto	115	4111,62
Soppalco	115	2861,02
Stanza da bagno (Bagno 1)	75	361,53
Stanza da bagno (Bagno 2)	75	464,27
Stanza da bagno (Bagno 3)	75	255,26
Ripostiglio	50	85,68
Dispensa	50	266,63
Camera da letto - 1	75	996,36
Camera da letto - 2	75	1361,16
Camera da letto - 3	75	1009,43
Spogliatoio	75	312,09
Lavanderia	100	713,14
Garage	50	1443,6
Ingresso	100	522,9
Corridoio	50	249,6
Scale	50	196,02
Cucina	100	1064,8
Corridoio/disimpegno	50	267,52

Una volta noto l'illuminamento richiesto in ogni ambiente sul piano di lavoro ( $\phi_{\text{utile}}$ ), e nell'ipotesi di sorgenti luminose di piccole dimensioni (puntiformi) e locali parallelepipedi, tramite l'applicazione del metodo del flusso totale è stato possibile risalire all'effettivo flusso luminoso ( $\phi_{\text{totale}}$ ), da fornire al fine di ottenere il predeterminato illuminamento, riportato in Tabella 10. Sulla base poi delle caratteristiche tecniche dei dispositivi individuati nella prima fase di lavoro (identificazione dei componenti del kit), è stato calcolato l'effettivo numero di apparecchi da installare, stanza per stanza, come mostrato nella tabella sottostante.

Tabella 10 – numero e tipologia di lampadine a LED da installare nei diversi ambienti dell'abitazione

Ambiente	Valori illuminamento [lx]	Flusso Totale - $\phi_{\text{totale}}$ [lm]	N° lampade effettivo	Tipo di attacco [-]
Salotto	115	11'336,14	4	E27
Soppalco	115	7'888,11	3	E27
Stanza da bagno (Bagno 1)	75	835,14	1	E27
Stanza da bagno (Bagno 2)	75	1'072,45	1	E27
Stanza da bagno (Bagno 3)	75	589,64	1	E27
Ripostiglio	50	197,92	1	E27
Dispensa	50	615,90	1	E27
Camera da letto - 1	75	2'468,38	2	E27
Camera da letto - 2	75	3'372,13	2	E27
Camera da letto - 3	75	2'500,74	2	E27
Spogliatoio	75	720,93	1	GU10
Lavanderia	100	1'693,11	2	E27
Garage	50	3'980,15	4	E27
Ingresso	100	1'207,90	1	E27
Corridoio	50	576,58	1	E27
Scale	50	452,81	1	E27
Cucina	100	2'637,93	2	E27
Corridoio/disimpegno	50	617,97	1	E27

La tabella soprastante, oltre a riportare ambiente per ambiente il numero di apparecchi installati, consente di fare alcune riflessioni circa la tipologia dei medesimi. Come è possibile constatare infatti, sono presenti essenzialmente due differenti tipi attacco, che rispecchiano, in buona sostanza, la maggioranza dei dispositivi in vendita sul mercato:

- E27 che rappresenta la tipologia più diffusa, caratterizzata da una vite di attacco avente un diametro di 27 mm, mostrato in Figura 4;

- GU10, caratterizzata da un attacco “a blocco” di 10 mm, mostrato in Figura 5;

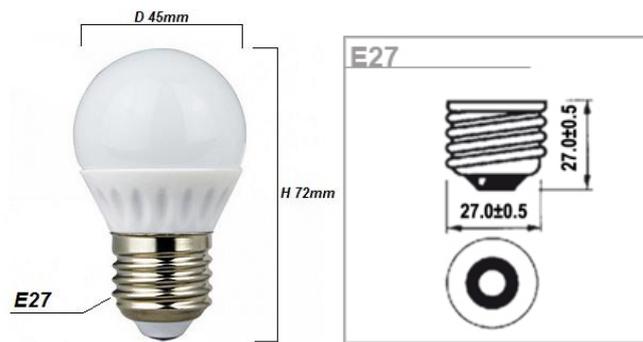


Figura 4 – esempio di lampada con attacco E27 e relative specifiche (misure in millimetri)



Figura 5 – esempio di lampada con attacco GU10 e relative specifiche (misure in millimetri)

La distribuzione ipotizzata di queste lampade negli ambienti è avvenuta anche tenendo conto della destinazione d'uso dei medesimi: negli spazi di collegamento e/o passaggio è stata privilegiata l'adozione di apparecchi di tipo GU10, mentre laddove era richiesta una maggiore uniformità di distribuzione del flusso luminoso si è prediletta l'adozione delle più comuni lampade dotate di attacco a vite E27. Infine, in alcuni delle stanze, vale a dire nelle camere da letto, in virtù del fatto che è richiesta un'illuminazione di tipo puntuale indipendente da quella principale d'ambiente, è stato necessario includere apparecchi di illuminazione supplementari, di tipo E14, e dunque caratterizzati da un diametro della vite di attacco di 14 mm. Infine, anche nei bagni, in ragione delle medesime considerazioni, si è ritenuto necessario predisporre un punto luce secondario in prossimità del lavabo e in corrispondenza dello specchio, di tipo GU10.

La Tabella 11 elenca in maniera dettagliata il numero e la tipologia delle lampade a integrazione considerate per i vari ambienti.

Tabella 11 – punti luce integrativi considerati

Ambiente	N° lampade effettivo	Tipo di attacco
Camera da letto -1 (abat-jour)	1	E14
Camera da letto - 2 (abat-jour)	2	E14
Camera da letto - 3 (abat-jour)	2	E14
Stanza da bagno (Bagno 1 )	1	GU10
Stanza da bagno (Bagno 2 )	1	GU10
Camera da letto 1- Lampada scrivania	1	E27
Camera da letto 2- Lampada scrivania	1	E27
Camera da letto 3- Lampada scrivania	1	E27

Con riferimento alla Tabella 10 resta da precisare che il flusso luminoso emesso da ogni lampadina, espresso in lumen [lm], è stato ricavato dalla documentazione tecnica riportata sul sito di LeRoy Merlin. Al fine di contenere in una quantità ragionevole e verosimile il numero di lampade richieste in ogni zona, laddove in presenza di un valore elevato di illuminamento richiesto, si è scelto di adottare una lampada capace di emettere un flusso luminoso ritenuto adeguato a soddisfare tale esigenza.

La Figura 6 e la Figura 7, unitamente alle tabelle di accompagnamento (rispettivamente la Tabella 12 e la Tabella 13) illustrano la distribuzione delle lampade all'interno dei vari ambienti.

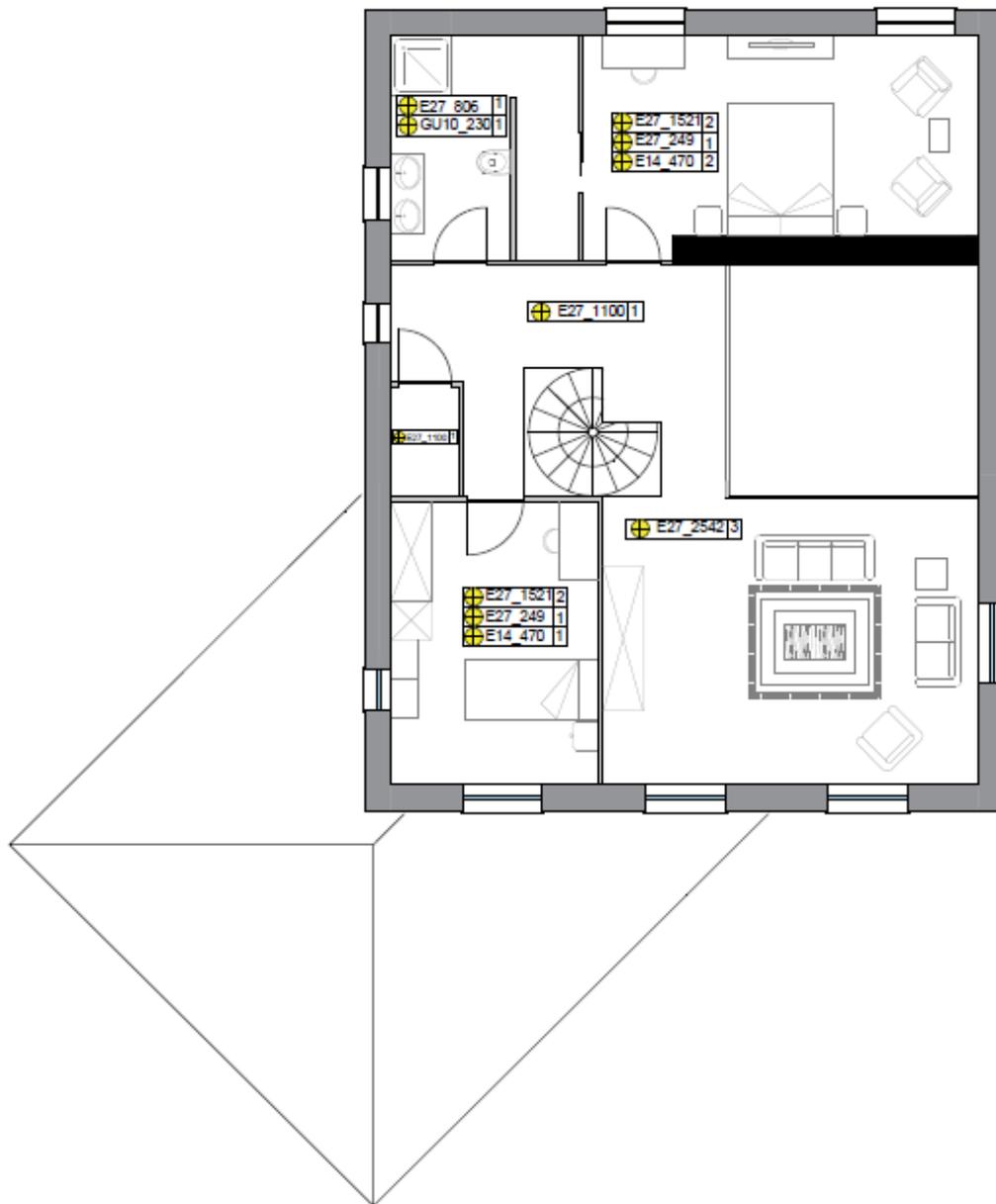


Figura 6 – ripartizione delle lampade all'interno dei locali al piano primo dell'edificio di riferimento

Tabella 12 – tipo e quantità di lampade all'interno dei locali del piano primo dell'edificio di riferimento

Ambiente	Tipo attacco	Flusso luminoso emesso $\phi$ [lm]	Codifica	Quantità [-]
CAMERA 1	E27	1521	E27_1521	2
		249	E27_249	1
	E14	470	E27_470	1
CAMERA 3	E27	1521	E27_1521	2
		249	E27_249	1
	E14	470	E27_470	1
RIPOSTIGLIO	E27	1100	E27_1100	1
BAGNO 2	E27	806	E27_806	1
	GU10	230	GU10_230	1
SOPPALCO	E27	2542	E27_2542	3
CORRIDOIO	E27	1100	E27_1100	1

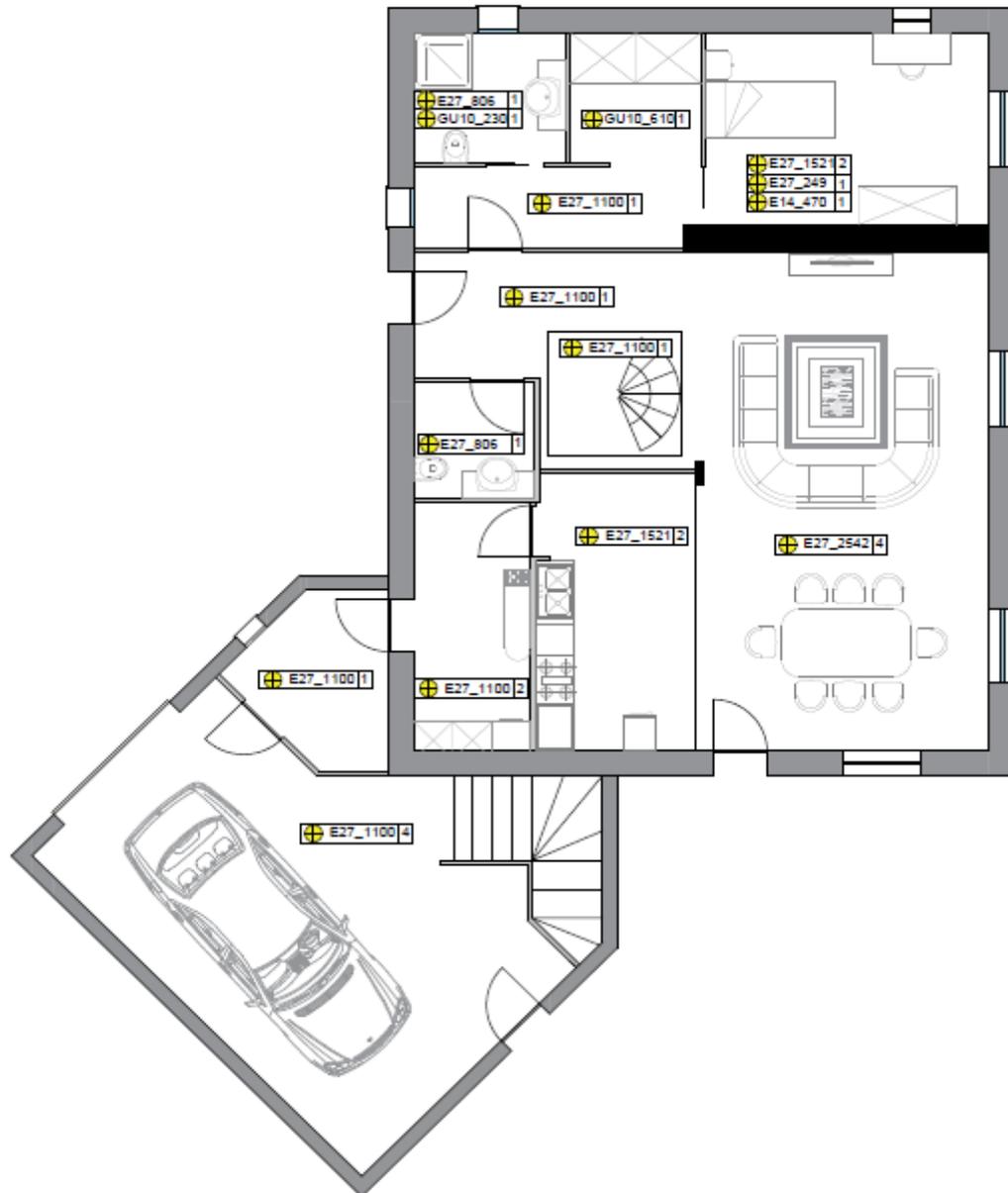


Figura 7 - ripartizione delle lampade all'interno dei locali al piano terra dell'edificio di riferimento

Tabella 13 - tipo e quantità di lampade all'interno dei locali del piano primo dell'edificio di riferimento

Ambiente	Tipo attacco	Flusso luminoso emesso $\Phi$ [lm]	Codifica	Quantità [-]
CAMERA 1	E27	1521	E27_1521	2
		249	E27_249	1
	E14	470	E27_470	2
CUCINA	E27	1521	E27_1521	2
DISPENSA	E27	1100	E27_1100	1
BAGNO 1	E27	806	E27_806	1
	GU10	230	GU10_230	1
SALOTTO	E27	2542	E27_2542	4
INGRESSO	E27	1100	E27_1100	1
SCALE	E27	1100	E27_1100	1
LAVANDERIA	E27	1100	E27_1100	2
CORRIDOIO/DIS.	E27	1100	E27_1100	1
SPOGLIATOIO	E27	1100	E27_1100	1

Complessivamente quindi, per l'illuminazione interna dell'edificio sono state considerate **41 lampade**.

Una volta definite tipologia e numero di lampade considerate per l'illuminazione dell'abitazione, è stato necessario definire il numero di dispositivi elettrici connessi all'impianto domestico, in maniera tale da quantificarne i consumi, facendo riferimento in particolar modo alla potenza assorbita da quelli per cui è prevista una modalità di stand-by fonte di un inutile spreco energetico. A tal proposito è stato in primo luogo indispensabile ipotizzare un numero verosimile di tali dispositivi, anche tenendo conto delle funzioni svolte nei diversi ambienti dell'appartamento. Gli apparecchi considerati, in ragione della loro diffusione in pressoché la totalità delle abitazioni in Italia, sono stati:

- televisori;
- telefoni cellulari;
- computer portatili;
- modem/router;

Una volta stabilito quali dispositivi elettronici considerare, il passo successivo è stato rappresentato dalla loro quantificazione. Al piano terreno in particolare, si è ipotizzata la presenza di un televisore, un modem Wi-Fi/router nel salotto, e di un telefono cellulare e un computer portatile nell'adiacente camera da letto. Nell'ipotesi di azzerare quindi i consumi in standby di questi apparecchi, il numero richiesto di multiprese con interruttore è pari a 2 (come raffigurato in Figura 8 e Tabella 14). Al primo piano invece, sempre in virtù delle medesime considerazioni, il numero è pari a 3, considerando la presenza, tanto nella camera da letto matrimoniale che in quella singola, di telefoni cellulari, computer portatile e un televisore, come riscontrabile dalla Figura 9 e dalla Tabella 15.

Complessivamente sono state quindi conteggiate **5 multiprese con interruttore**.

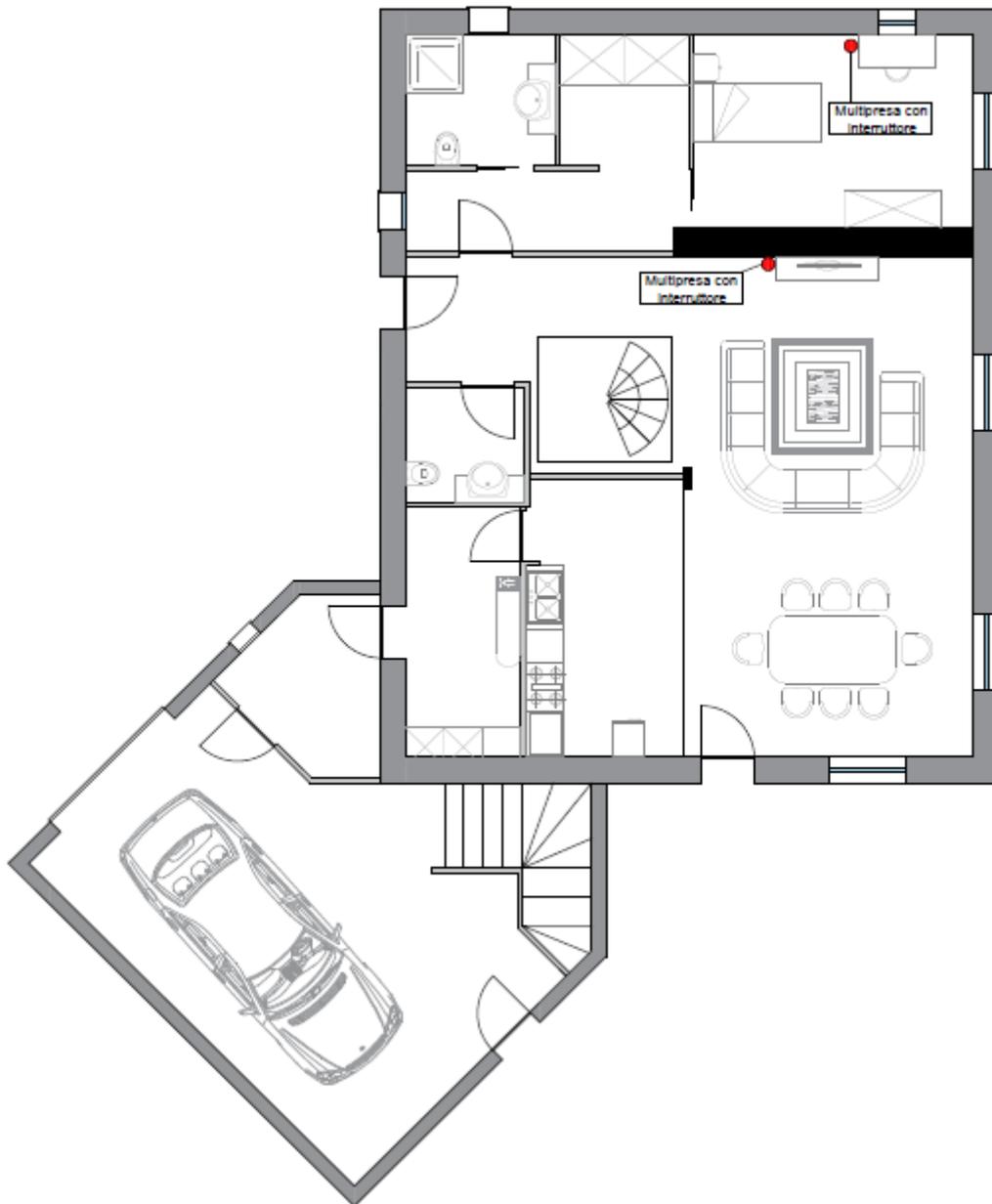


Figura 8 – disposizione delle multiprese con interruttore al piano terreno dell’edificio di riferimento

Tabella 14 – numero e tipi di apparecchi elettronici (e relativi assorbimenti in standby) connessi alle multiprese al piano terreno

Tipo apparecchio connesso alla multipresa - Piano Terra	Quantità [-]	Consumo in stand-by [W]
Televisore	1	4
Computer	1	3.5
Cellulare	1	2
Modem/Router	1	5.5

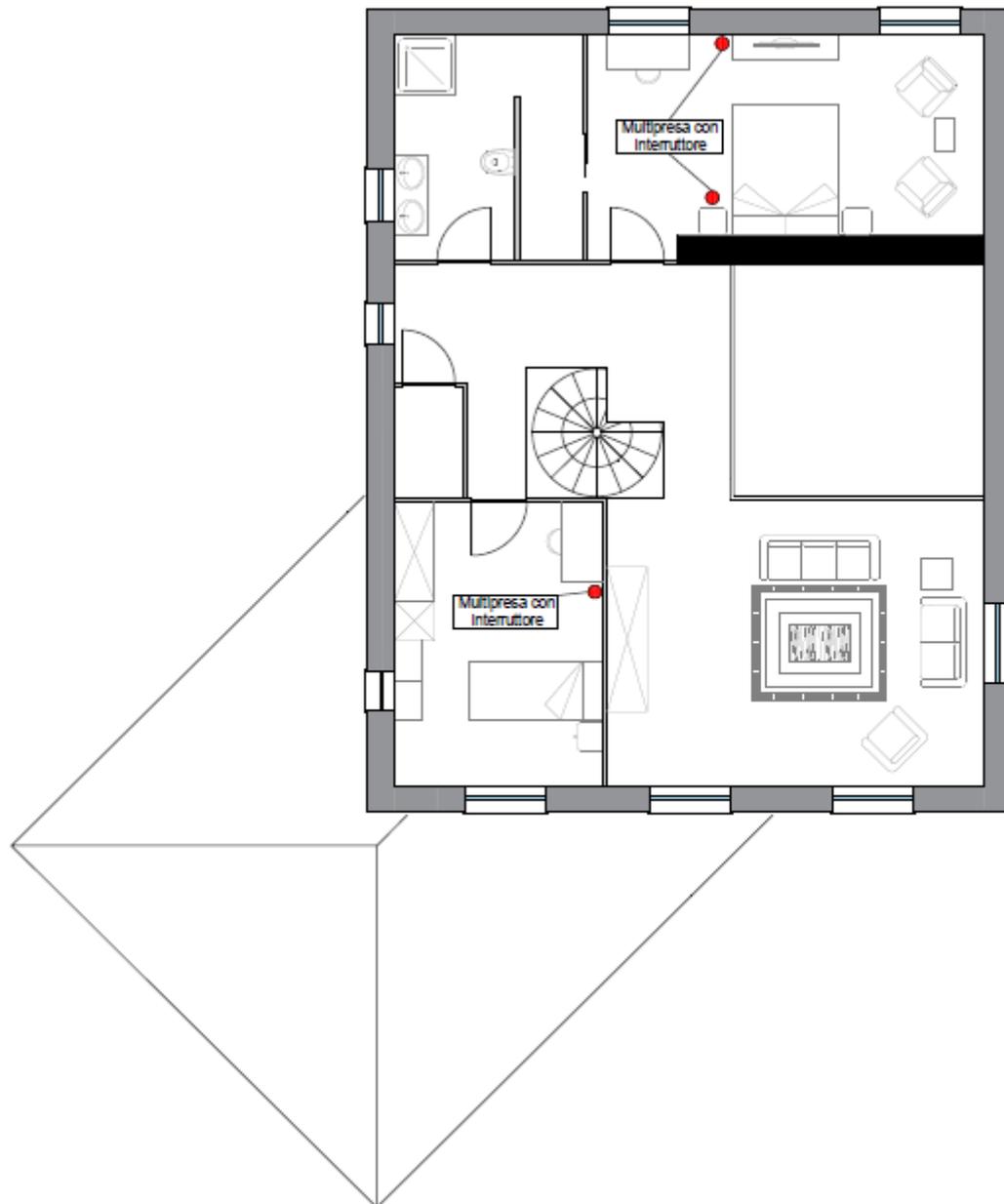


Figura 9 - disposizione delle multiprese con interruttore al piano terreno dell'edificio di riferimento

Tabella 15 - numero e tipi di apparecchi elettronici (e relativi assorbimenti in standby) connessi alle multiprese al primo piano

Tipo apparecchio connesso alla multipresa - Piano Primo	Quantità [-]	Consumo in stand-by [W]
Televisore	1	4
Computer	1	3.5
Cellulare	3	2

### 3.2.2 Stima del consumo di energia elettrica e dei costi associati

Sulla base degli elementi considerati per l'impianto elettrico dell'edificio di riferimento, (punti luce e prese) si è cercato di definire il consumo di elettricità dell'abitazione in condizioni iniziali, ovvero prima dell'installazione del kit per il risparmio della luce. Questa operazione naturalmente, non può prescindere da alcune assunzioni circa il profilo di utilizzo da parte degli utenti. In particolar modo, stante la volontà di conferire un carattere quanto più generale possibile alla presente trattazione, si è ritenuto opportuno adottare come tempi medi di accensione per le lampade (nei diversi locali dell'abitazione) quelli emersi da uno studio commissionato da RSE [3] e riportati in Figura 10 e in Figura 11.

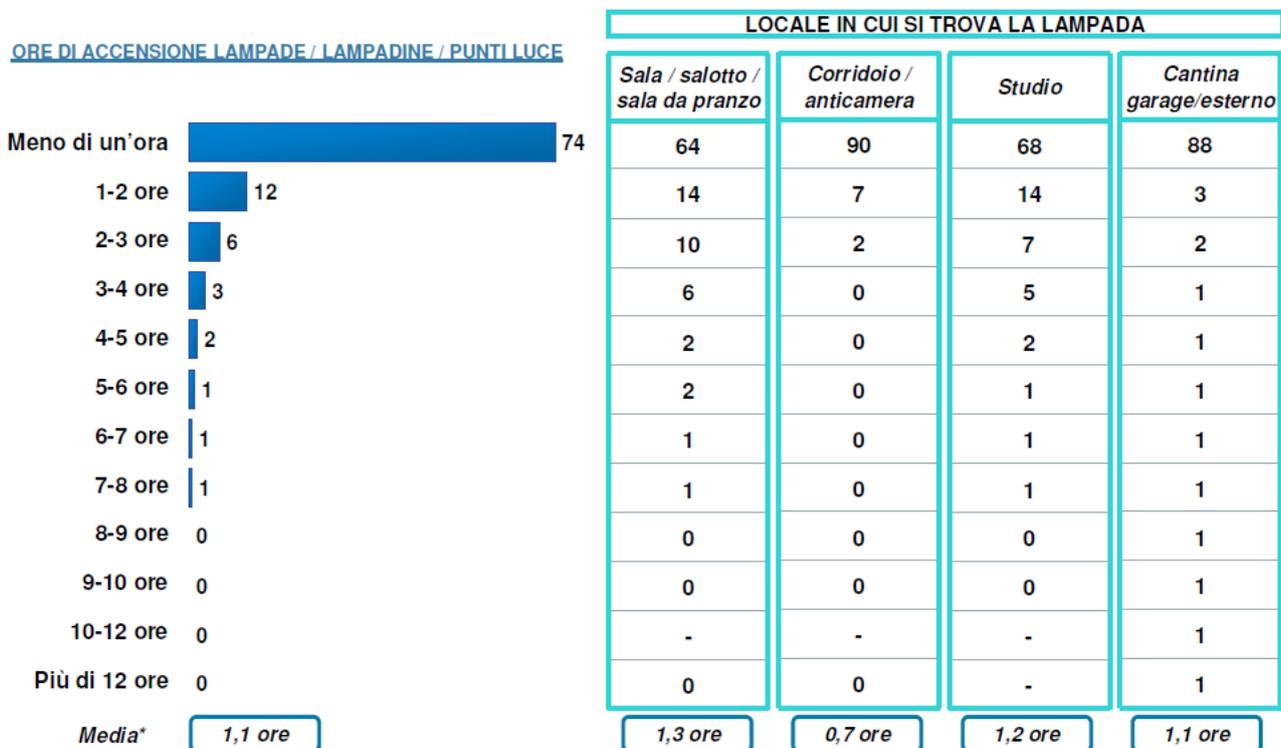
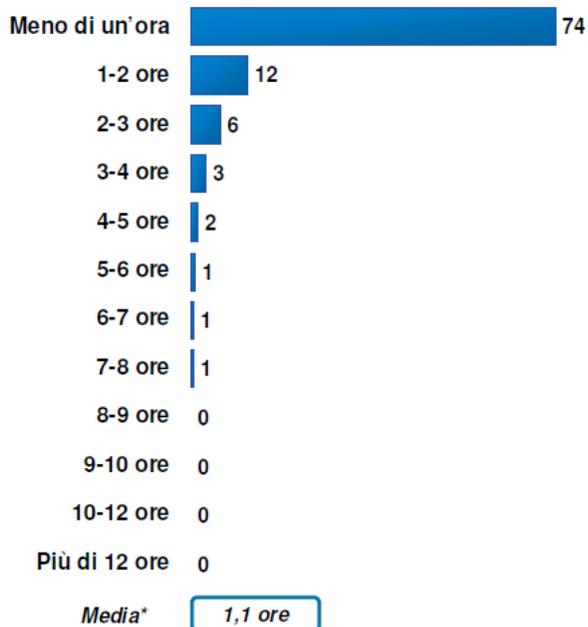


Figura 10 - dettaglio delle ore e dei locali di utilizzo delle lampade all'interno dell'abitazione del panel di famiglie considerate nello studio RSE

**ORE DI ACCENSIONE LAMPADE / LAMPADINE / PUNTI LUCE**


LOCALE IN CUI SI TROVA LA LAMPADA			
Cucina	Bagno / bagni	Stanza da letto principale	Altre stanze da letto
44	75	83	79
17	17	11	11
16	5	3	6
9	2	1	3
6	1	0	1
4	0	0	1
1	0	0	0
2	0	0	0
1	-	0	0
1	0	0	0
0	-	0	-
0	-	0	0
<b>2,1 ore</b>	<b>0,9 ore</b>	<b>0,8 ore</b>	<b>0,9 ore</b>

Figura 11 - dettaglio delle ore e dei locali di utilizzo delle lampade all'interno dell'abitazione del panel di famiglie considerate nello studio RSE

L'ultimo passaggio per poter quantificare il consumo di energia elettrica dovuto all'accensione delle lampade, noti il flusso luminoso emesso e il periodo di funzionamento, consiste nel determinare l'efficienza media della sorgente luminosa. In virtù della loro diffusione sul mercato sono state considerate lampade di tipo alogene e fluorescenti, e i consumi sono stati calcolati con riferimento a ciascuna di queste tipologie, dopo averne determinato l'efficienza media [4]. I valori utilizzati per il calcolo sono riportati in Tabella 16 e in Tabella 17.

Tabella 16 – efficienza media di una lampada alogena

Lampada alogena - E27		
Potenza assorbita [W]	Flusso luminoso emesso [lm]	Efficienza luminosa [lm/W]
75	1050	14
100	1400	14
150	2500	16,67
250	4200	16,80
	<b>eff. MEDIA [lm/W]</b>	<b>15,37</b>

Tabella 17 – efficienza media di una lampada fluorescente

Lampada fluorescente - E27		
Potenza assorbita [W]	Flusso luminoso emesso [lm]	Efficienza luminosa [lm/W]
9	400	44,44
11	600	54,55
15	900	60,00
20	1200	60,00
23	1500	65,22
	<b>eff. MEDIA [lm/W]</b>	<b>56,84</b>

Per stimare i consumi di energia elettrica imputabili al funzionamento in standby degli apparecchi domestici considerati (elencati nella tabella successiva) è essenziale conoscere l'assorbimento degli stessi. A tal proposito, per gli apparecchi elencati in Tabella 18, si è fatto riferimento ai dati statistici raccolti da uno studio dell'Unione Europea, denominato SELINA Project ( [5]-<https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/en/projects/selina#results>) in cui sono stati misurati i consumi imputabili ai più diffusi apparecchi elettronici in modalità di standby. Oltre alla potenza assorbita, per poter quantificare il consumo, è necessario conoscere l'intervallo di tempo durante il quale i singoli dispositivi rimangono nella modalità di standby. Anche in questo caso si è fatto uso dei valori statistici dal progetto SELINA, sempre riportati nella Tabella 18; rimane da precisare che, nel caso del cellulare si è fatto riferimento in realtà al carica batterie nell'ipotesi che questo sia connesso alla presa elettrica per più del tempo necessario a completare una ricarica.

Tabella 18 – ore di stand by giornaliera per dispositivo e relativo consumo in standby

Tipo apparecchio	Quantità	Consumo in stand-by [W]	Ore di standby al giorno [h/gg]	Energia assorbita giornalmente [kWh/gg]	Energia assorbita annualmente [kWh/anno]
Televisore	2	4	21	0.17	61.32
Computer	2	3.5	21	0.15	53.66
Cellulare	4	2	5	0.04	14.60
Modem/Router	1	5.5	17	0.09	34.13

In base alle considerazioni esposte, è stato quindi determinato il consumo dell'edificio di riferimento in condizioni iniziali (ovvero precedenti l'installazione di qualunque kit per il risparmio), sia in termini energetici che economici. Per determinare la spesa annuale per la fornitura di energia elettrica onde evitare di complicare eccessivamente il calcolo, si è fatto riferimento alla tariffa monoraria come rilevata dall'autorità competente per il mercato italiano (ARERA, Autorità di Regolazione per Energia Reti Ambienti) e che, per un cliente domestico tipo, ammonta a circa 0,25 € a kWh di energia elettrica consumata (al lordo dell'IVA e delle imposte, e sulla base di consumo medio annuale di circa 2700 kWh, rappresentativo del cliente tipo [6]). Tale valore è rimasto invariato anche nelle successive analisi.

I risultati ottenuti sono stati riportati nella Tabella 19, ed evidenziano un consumo complessivo di energia elettrica (valutando esclusivamente il fabbisogno per illuminazione e lo standby delle apparecchiature elettroniche) pari a circa 1398 kWh all'anno, corrispondenti a una spesa di poco superiore a 351 € annuali, nel caso l'edificio sia dotato di lampade alogene. Nel caso invece di lampade fluorescenti, il consumo e la spesa da sostenere diminuiscono in maniera significativa attestandosi al valore di 498 kWh all'anno ovvero circa 125 € annuali.

Tabella 19 – consumi complessivi di energia elettrica e relativi costi dell'edificio di riferimento, a seconda che siano installate lampade alogene oppure fluorescenti

<b>Edificio con lampade ALOGENE</b>		
<b>Stima del consumo di energia elettrica - CONDIZIONI INIZIALI (illuminazione + standby apparecchi el.)</b>		
Consumo di energia elettrica per illuminazione [kWh/anno]	Consumo di energia elettrica -standby apparecchi [kWh/anno]*	Consumo di energia elettrica totale [kWh/anno]
1234,68	163,70	1398,38
<b>Stima della spesa per energia elettrica - CONDIZIONI INIZIALI (illuminazione + standby apparecchi el.)</b>		
Spesa per illuminazione [€/anno]	Spesa per consumo app. standby [€/anno]	Spesa complessiva per en. Elettrica [€/anno]
310,07	41,11	351,18

<b>Edificio con lampade FLUORESCENTI</b>		
<b>Stima del consumo di energia elettrica - CONDIZIONI INIZIALI (illuminazione + standby apparecchi el.)</b>		
Consumo di energia elettrica per illuminazione [kWh/anno]	Consumo di energia elettrica -standby apparecchi [kWh/anno]*	Consumo di energia elettrica totale [kWh/anno]
333,79	163,70	497,49
<b>Stima della spesa per energia elettrica - CONDIZIONI INIZIALI (illuminazione + standby apparecchi el.)</b>		
Spesa per illuminazione [€/anno]	Spesa per consumo app. standby [€/anno]	Spesa complessiva per en. Elettrica [€/anno]
83,82	41,11	124,93

### 3.2.3 Impianto idraulico

Per poter arrivare a quantificare il risparmio ottenibile, considerata l'assenza di una normativa specifica di riferimento per il consumo di acqua in ambito domestico/residenziale, in primo luogo è stato opportuno ipotizzare, per l'edificio di riferimento, un numero verosimile di apparecchi sanitari. Considerando le caratteristiche dell'abitazione e la superficie utile di pavimento, si è ritenuto ragionevole ipotizzare la presenza di tre bagni, di cui due situati al piano terra e il rimanente al primo piano. Questi sono dotati di lavandino, WC e doccia, ad eccezione di quello di dimensioni inferiori (in cui la doccia è assente). Tra gli ambienti situati al piano terreno figurano anche la cucina e la lavanderia, dotate entrambe di un lavandino.

La Figura 12 e la Figura 13 consentono di avere una rappresentazione chiara e immediata della disposizione spaziale degli apparecchi sanitari presi in considerazione.

Alla luce di quanto esposto, si deduce che, complessivamente, gli apparecchi idraulici risultano così essere ripartiti:

Tabella 20 – numero e ripartizione nei diversi ambienti degli apparecchi idraulici considerati

Ambiente	Area [m <sup>2</sup> ]	Apparecchi		
		Lavabo [-]	WC [-]	Doccia [-]
Stanza da bagno (Bagno 1)	4.23	1	1	1
Stanza da bagno (Bagno 2)	5.11	1	1	1
Stanza da bagno (Bagno 3)	3.4	1	1	0
Lavanderia	6.78	1	0	0
Cucina	10.87	1	0	0
	<b>TOTALE</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>

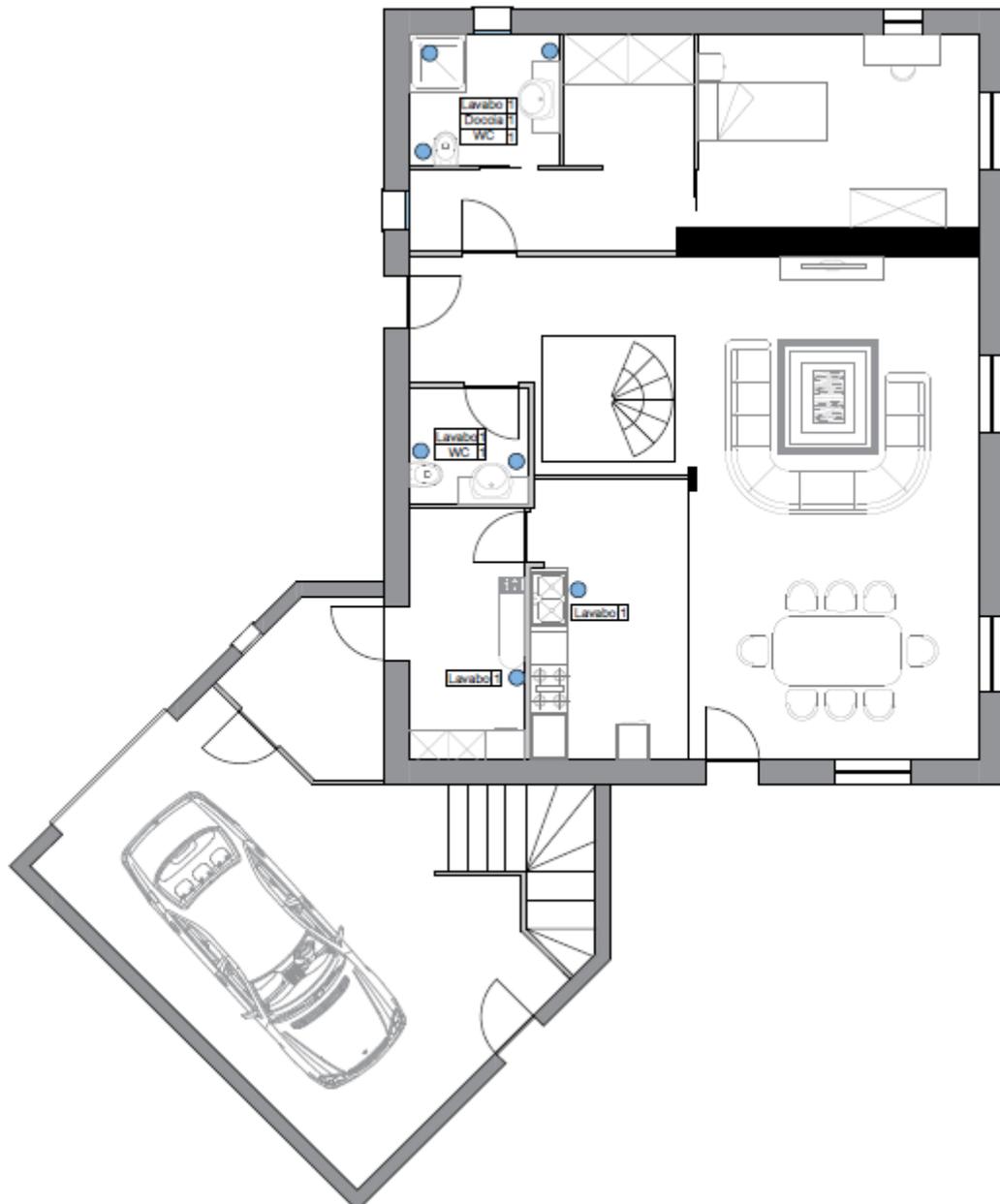


Figura 12 – disposizione e tipologia degli apparecchi sanitari al piano terreno

Tabella 21 – numero e distribuzione degli apparecchi sanitari nei locali al piano terreno

Ambiente	Area [m <sup>2</sup> ]	Apparecchi		
		Lavabo [-]	WC [-]	Doccia [-]
Stanza da bagno (Bagno 1)	4.23	1	1	1
Stanza da bagno (Bagno 2)	5.11	1	1	1
Lavanderia	6.78	1	0	0
Cucina	10.87	1	0	0

Figura 13 – disposizione e tipologia degli apparecchi sanitari al piano primo

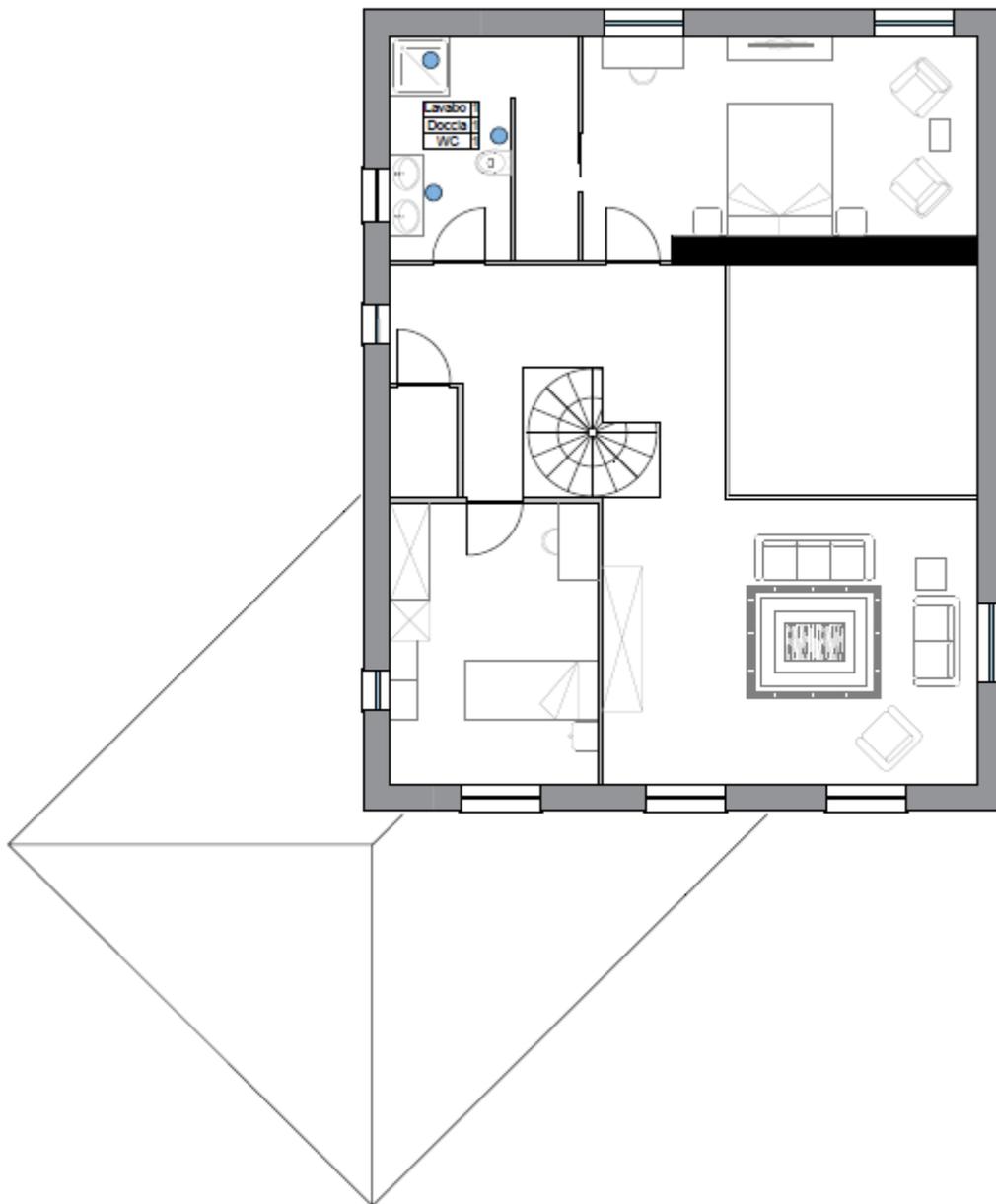


Tabella 22 -- numero e distribuzione degli apparecchi sanitari nei locali al primo piano

Ambiente	Area [m <sup>2</sup> ]	Apparecchi		
		Lavabo [-]	WC [-]	Doccia [-]
Stanza da bagno (Bagno 2)	5.11	1	1	1

### 3.2.4 Stima del consumo di acqua e dei costi associati

Per poter quantificare il risparmio che si può ottenere a seguito dell'installazione degli elementi componenti il kit base, dopo aver ipotizzato un numero verosimile di apparecchi idraulici all'interno dell'abitazione, è stato opportuno definire, per ognuno di essi, una portata idraulica nominale da cui calcolare il fabbisogno annuale di acqua potabile dell'appartamento in condizioni iniziali. Inoltre, bisogna tener conto del fatto che la stima del risparmio non può prescindere dalle modalità di utilizzo dell'utenza finale che, nello specifico, è rappresentata da 4 persone. Pertanto, sulla base della consultazione di letteratura tecnica di riferimento [7], sono state fatte le seguenti assunzioni:

- portata idraulica standard rubinetteria lavandini: 12 l/min;
- portata idraulica standard rubinetteria doccia: 14 l/min;
- portata idraulica standard della vaschetta per scarico dei WC: 12 l;

Per quanto riguarda l'utenza invece, sempre sulla base di valori statistici ritenuti verosimili, si è fatto riferimento al consumo medio di acqua pro-capite giornaliero fatturato, sulla base delle più recenti rilevazioni disponibili (ISTAT-2011, consumo di acqua fatturata per uso domestico pro-capite, metri cubi).

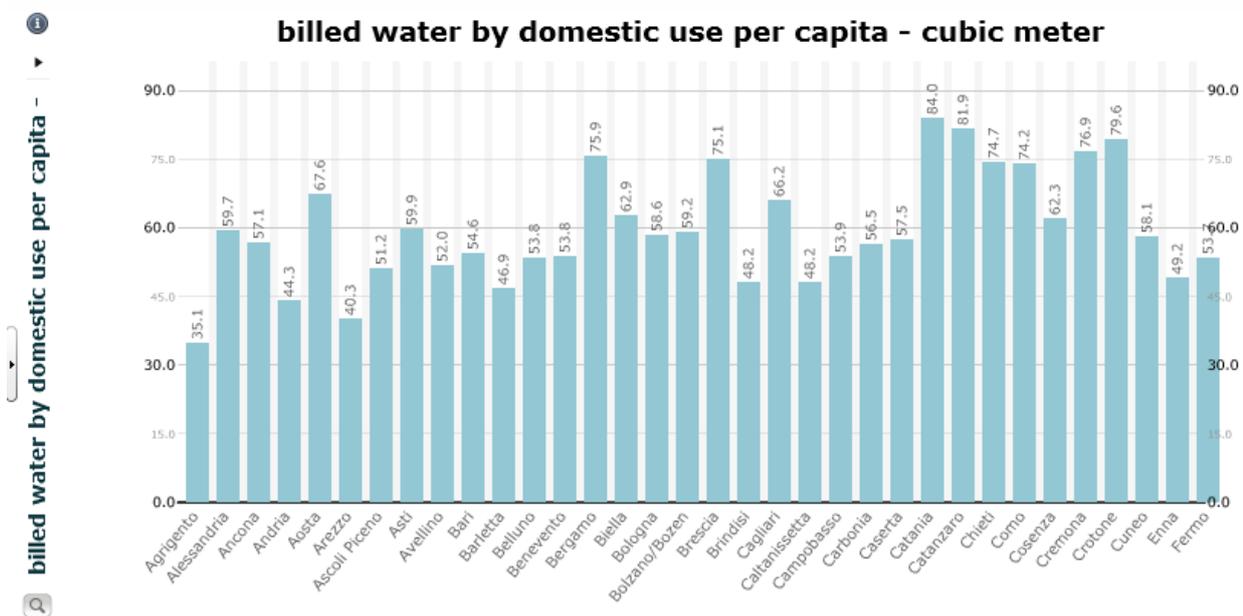


Figura 14 – consumo pro-capite fatturato di acqua potabile per alcune delle città italiane: fonte ISTAT, censimento 2011

I dati raccolti mostrano come, a livello nazionale, il consumo pro-capite sia pari a 64 m<sup>3</sup> corrispondenti a circa 175 litri al giorno a persona (fonte: ISTAT, censimento 2011 - [http://dati.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DCCV\\_INDACQDOM](http://dati.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DCCV_INDACQDOM)). Tale consumo è stato in seguito ripartito tra i vari utilizzi possibili (ovvero: usi alimentari, pulizia della casa, igiene personale ecc.) in

accordo a quanto stabilito dalla normativa che specifica la prassi di riferimento per la valutazione della sostenibilità degli edifici residenziali (Tabella B.5.2.a – UNI P.d.R/13.1:2015). I risultati ottenuti sono riportati in Tabella 23.

Tabella 23 – ripartizione del consumo di acqua pro-capite giornaliero, tra i vari utilizzi contemplati

Ripartizione dei consumi - UNI/PdR 13.1:2015	% sul TOT.	Fabbisogno giornaliero [(l/gg)/pp] - ISTAT 2015	Ripartizione del consumo di acqua giornaliero a persona [(l/gg)/pp]
Doccia/bagno/igiene personale	36%		63.12
WC	25%		43.84
Lavaggio biancheria	25%		43.84
Lavaggio stoviglie	4%		7.01
Pulizia	6%		10.52
Usi alimentari	4%		7.01
Altri usi	-		
<b>Totale</b>	<b>100%</b>	175.34	175.34

In definitiva quindi, il **consumo** di acqua per l'edificio di riferimento, stante la validità delle assunzioni di cui sopra (e considerando la presenza di quattro persone), ammonta a circa **255 m<sup>3</sup> all'anno**. Parallelamente alla quantificazione dei consumi si è cercato anche di stimare la spesa corrispondente. Affinché i risultati abbiano una validità quanto più generale possibile, come tariffa di riferimento è stato assunto il prezzo medio (comprensivo di IVA) per la fornitura di acqua calcolato su un campione di 224 città italiane, secondo i dati contenuti nel più recente rapporto dell'associazione Federconsumatori [8].

Il valore medio così calcolato è risultato pari a circa **1,93 €/m<sup>3</sup>**, e di conseguenza, la **spesa annuale** da corrispondere per la fornitura di acqua potabile ammonta a poco più di **490 €**, come riscontrabile dalla Tabella 24.

Tabella 24 - stima del consumo di acqua per l'edificio di riferimento, in condizioni iniziali, ovvero in assenza dei kit per il risparmio

Dispositivo	Portata effettiva [l/min]	Flusso giornaliero [(l/gg)/pp]	Consumo settimanale di acqua senza dispositivi [l/sett]	Consumo annuale di acqua senza dispositivi [m <sup>3</sup> /anno]	Spesa annuale per acqua - edificio di riferimento [€/anno]
Lavandino/Lavabo	12	24.55	687.34	35.74	<b>491.92</b>
WC	12	43.84	1227.40	63.82	
Doccia	14	63.12	1767.45	91.91	
Altri usi	-	43.84	1227.40	63.82	
	fonte: Manuale di impianti idrotermosanitari	consumo di acqua pro-capite (4 pp) [(l/gg*pp)]	175.34	<b>TOTALE [m<sup>3</sup>/anno]</b>	
				<b>255.30</b>	
*fonte per quantificazione risparmio dei rompigetto/areatori: UNI_pdr_13_1:2016					
*fonte per quantificazione consumo pro-capite: ISTAT (2015); ripartizione del consumo pro-capite: UNI_pdr_13_1					

### 3.2.5 Impianto termico

Le caratteristiche dell'impianto di riscaldamento per l'edificio di riferimento (derivate dalla letteratura consultata [2]) sono riportate nella tabella contenuta in Figura 3. In particolar modo, il generatore di energia termica è costituito da una caldaia per produzione combinata di ACS e riscaldamento, alimentata a gas metano mentre la distribuzione è di tipo centralizzata e orizzontale. I rendimenti sono stati ricavati dalla tabella in Figura 3. Per quanto riguarda i terminali di emissione, in assenza di informazioni specifiche sul fascicolo consultato [2] e in considerazione delle caratteristiche edilizie dell'edificio, è stata ipotizzata la presenza di radiatori in ghisa. Il loro numero è stato calcolato dopo aver valutato il carico termico di progetto, sulla base della trasmittanza termica dei vari componenti edilizi (vedi Tabella 4, Tabella 5, Tabella 6, Tabella 7, Tabella 8) e considerando una temperatura interna di set-point di 20 °C, con un salto termico di 10°C tra la mandata e il ritorno all'impianto. Stante queste condizioni, il numero richiesto di radiatori per il riscaldamento dell'abitazione è pari a 15. I rendimenti di emissione di tali terminali sono stati ricavati, in assenza di altre fonti, dalla normativa in vigore (UNITS 11300, II). Infine, l'energia termica richiesta al generatore (caldaia) per la produzione di ACS è stata calcolata sulla base della vigente normativa tecnica di riferimento (UNITS 11300, II) da cui sono stati desunti anche i rendimenti di distribuzione. I risultati così ottenuti sono riportati in Tabella 25.

Tabella 25 – numero di radiatori per ambiente riscaldato dell'edificio di riferimento

Pre-dimensionamento per radiatori: condizioni standard dell'edificio.			
Radiatori in GHISA a 4 colonne, H 880 mm, P 146 mm, larghezza mozzo L 60 mm			
$\Delta t=50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; $T_{in}=75\text{ }^{\circ}\text{C}$ , $T_{out}=65\text{ }^{\circ}\text{C}$			
Ambiente	Carico termico di progetto [kW]	Numero di radiatori installati in ambiente (min 2 el., max 15) - [-]	Rendimento di emissione - $\eta_{H,e}$
Soggiorno/Cucina	6,40	4	0,89645
Bagno PT	0,87	1	0,89645
Camera singola PT	1,49	2	0,89645
Bagno P1	0,76	1	0,89645
Camera matrimoniale P1	1,91	2	0,89645
Camera singola P1	1,90	2	0,89645
Salotto/Soppalco	4,16	3	0,89645
<b>Carico termico di progetto - dimensionamento iniziale generatore di calore [kW]</b>	<b>17,49</b>		

### 3.2.6 Stima del consumo di gas per riscaldamento e dei costi associati

Fatto salvo quanto espresso al paragrafo precedente (3.2.5), per poter quantificare correttamente il consumo di gas per riscaldamento e produzione di ACS, occorre specificare quanto segue:

- trattandosi di edificio ubicato in zona climatica E, (poiché Torino è stata assunta come località di riferimento) è stata assunta come durata della stagione di riscaldamento quella prevista dalla legislazione nazionale (D.P.R 412-'93 e s.m.i.): dal 15 Ottobre al 15 Aprile, per un massimo di 14 ore giornaliere. Inoltre, è stata supposta la mancanza di dispositivi di regolazione indipendente della temperatura nei diversi ambienti riscaldati;
- è stato definito un profilo di consumo di ACS quanto più possibile compatibile con la presenza di 4 persone, e che prevede una richiesta concentrata prevalentemente al mattino e alla sera (rispettivamente il 30% e il 50% del fabbisogno giornaliero);
- la tariffa per il consumo di gas metano è stata calcolata sulla base dei più recenti dati resi disponibili dall'autorità competente (ARERA), relativi alle utenze domestiche, e ammonta a circa **0,74 €/Smc** (al lordo dell'IVA e delle imposte e/o addizionali regionali).

La Tabella 26 riporta i risultati ottenuti alla luce delle considerazioni di cui sopra. In particolare, il consumo stimato di gas sarebbe pari a poco più di 7600 m<sup>3</sup>, a cui corrisponderebbe una spesa di poco superiore a 5500 € all'anno, come riportato in Tabella 26.

Tabella 26 - stima del consumo di gas dell'edificio monofamiliare e relativi costi

Stima del consumo di gas e dei costi per riscaldamento e prod. ACS - Edificio monofamiliare - COND. INIZIALI				
Fabbisogno di energia termica utile - $Q_{H,nd}$ [kWh]	Fabbisogno di energia termica utile - $Q_{H,nd}$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	Rendimento di generazione - $\eta_{H,gn}$ [-] TABULA	Rendimento di distribuzione - $\eta_{H,d}$ [-] TABULA	Rendimento di emissione - $\eta_{H,e}$ [-] - UNI TS 11300-2
37391,14	241,23	0,82	0,89	0,89645
Consumo di energia termica per riscaldamento - [kWh]*	Consumo di energia termica per riscaldamento - [kWh/m <sup>2</sup> ]	Consumo di gas metano per riscaldamento e produzione ACS - [m <sup>3</sup> ]	Spesa per riscaldamento e produzione ACS con gas metano al netto di IVA - [€]	Spesa per riscaldamento e produzione ACS con gas metano - [€]
68197,05	439,98	7621,88	4518,25	5512,27

## 4 KIT per il risparmio di energia elettrica

Per ridurre il consumo di energia elettrica in ambito domestico, al di là dell'adozione di un comportamento virtuoso volto a limitarne gli sprechi, è possibile intervenire essenzialmente su due ambiti (escludendo l'opzione di sostituire gli elettrodomestici datati con quelli più moderni a consumo ridotto), ovvero:

- l'illuminazione, tramite l'adozione di lampade più efficienti di quelle tradizionali (alogeno e/o fluorescenti);
- l'azzeramento dei consumi in standby di quegli elettrodomestici che richiedono un'azione esterna da parte dell'utente per poter essere completamente spenti;

Ecco quindi che, tra i dispositivi in vendita presso LeRoy Merlin, sono stati selezionati quelli che possono intervenire proprio su questi aspetti, avendo cura di articolare e organizzare la composizione dei vari kit in base al grado tecnologico dei medesimi, come risulterà evidente nei capitoli successivi.

### 4.1 Kit BASE per il risparmio di energia elettrica

#### 4.1.1 Composizione del kit base per il risparmio di energia elettrica

Il livello base del kit ipotizzato per il risparmio di energia elettrica consta essenzialmente di lampadine a LED a ridotto consumo e multiprese con interruttore, nell'intento di garantire un apprezzabile risparmio energetico a fronte di un ridotto costo di investimento iniziale. In buona sostanza, gli elementi componenti il kit sono quelli riportati nella Tabella 27.

Tabella 27 – dispositivi del kit base per il risparmio di energia elettrica

Oggetto	CODICE PRODOTTO	Prezzo di vendita [€]	Link	TECNOLOGIA A RISPARMIO	Quantità	Totale Parziale [€]
Lampadina a LED, attacco tipo GU10	35905345	3,99	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-gu10-%253D35w-luce-calda-100-35905345-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-gu10-%253D35w-luce-calda-100-35905345-p</a>	LED	2	7,98
Lampadina a LED, attacco tipo E27	35577010	1,99	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-e27-%253D25w-sfera-luce-calda-150-35577010-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-e27-%253D25w-sfera-luce-calda-150-35577010-p</a>	LED	3	5,97
Lampadina a LED, attacco tipo E27	36245720	8,99	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-e27-%253D100w-goccia-luce-calda-300-36245720-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-e27-%253D100w-goccia-luce-calda-300-36245720-p</a>	LED	8	71,92
Lampadina a LED, attacco tipo E27	35296163	5,99	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-e27-%253D75w-goccia-luce-calda-300-35296163-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-e27-%253D75w-goccia-luce-calda-300-35296163-p</a>	LED	12	71,88
Lampadina a LED, attacco tipo E27	35577493	14,99	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-e27-%253D150w-goccia-luce-calda-150-35577493-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-e27-%253D150w-goccia-luce-calda-150-35577493-p</a>	LED	7	104,93
Lampadina a LED, attacco tipo E27	35576996	2,49	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-e27-%253D150w-goccia-luce-naturale-150-35577500-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-e27-%253D150w-goccia-luce-naturale-150-35577500-p</a>	LED	3	7,47
Lampadina a LED, attacco tipo E14	35577066	2,99	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-e14-%253D40w-oliva-luce-calda-150-35577066-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-e14-%253D40w-oliva-luce-calda-150-35577066-p</a>	LED	5	14,95
Lampadina a LED, attacco tipo GU10	36279145	11,9	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-gu10-%253D80w-luce-naturale-36-36279145-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-gu10-%253D80w-luce-naturale-36-36279145-p</a>	LED	1	11,9
Multipresa con interruttore	34094095	5,9	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/multipresa-compatta-da-appoggio-9-prese-con-interruttore-gbc-34094095-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/multipresa-compatta-da-appoggio-9-prese-con-interruttore-gbc-34094095-p</a>	Azzeramento consumi standby	5	29,5
<b>Spesa totale per il KIT BASE - prezzo di vendita [€]</b>	<b>€ 326,50</b>					

Da una prima lettura dei dati riportati nella Tabella 27 si evince che il kit comprende diverse tipologie di lampadine a tecnologia LED che differiscono ovviamente per prezzo e caratteristiche (potenza assorbita, categoria di attacco al portalampade, ecc.). Le ragioni che ne giustificano il numero e/o la differente tipologia (e lo stesso dicasi per le multiprese con interruttore) sono riportate nel capitolo dedicato, 3.2.1. Sulla base della composizione del kit è stato quindi calcolato il costo corrispondente. I prezzi di vendita sono quelli riportati direttamente da LeRoy Merlin sul portale internet dedicato. La spesa complessiva per il kit base a risparmio di energia elettrica ammonta a **326,50 €<sup>1</sup>**.

<sup>1</sup> Prezzo rilevato al netto di sconti e/o promozioni, in data 05/05/2018

Di seguito si riportano a titolo esemplificativo alcune immagini rappresentative degli elementi che compongono il kit.



Figura 15 – tipologie di lampadine a LED considerate, da sinistra a destra: attacco tipo GU10, E27, ed E14



Figura 16 – multipresa con interruttore

#### 4.1.2 Costo di installazione del kit base per il risparmio di energia elettrica

I dispositivi che compongono il kit base per l'energia elettrica, riportati in Tabella 27, non necessitano di supporto tecnico per la loro installazione che può essere eseguita direttamente dagli stessi acquirenti. Pertanto, per il suddetto kit non sono previsti costi aggiuntivi per la messa in opera.

#### 4.1.3 Stima del risparmio conseguibile tramite il kit base per l'energia elettrica

Fermo restando la validità delle assunzioni di cui al paragrafo 3.2.1 circa il numero e l'intervallo di accensione delle lampade, nonché il numero e il consumo in standby degli apparecchi elencati nella Tabella 18, è stato possibile elaborare una stima del risparmio di energia elettrica che si conseguirebbe installando i dispositivi del kit base. Il risparmio è stato calcolato sia in termini energetici che in termini economici applicando la medesima tariffa impiegata per il calcolo della spesa dell'edificio di riferimento in condizioni iniziali. I risultati ottenuti sono riportati nella Tabella 28. Sia dal punto di vista economico che energetico, come prevedibile, il risparmio è considerevole

soprattutto se nell'edificio di riferimento sono presenti lampade alogene, mentre si riduce nel caso delle lampade fluorescenti (in virtù della maggiore efficienza di queste ultime rispetto alle lampade alogene). L'installazione del kit consente di **ridurre il consumo di energia elettrica** dell'edificio (valutando il fabbisogno per l'illuminazione e il consumo in standby delle apparecchiature elencate in Tabella 18) **a 183,31 kWh**, corrispondente a un **decremento** variabile da un **massimo di oltre l'86%** (nel caso in cui l'edificio di riferimento sia dotato di lampade alogene) **ad un minimo del 63%** (nel caso in cui l'edificio di riferimento sia dotato di lampade fluorescenti). In termini economici, quanto appena esposto si traduce in un **risparmio** variabile da un minimo di circa **78 €** ad un massimo di **oltre 305 €**.

Tabella 28 – stima del risparmio conseguibile a seguito dell'installazione del kit base per energia elettrica, rispetto all'edificio di riferimento

Consumo di energia elettrica con KIT BASE [kWh/anno]			
183,31			
Stima dei risparmi energetici conseguibili			
Edificio con lampade ALOGENE		Edificio con lampade FLUORESCENTI	
Risparmio di energia elettrica [kWh/anno]	Risparmio annuale [%]	Risparmio di energia elettrica [kWh/anno]	Risparmio annuale [%]
1215,07	86,89%	314,18	63,15%
CO <sub>2</sub> non immessa in ambiente [kg/anno]		CO <sub>2</sub> non immessa in ambiente [kg/anno]	
526,37		136,10	
Stima dei risparmi economici conseguibili			
Edificio con lampade ALOGENE		Edificio con lampade FLUORESCENTI	
Risparmio annuale [€/anno]	Risparmio annuale [%]	Risparmio annuale [€/anno]	Risparmio annuale [%]
305,14	86,89%	78,90	63,15%
Costo di investimento per il KIT base [€]			
326,50			
Stima del simple Payback Period [anni]			
Edificio con lampade ALOGENE		Edificio con lampade FLUORESCENTI	
1,07		4,14	

La Tabella 28 contiene inoltre una stima della quantità di anidride carbonica non immessa in atmosfera per effetto della diminuzione dei consumi, calcolata proprio a partire dal risparmio di energia elettrica. Per il calcolo è stato impiegato un coefficiente di conversione pari a 0,4332 kg di CO<sub>2</sub> per kWh consegnato al contatore [9].

Infine, confrontando il costo di investimento richiesto per l'acquisto del kit base con i risparmi annuali stimati, è stato possibile procedere ad una valutazione preliminare e indicativa del periodo

di ritorno dell'investimento, rapportato, come sempre, alle possibili differenti configurazioni iniziali dell'edificio di riferimento.

## 4.2 Kit INTERMEDIO per il risparmio di energia elettrica

### 4.2.1 Composizione del kit intermedio per il risparmio di energia elettrica

Il kit intermedio è stato concepito come la naturale evoluzione di quello base, pur con alcune importanti differenze nell'intento di privilegiare l'impiego di soluzioni tecnologicamente più avanzate. In questo senso è da intendersi la scelta di impiegare, in tutti gli ambienti di passaggio (ovvero corridoi, disimpegni, scale, caratterizzati da un'illuminazione saltuaria) e in alcune zone particolari (come il garage e il ripostiglio), lampade dotate di sensore di presenza che permettono di evitare inutili sprechi di energia (in quanto si disattivano automaticamente entro un determinato intervallo di tempo quando non viene rilevata alcuna presenza in ambiente). In tutti gli altri ambienti invece è stata mantenuta la medesima tipologia di lampada prevista nel kit base. Ciò nonostante, laddove presente un'alternativa migliore (a parità di potenza assorbita e flusso luminoso emesso) si è scelto di sostituirla con una più performante, sulla base delle seguenti caratteristiche:

- vita utile della lampada;
- angolo di diffusione del fascio di luce;
- classe di consumo;

Considerazioni del tutto analoghe sono state estese peraltro anche agli altri dispositivi componenti il kit base di partenza, ovvero le multiprese con interruttore, sostituite da prese elettriche digitali programmabili.

La Tabella 29 riporta i dispositivi presenti nel kit intermedio, il cui numero è stato determinato sulla base delle considerazioni di cui al capitolo 3.2.1.

Tabella 29 – dispositivi del kit intermedio per il risparmio di energia

Oggetto	CODICE PRODOTTO	Prezzo di vendita [€]	Link	TECNOLOGIA A RISPARMIO	Quantità	Totale parziale - Prezzo di vendita [€]
Lampadina a LED, attacco tipo E27, con sensore di movimento	35333424	10,99	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-sensor-light-e27-%253D75w-goccia-luce-calda-150-35333424-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-sensor-light-e27-%253D75w-goccia-luce-calda-150-35333424-p</a>	LED -sensore di presenza	12	131,88
Lampadina a LED, attacco tipo GU10	36279145	11,9	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-gu10-%253D80w-luce-naturale-36-36279145-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-gu10-%253D80w-luce-naturale-36-36279145-p</a>	LED	1	11,9
Lampadina a LED, attacco tipo E27	35577010	2,99	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-e27-%253D25w-sfera-luce-calda-300-35583184-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-e27-%253D25w-sfera-luce-calda-300-35583184-p</a>	LED	3	8,97
Lampadina a LED, attacco tipo E27	36245720	11,99	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-e27-%253D100w-goccia-luce-calda-360-35905016-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-e27-%253D100w-goccia-luce-calda-360-35905016-p</a>	LED	8	95,92
Lampadina a LED, attacco tipo E14	36279726	5,99	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-e14-%253D40w-oliva-luce-calda-300-36279726-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-e14-%253D40w-oliva-luce-calda-300-36279726-p</a>	LED	5	29,95
Lampadina a LED, attacco tipo GU10	35905345	3,99	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-gu10-%253D35w-luce-calda-100-35905345-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-gu10-%253D35w-luce-calda-100-35905345-p</a>	LED	2	7,98
Lampadina a LED, attacco tipo E27	35576996	2,49	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-e27-%253D60w-goccia-luce-calda-150-35576996-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-e27-%253D60w-goccia-luce-calda-150-35576996-p</a>	LED	3	7,47
Lampadina a LED, attacco tipo E27	35577493	14,99	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-e27-%253D120w-goccia-luce-calda-150-35296086-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-e27-%253D120w-goccia-luce-calda-150-35296086-p</a>	LED	7	104,93
Presse elettrica programmabile digitale	35920563	11,9	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/1-presse-programmabile-digitale-evology-35920563-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/1-presse-programmabile-digitale-evology-35920563-p</a>	Azzeramento consumi in standby	5	59,5
<b>SPESA TOTALE PER IL KIT intermedio applicato all'edificio di riferimento</b>	<b>€ 458,50</b>					

La **spesa complessiva** per il kit intermedio ammonta quindi a **458,50 €<sup>2</sup>** per un totale di 41 lampade (di cui 9 dotate di rilevatore di presenza) e 5 prese elettriche programmabili digitali.

<sup>2</sup> Prezzo rilevato al netto di sconti e/o promozioni, in data 05/05/2018

#### 4.2.2 Costo di installazione del kit intermedio per il risparmio di energia elettrica

I dispositivi che compongono il kit intermedio/avanzato per l'energia elettrica, riportati in Tabella 29, non necessitano di supporto tecnico per la loro installazione che può essere eseguita direttamente dagli stessi acquirenti. Pertanto, per il suddetto kit non sono previsti costi aggiuntivi per la messa in opera.

#### 4.2.3 Stima del risparmio conseguibile tramite il kit intermedio per l'energia elettrica

Fermo restando la validità delle assunzioni di cui al paragrafo 3.2.1 circa il numero e l'intervallo di accensione delle lampade, nonché il numero e il consumo in standby degli apparecchi elencati nella Tabella 18, è stato possibile elaborare una stima del risparmio di energia elettrica che si conseguirebbe installando i dispositivi del kit intermedio. Ancora una volta il risparmio è stato calcolato sia in termini energetici che in termini economici applicando ovviamente la medesima tariffa impiegata per il calcolo della spesa dell'edificio di riferimento in condizioni iniziali.

Poiché il kit intermedio comprende delle lampade con sensore di presenza integrato, per quantificare il risparmio conseguibile dalla loro installazione, si è fatto riferimento alle indicazioni contenute nella normativa UNI EN 15232-1:2016 [9] che tratta dell'impatto dell'automazione sulle prestazioni energetiche degli edifici. Con riferimento al caso specifico, è stata seguita la procedura di calcolo semplificata, basata sull'impiego dei "fattori BACS" (Building Automation and Control Systems) che definiscono quattro diverse classi di efficienza energetica sulla base dei sistemi di automazione implementati nell'edificio. A ciascuna di queste classi è associata una "funzione di controllo", ovvero un numero variabile da 0 a 4, tramite cui è possibile stimare la riduzione dei consumi energetici. La Figura 17 rappresenta le classi di efficienza energetica così come sono identificate dalla norma.

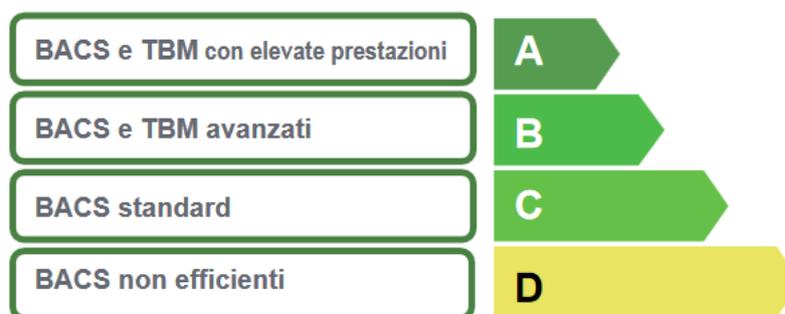


Figura 17 – classi di efficienza energetica identificate dalla UNI EN 15232

Volendo valutare l'impatto dell'automazione derivante dal sensore di presenza sui consumi energetici per l'illuminazione, è stato necessario in primo luogo identificare la classe di efficienza. In ambito residenziale, un controllo dell'illuminazione basato sul rilevamento automatico della presenza corrisponde ad una classe "A" (la migliore), come riportato nella Tabella 30.

Tabella 30- elenco delle funzioni di controllo in relazione alle classi di efficienza BAC

<b>CONTROLLO AUTOMATICO</b>			Definizione delle Classi							
Codice di funzione	Rif. EN15232		Residenziale				Non Residenziale			
			D	C	B	A	D	C	B	A
<b>CONTROLLO ILLUMINAZIONE</b>										
<b>Controllo Presenza</b>										
	0	Interruttore manuale								
SE69BC	1	Interruttore manuale + segnale estinzione graduale automatica								
SE70A	2	Rilevamento automatico								
<b>Controllo luce diurna</b>										
	0	Manuale								
SE71A	1	Automatico								

Una volta identificata la classe di efficienza è possibile definire il corrispondente fattore di efficienza, tramite cui è possibile infine quantificare il risparmio conseguibile, a partire dalla seguente relazione:

$$W_{L,BAC} = W_L \cdot \frac{f_{BAC,el}}{f_{BAC,el,ref}}$$

dove:

- $W_L$  indica l'energia elettrica per l'illuminazione;
- $f_{BAC,el,ref}$  è il fattore di efficienza BAC per l'energia elettrica per illuminazione relativo alla classe BAC scelta come riferimento, ovvero rappresentativa della condizione di automazione dell'edificio nella situazione iniziale (prima dell'installazione del kit). Occorre sottolineare che per gli edifici esistenti, nei quali tipicamente non tutte le funzioni di automazione tradizionale sono implementate, il livello medio del parco tecnologico installato, è per la maggior parte corrispondente alla classe "D" [10];
- $f_{BAC,el}$  è il fattore di efficienza BAC riferito ad una classe di efficienza BAC;

In ragione delle considerazioni esposte, sono stati determinati i fattori di efficienza BAC da attribuire all'edificio, riportati nella Tabella 31.

Tabella 31 – fattori di efficienza BAC per l’energia elettrica (illuminazione) negli edifici residenziali

Energia elettrica in edifici residenziali									
Tipologia Edificio / Locale	Classi e Fattori di efficienza BAC				Risparmio (rif. classe D)			Risparmio (rif. C)	
	D	C (rif)	B	A					
	Senza Automazione	Automazione Standard	Automazione Avanzata	Alta efficienza	C/D	B/D	A/D	B/C	A/C
Appartamenti, villette, altri residenziali	1,08	1,00	0,93	0,92	7%	14%	15%	7%	8%

Con riferimento alla condizione iniziale, ovvero antecedente l’installazione del kit, al fattore  $f_{BAC,el,ref}$  è stato attribuito il valore di 1,08 corrispondente alla classe “D” [10]. Poiché invece il rilevamento automatico della presenza corrisponde ad una classe di efficienza “A”, al fattore  $f_{BAC,el}$  è stato assegnato un valore di 0,92. In questo modo è stato quindi possibile valutare correttamente la diminuzione dei consumi di energia elettrica per le lampade dotate di sensore di rilevamento di presenza. Il risparmio teorico conseguibile è stato valutato, come sempre, sia in termini economici che energetici. La Tabella 32 riporta i risultati ottenuti.

Tabella 32 - stima del risparmio conseguibile a seguito dell’installazione del kit intermedio per energia elettrica, rispetto all’edificio di riferimento

Consumo di energia elettrica con KIT INTERMEDIO [kWh/anno]			
179,23			
Stima dei risparmi energetici conseguibili			
Edificio con lampade ALOGENE		Edificio con lampade FLUORESCENTI	
Risparmio di energia elettrica [kWh/anno]	Risparmio annuale [%]	Risparmio di energia elettrica [kWh/anno]	Risparmio annuale [%]
1219,16	87,18%	318,26	63,97%
CO <sub>2</sub> non immessa in ambiente [kg/anno]		CO <sub>2</sub> non immessa in ambiente [kg/anno]	
528,14		137,87	
Stima dei risparmi economici conseguibili			
Edificio con lampade ALOGENE		Edificio con lampade FLUORESCENTI	
Risparmio annuale [€/anno]	Risparmio annuale [%]	Risparmio annuale [€/anno]	Risparmio annuale [%]
306,17	87,18%	79,93	63,97%
Costo di investimento per il KIT intermedio [€]			
458,50			
Stima del simple Payback Period [anni]			
Edificio con lampade ALOGENE		Edificio con lampade FLUORESCENTI	
1,50		5,74	

L’installazione del kit consente di **ridurre il consumo di energia elettrica** dell’edificio (valutando il fabbisogno per l’illuminazione e il consumo in standby delle apparecchiature elencate in Tabella 18) **di circa 1220 kWh**, nel caso in cui l’edificio di riferimento sia dotato di lampade alogene, e di

**circa 320 kWh** nel caso in cui ci siano invece lampade fluorescenti. In termini di percentuale, il risparmio si attesterebbe attorno all'**87%** in un caso, e a poco meno del **64%** nell'altro.

In termini economici, il **risparmio** annuale minimo (corrispondente al caso in cui siano installate lampade fluorescenti) ammonterebbe a poco più di **79 €**, mentre quello massimo sarebbe di circa **306 €** (nel caso di lampade alogene). È possibile infine osservare che l'adozione di lampade con sensore di presenza integrato all'interno del **kit intermedio**, permette comporta una **riduzione dei consumi** di energia elettrica **di circa il 2,2%** rispetto al kit base.

L'installazione del kit intermedio permetterebbe infine di ridurre le emissioni inquinanti di CO<sub>2</sub> delle seguenti quantità:

- Circa 600 kg nell'ipotesi della presenza di lampade alogene nell'edificio di riferimento;
- Circa 140 kg nell'ipotesi della presenza di lampade fluorescenti nell'edificio di riferimento;

Tali valori sono stati calcolati facendo riferimento ad opportuni coefficienti di conversione [9] e a partire dal risparmio di energia elettrica garantito dal kit.

## 4.3 Kit AVANZATO per il risparmio di energia elettrica

### 4.3.1 Composizione del kit avanzato per il risparmio di energia elettrica

La composizione del kit avanzato trae spunto dalla volontà di minimizzare al massimo grado possibile il consumo di energia elettrica dell'edificio di riferimento, rispetto alla sua configurazione iniziale, facendo ricorso ai dispositivi tecnologicamente più avanzati attualmente in vendita presso LeRoy Merlin. Per questo motivo il kit avanzato annovera parte dei dispositivi di quelli inferiori, in maniera tale da sfruttare le tecnologie più efficienti in merito all'illuminazione e l'azzeramento dei consumi in standby (rappresentate rispettivamente dalle lampade a LED con sensore di presenza e dalle prese elettriche digitali programmabili, entrambe già inserite all'interno del kit intermedio). Una volta agito a livello di riduzione dei consumi su queste categorie, l'adozione di un impianto fotovoltaico è stata ritenuta la misura più efficace per limitare ulteriormente il fabbisogno di energia elettrica dell'edificio. Infine, considerando la tipologia dell'abitazione e la presenza di 4 persone, si è fatto riferimento all'impianto con una potenza di picco di 3 kW. Quanto appena esposto trova conferma nell'elenco dei dispositivi riportato in Tabella 33 che rappresenta la composizione del kit avanzato.

Tabella 33 – dispositivi del kit avanzato per il risparmio di energia elettrica

Oggetto	CODICE PRODOTTO	Prezzo di vendita [€]	Link	TECNOLOGIA A RISPARMIO	Quantità	Totale parziale - Parziale di vendita [€]
Impianto fotovoltaico completo di inverter da 3 kW (varie potenze disponibili)	35861812	3990	<a href="https://www.leroymerlin.it/ricerca?q=fotovoltaico%20&amp;activeFilter=filterCategoryName%3DImpianto%2Bfotovoltaico">https://www.leroymerlin.it/ricerca?q=fotovoltaico%20&amp;activeFilter=filterCategoryName%3DImpianto%2Bfotovoltaico</a>	Pannello fotovoltaico - energia solare	1	3990
Lampadina a LED, attacco tipo E27, con sensore di movimento	35333424	10,99	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-sensor-light-e27-%253D75w-goccia-luce-calda-150-35333424-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-sensor-light-e27-%253D75w-goccia-luce-calda-150-35333424-p</a>	LED -sensore di presenza	12,00	131,88
Lampadina a LED, attacco tipo GU10	36279145	11,9	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-gu10-%253D80w-luce-naturale-36-36279145-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-gu10-%253D80w-luce-naturale-36-36279145-p</a>	LED	1,00	11,9
Lampadina a LED, attacco tipo E27	35577010	2,99	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-e27-%253D25w-sfera-luce-calda-300-35583184-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-e27-%253D25w-sfera-luce-calda-300-35583184-p</a>	LED	3,00	8,97
Lampadina a LED, attacco tipo E27	36245720	11,99	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-e27-%253D100w-goccia-luce-calda-360-35905016-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-e27-%253D100w-goccia-luce-calda-360-35905016-p</a>	LED	8,00	95,92
Lampadina a LED, attacco tipo E14	36279726	5,99	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-e14-%253D40w-oliva-luce-calda-300-36279726-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-e14-%253D40w-oliva-luce-calda-300-36279726-p</a>	LED	5,00	29,95
Lampadina a LED, attacco tipo GU10	35905345	3,99	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-gu10-%253D35w-luce-calda-100-35905345-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-gu10-%253D35w-luce-calda-100-35905345-p</a>	LED	2,00	7,98
Lampadina a LED, attacco tipo E27	35576996	2,49	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-e27-%253D60w-goccia-luce-calda-150-35576996-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-e27-%253D60w-goccia-luce-calda-150-35576996-p</a>	LED	3,00	7,47
Lampadina a LED, attacco tipo E27	35577493	14,99	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-e27-%253D120w-goccia-luce-calda-150-35296086-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/lampadina-led-lexman-e27-%253D120w-goccia-luce-calda-150-35296086-p</a>	LED	7,00	104,93
Presa elettrica programmabile digitale	35920563	11,9	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/1-presa-programmabile-digitale-evology-35920563-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/1-presa-programmabile-digitale-evology-35920563-p</a>	Azzeramento consumi in standby	5,00	59,5
<b>SPESA TOTALE PER IL KIT avanzato applicato all'edificio di riferimento</b>	<b>€ 4'448,50</b>					

Il **costo di investimento** associato al kit avanzato (applicato all'edificio di riferimento) è dunque pari a circa **4448 €<sup>3</sup>**.

<sup>3</sup> Prezzo rilevato al netto di sconti e/o promozioni, in data 05/05/2018

#### 4.3.2 Costo di installazione del kit avanzato per il risparmio di energia elettrica

Tra i dispositivi che compongono il kit avanzato per il risparmio di energia elettrica, elencati in Tabella 33, l'impianto fotovoltaico necessita di adeguato supporto tecnico per l'installazione, ed è pertanto opportuno tener conto del costo supplementare per la sua posa in opera e successiva messa in funzione. Per quantificare l'ammontare di tali costi, poiché per determinare la produzione dell'impianto si è fatto riferimento alle condizioni climatiche della città di Torino, sono state considerate le opportune voci di costo riportate sul prezzario della Regione Piemonte. Alla luce di quanto dichiarato, il costo finale per l'installazione del kit avanzato ammonta a circa 3090 €, come riportato nella tabella sottostante.

Tabella 34 – costo di installazione del kit avanzato per il risparmio di energia elettrica

Descrizione	Codice	U.M	Euro	Quantità	Spesa [€]
Struttura metallica di sostegno per moduli fotovoltaici a struttura rigida; per impianti parzialmente integrati e complanari alla falda	03.P14.A17	m <sup>2</sup>	28	24	666
Posa in opera di inverter per impianti fotovoltaici monofase o trifase per impianti connessi in rete o in isola incluso il fissaggio a parete, collegamenti elettrici ai circuiti continuo e alternato e messa in funzione	03.A13.A03.005	cad	264	1	264
Posa in opera di moduli fotovoltaici a struttura rigida in silicio cristallino o amorfo, su struttura di sostegno modulare costituita da profilati in alluminio o acciaio, incluso cablaggio, escluso il nolo di cestello o altra attrezzatura per il trasporto su copertura	03.A13.A01.010	m <sup>2</sup>	90	24	2160
				<b>Totale [€]</b>	3090

#### 4.3.3 Stima del risparmio conseguibile tramite il kit avanzato per l'energia elettrica

Poiché nel kit avanzato è presente un impianto fotovoltaico, per poter quantificare con una precisione apprezzabile i possibili risparmi, è essenziale fare riferimento ad un profilo di consumo di energia elettrica (che tenga conto di tutti i dispositivi che assorbono energia dalla rete) e alla sua distribuzione nel tempo. A tal proposito, per conferire ai risultati una valenza quanto più generale possibile si è fatto uso dei risultati di studi già compiuti [3]- [11], adottando la medesima ripartizione dei consumi in condizioni iniziali (precedenti l'applicazione del kit) [11], riportata in Figura 18.

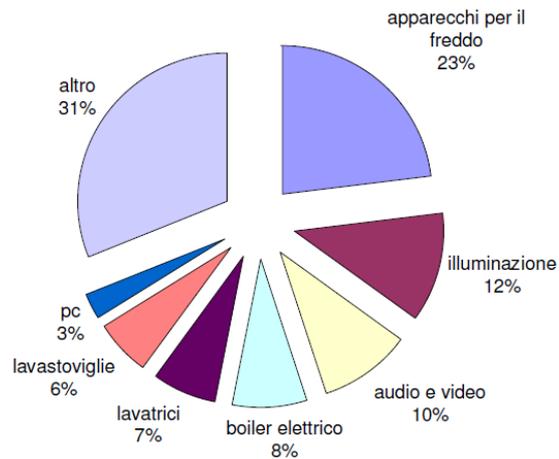


Figura 18 – disaggregazione dei consumi elettrici per usi finali, secondo lo studio dell'università dell'Insubria

Secondo lo studio condotto dall'Università dell'Insubria [11], il consumo medio di energia elettrica relativo ad un campione considerato rappresentativo a livello nazionale e riferito alla superficie corrispondente delle abitazioni, è pari a 30 kWh/m<sup>2</sup>. Pertanto, rapportando tale valore all'effettiva superficie dell'edificio di riferimento, in condizioni iniziali, si è ottenuto un **consumo di energia elettrica di circa 4469 kWh**, cui corrisponde una spesa di circa **1122 €** (comprensiva di IVA), calcolata a partire dalla tariffa monoraria e tenendo conto delle attuali imposte. La quota del suddetto fabbisogno di energia elettrica, imputabile all'illuminazione, trova perfetta corrispondenza con il valore impiegato per le valutazioni precedenti nell'ipotesi di edificio dotato di lampade fluorescenti (in condizione iniziale).

Sempre facendo riferimento alla letteratura consultata [3], è stato possibile costruire un profilo temporale della curva di carico elettrico (rappresentata in rosso in Figura 19), indicativo, anche in questo caso, del consumo medio di un campione ritenuto rappresentativo a livello nazionale [3] e rapportato, ancora una volta, alla reale superficie dell'abitazione in esame.

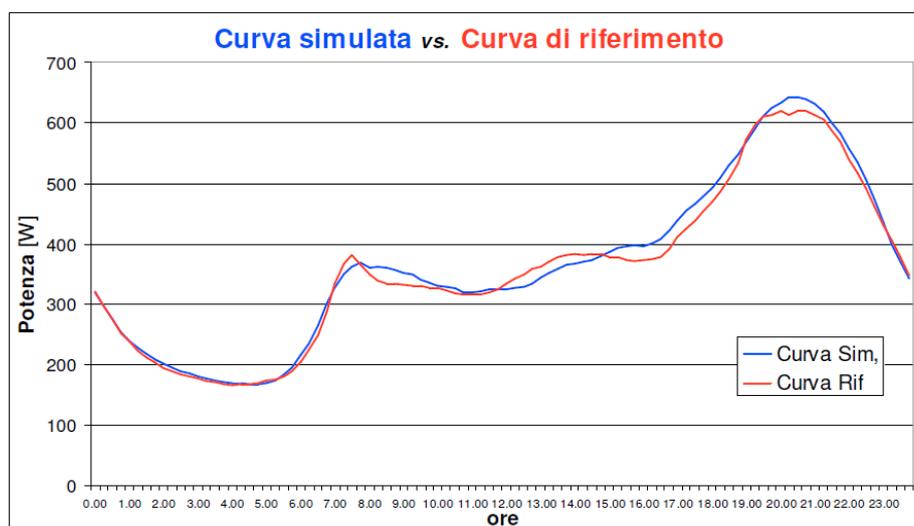


Figura 19 – in rosso il profilo utilizzato relativamente alla curva di carico elettrico per l'edificio

Stante la validità delle assunzioni di cui sopra, è stato infine possibile stimare i risparmi conseguibili, sia in termini economici che energetici. Per valutare la riduzione dei consumi dovuti all'impiego dell'impianto fotovoltaico, si è fatto uso di un software di simulazione energetica dinamica (TRNSYS), all'interno del quale sono state specificate le caratteristiche dei pannelli e dell'inverter (i componenti fondamentali di un impianto fotovoltaico), entrambe derivate dalle schede tecniche reperite sul portale online di LeRoy Merlin. Inoltre, i valori così calcolati sono da riferire alle seguenti condizioni:

- esposizione a sud dei pannelli che risultano essere inclinati di 18° gradi, ovvero la pendenza della falda di copertura;
- località geografica: Torino;
- impianto fotovoltaico connesso in rete: allorché si verifichi un surplus della produzione di energia elettrica, questa viene reimmessa nella rete nazionale;
- potenza di picco dell'impianto: 3 kW;

Per la stima del risparmio economico conseguibile si è tenuto conto dello sconto annuale che il GSE riconosce per la quantità di energia elettrica prodotta tramite impianto fotovoltaico e reimmessa in rete quando non direttamente utilizzata. In particolare, questo è stato determinato in accordo con le linee guida emanata dallo stesso ente [12].

In definitiva quindi, secondo i risultati ottenuti, l'installazione del kit avanzato comporterebbe una **riduzione del fabbisogno di energia elettrica pari a 1953,80 kWh** all'anno, corrispondente a una percentuale di **poco inferiore al 44%** (43,7 % per l'esattezza, rispetto alle condizioni iniziali), e a una riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> di circa 850 kg (valore calcolato seguendo la medesima procedura impiegata nel caso del kit base e intermedio e secondo il coefficiente proposto da [9]).

Da un punto di vista economico invece, tenuto conto di quanto esposto in precedenza, il risparmio si attesterebbe attorno **al 50%**, ovvero circa **561,3 €**.

Condizioni iniziali		Applicazione KIT AVANZATO			
Consumo di energia elettrica [kWh/anno]	Spesa annuale [€/anno]	Consumo di energia elettrica [kWh/anno]	Autoconsumo impianto FV [kWh/anno]	Energia reimmessa in rete [kWh/anno]	Spesa annuale [€/anno]
4469,80	1122,50	2516,02	1447,88	1301,75	561,17
<b>Stima dei risparmi economici ed energetici conseguibili</b>					
Costo di investimento per il KIT AVANZATO (acquisto e inst.) [€]	Simple Payback Period [anni]	Risparmio energetico [kWh/anno]	Risparmio annuale [%]	Risparmio economico [€/anno]	Risparmio annuale [%]
7538	13,4	1953,78	43,71%	561,33	50,01%
<b>CO<sub>2</sub> non immessa in ambiente [kg]</b>					
846,4					

## 4.4 Tabella riepilogativa dei kit per il risparmio di energia elettrica

	Composizione dei KIT			Kit BASE	
	Livello base	Livello intermedio	Livello avanzato		
KIT per il risparmio di energia elettrica	Lampade a LED	Lampade a LED	Impianto fotovoltaico connesso in rete, completo di inverter - potenza di picco 3kW		
	Multipresa con interruttore	Lampade a LED con sensore di presenza incorporato	Lampade a LED		
	-	Prese elettriche programmabili digitali	Lampade a LED con sensore di presenza incorporato		
	-	-	Prese elettriche programmabili digitali		
	Costo di investimento (acquisto e installazione)				NON necessita di supporto tecnico per installazione
		Livello base	Livello intermedio	Livello avanzato	Kit INTERMEDIO
		[€]	[€]	[€]	
		326,5	458,50	7538	
	Risparmi energetici conseguibili *				
		Livello base	Livello intermedio	Livello avanzato	
	Edificio con lampade ALOGENE	Edificio con lampade ALOGENE	Risparmio valutato sulla base di un profilo di consumo di energia elettrica standardizzato **		
	[kWh/anno]	[kWh/anno]			
	1215,07	1219,16			
	% risparmio rispetto a condizione iniziale	% risparmio rispetto a condizione iniziale			
	86,89%	87,18%			
Edificio con lampade FLUORESCENTI	Edificio con lampade FLUORESCENTI				
[kWh/anno]	[kWh/anno]	[kWh/anno]			
314,18	318,26	1953,80			
% risparmio rispetto a condizione iniziale	% risparmio rispetto a condizione iniziale	% risparmio rispetto a condizione iniziale			
63,15%	63,97%	43,7%			
Risparmi economici conseguibili				NON necessita di supporto tecnico per installazione	
	Livello base	Livello intermedio	Livello avanzato	Kit AVANZATO	
Edificio con lampade ALOGENE	Edificio con lampade ALOGENE	Risparmio valutato tenendo conto dello sconto per effetto del contributo in conto scambio a conguaglio su base annua ***			
[€/anno]	[€/anno]				
305,14	306,17				
% risparmio rispetto a condizione iniziale	% risparmio rispetto a condizione iniziale				
86,89%	87,18%				
Edificio con lampade FLUORESCENTI	Edificio con lampade FLUORESCENTI				
[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]			
78,90	79,93	561,33			
% risparmio rispetto a condizione iniziale	% risparmio rispetto a condizione iniziale	% risparmio rispetto a condizione iniziale			
63,15%	63,97%	50,7%			
Payback period					
	Livello base	Livello intermedio	Livello avanzato		
Edificio con lampade ALOGENE	Edificio con lampade ALOGENE	-			
[anni]	[anni]				
1,07	1,50				
Edificio con lampade FLUORESCENTI	Edificio con lampade FLUORESCENTI				
[anni]	[anni]	[anni]			
4,14	5,74	13,43			
Necessita di supporto tecnico per installazione					

\* Per i kit di livello BASE e INTERMEDIO, i risparmi sono stati valutati unicamente sul fabbisogno per illuminazione considerando però l'aumento dei consumi in standby di alcune delle apparecchiature elettriche domestiche

\*\* S. Maggiore, «Impatto su comportamenti e consumi delle famiglie di un sistema di prezzi biorari dell'energia elettrica,» RSE, Milano, 2010

\*\*\* GSE, «SERVIZIO DI SCAMBIO SUL POSTO, Regole Tecniche - Edizione III», 2016

## 5 KIT per il risparmio di acqua

Per limitare il consumo di acqua in ambito domestico, al di là dell'adozione di un comportamento virtuoso volto a limitarne gli sprechi, è possibile intervenire essenzialmente su due ambiti, ovvero:

- la riduzione della portata richiesta dalle utenze utilizzatrici;
- lo sfruttamento dell'acqua piovana per gli usi che non richiedono quella potabile;

Ecco quindi che, tra i dispositivi in vendita presso LeRoy Merlin, sono stati selezionati quelli che possono intervenire proprio su questi aspetti, avendo cura di articolare e organizzare la composizione dei vari kit in base al grado tecnologico dei medesimi, come risulterà evidente nei capitoli successivi.

### 5.1 Kit BASE per il risparmio di acqua

#### 5.1.1 Composizione del kit base per il risparmio di acqua

Il livello base del kit ipotizzato per il risparmio di acqua consta prevalentemente di rompigetto, ovvero dispositivi che, mescolando l'aria con il getto di acqua in uscita dal rubinetto, consentono di ridurre la portata del dispositivo di erogazione. Si tratta di oggetti molto semplici che consentono tuttavia di ridurre il consumo dell'acqua (richiedendo al contempo una spesa contenuta), e la cui installazione è consigliabile in tutti i rubinetti di un'abitazione. Per quanto riguarda le docce invece, il kit prevede la sostituzione del tradizionale soffione con un saliscendi dotato di riduttore di portata, che svolge una funzione analoga a quella del rompigetto.

In buona sostanza, gli elementi componenti il kit sono quelli riportati nella Tabella 35.

Tabella 35 – elementi componenti il kit base per il risparmio di acqua

Oggetto	CODICE PRODOTTO	Prezzo di vendita [€]	Link	TECNOLOGIA A RISPARMIO	Quantità	Totale parziale [€]
Kit Rompigetto per lavabo e bidet	36217916	1,69	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/rompigetto-per-lavabo-equation-cromo-36217916-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/rompigetto-per-lavabo-equation-cromo-36217916-p</a>	Rompigetto	8	13,52
Saliscendi doccia con riduttore di portata	34982920	60	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/saliscendi-doccia-grohe-vitalio-start-34982920-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/saliscendi-doccia-grohe-vitalio-start-34982920-p</a>	Rompigetto	2	120
<b>Spesa totale per IL KIT BASE - prezzo di vendita [€]</b>	<b>€ 133,52</b>					

Ovviamente, il numero dei dispositivi componenti il kit deriva dalle considerazioni espresse nel paragrafo 3.2.3.

In definitiva quindi, la spesa complessiva per il kit base ammonta a **133,52 €<sup>4</sup>** (sulla base dei prezzi di vendita degli articoli ricavati dal portale online dedicato di LeRoy Merlin). Di seguito si riportano a titolo esemplificativo alcune immagini rappresentative degli elementi che compongono il kit.



*Figura 20 –rompigetto da applicare ai rubinetti (a sinistra) e saliscendi doccia a ridotto consumo di acqua (a destra)*

Sulla base della consultazione della documentazione tecnica contenuta sul sito di LeRoy Merlin, è stato possibile definire la portata caratteristica del saliscendi doccia che è pari a 7/9 litri al minuto. Dunque, per la stima dei consumi si è fatto riferimento ad un valore medio di 8 litri al minuto. Invece, in assenza di indicazioni tecniche specifiche in merito alla riduzione di portata imputabile ai rompigetto, per la valutazione del risparmio conseguibile si è fatto riferimento ai valori contenuti nella norma UNI/PdR 13.1:2015, secondo cui la percentuale di risparmio di acqua ottenibile tramite l'installazione di rompigetto è il 10% (Tabella B.5.2.a – UNI PdR/13.1:2015).

### 5.1.2 Costo di installazione del kit base per il risparmio di acqua

I dispositivi che compongono il kit base per l'acqua, riportati in Tabella 35, non necessitano di supporto tecnico per la loro installazione che può essere eseguita direttamente dagli stessi acquirenti. Pertanto, per il suddetto kit non sono previsti costi aggiuntivi per la messa in opera.

<sup>4</sup> Prezzo rilevato al netto di sconti e/o promozioni, in data 05/05/2018

### 5.1.3 Stima del risparmio conseguibile tramite il kit base per l'acqua

Fermo restando la validità delle assunzioni di cui al paragrafo 3.2.3 circa il numero e la frequenza di utilizzo degli apparecchi idraulici, è stato possibile elaborare una stima del risparmio di acqua che si conseguirebbe installando i dispositivi del kit base. Il risparmio è stato calcolato sia in termini di riduzione della domanda di acqua che in termini economici applicando la medesima tariffa impiegata per il calcolo della spesa dell'edificio di riferimento, in condizioni iniziali.

I risultati ottenuti vengono riportati nelle sottostanti. In particolar modo, la Tabella 36 evidenzia la riduzione dei consumi a seguito dell'installazione dei dispositivi per il risparmio.

Tabella 36 – stima del consumo di acqua dell'edificio a seguito dell'installazione del kit base

Dispositivo	Portata effettiva [l/min]	Portata con dispositivi risparmio [l/min]	Flusso giornaliero [(l/gg)/pp]	Consumo settimanale di acqua senza dispositivi [l/sett]	Consumo settimanale di acqua con dispositivi [l/sett]	Consumo annuale di acqua senza dispositivi [m <sup>3</sup> /anno]	Consumo annuale di acqua con dispositivi [m <sup>3</sup> /anno]	Spesa annuale per acqua - edificio di riferimento [€/anno]
Lavandino/Lavabo	12	10.8	24.55	687.34	<b>618.61</b>	35.74	<b>32.17</b>	<b>491.92</b>
WC	12	-	43.84	1227.40	<b>1227.40</b>	63.82	<b>63.82</b>	Spesa annuale per acqua con kit base [€/anno]
Doccia	14	8	63.12	1767.45	<b>1009.97</b>	91.91	<b>52.52</b>	<b>409.13</b>
Altri usi	-	-	43.84	1227.40	<b>1227.40</b>	63.82	<b>63.82</b>	
	fonte: Manuale di impianti idrotermosanitari	fonte: LeRoy Merlin e UNI_pdr-13 1:2016	consumo di acqua pro-capite (4 pp) [l/(gg*pp)]	175.34	<b>145.83</b>	TOTALE [m <sup>3</sup> /anno]		
						<b>255.30</b>	<b>212.34</b>	

Il consumo di acqua quindi passerebbe da **255 a circa 212 m<sup>3</sup> all'anno**, garantendo pertanto una riduzione dei consumi di circa il 17% (si veda la Tabella 37). Inoltre, è stato quantificato anche il risparmio in termini economici, applicando nuovamente il prezzo medio (a livello nazionale) per m<sup>3</sup> di acqua consumata. Alla riduzione dei consumi corrisponderebbe una diminuzione della spesa quantificabile in una cifra di poco superiore agli **82 € annuali** (82,78 € per l'esattezza).

Tabella 37 – quantificazione dei risparmi dovuti all'installazione del kit base per l'acqua nel caso dell'edificio di riferimento

Risparmio di acqua [m <sup>3</sup> /anno]	Risparmio rompigitto [m <sup>3</sup> /anno]	Risparmio [%]	Risparmio [€/anno]	Risparmio rompigitto [€/anno]	Risparmio [%]
		3.57		1%	
	Risparmio saliscendi doccia [m <sup>3</sup> /anno]	Risparmio [%]		Risparmio saliscendi doccia [€/anno]	Risparmio [%]
<b>42.96</b>	39.39	15%	<b>82.78</b>	75.90	15%
<b>17%</b>			<b>17%</b>		

Infine, confrontando la spesa da sostenere per l'acquisto del kit base con il risparmio conseguibile dall'installazione del medesimo (in termini economici) è possibile affermare, in forma preliminare, che il tempo di ritorno dell'investimento è di poco superiore ad un anno, come riportato nella Tabella 38.

Tabella 38 – stima semplificata del payback period per il kit base per il risparmio di acqua

Spesa annuale per acqua - edificio di riferimento [€/anno]	Risparmio di acqua KIT BASE [m <sup>3</sup> /anno]	Risparmio di acqua KIT BASE [€/anno]	Prezzo di acquisto KIT BASE - [€]	Payback period [anni]
<b>491.92</b>	<b>42.96</b>	<b>82.78</b>	<b>133.52</b>	<b>1.61</b>

## 5.2 Kit INTERMEDIO per il risparmio di acqua

### 5.2.1 Composizione del kit intermedio per il risparmio di acqua

Poiché il kit intermedio per il risparmio di acqua rappresenta un'evoluzione di quello base, si è ritenuto opportuno che fosse comprensivo di dispositivi in grado di ridurre il consumo (laddove possibile) di tutti gli apparecchi presenti nell'edificio di riferimento. Pertanto, oltre a comprendere elementi già presenti nel kit base o la loro alternativa migliore in termini prestazionali (nel caso specifico un rompigitto dotato di filtro a ridotto consumo di acqua), il kit intermedio è stato dotato di cassette WC a ridotta capacità.

In buona sostanza, gli elementi componenti il kit sono quelli riportati nella Tabella 39.

Tabella 39 – dispositivi componenti il kit intermedio per risparmio di acqua

Oggetto	CODICE PRODOTTO	Prezzo di vendita [€]	Link	TECNOLOGIA A RISPARMIO	Quantità	Totale parziale [€]
cassetta WC esterna, a ridotto volume e doppio tasto	36323630	24,9	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/cassetta-wc-da-incasso-siamp-prima-doppio-tasto-36323630-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/cassetta-wc-da-incasso-siamp-prima-doppio-tasto-36323630-p</a>	Doppio tasto e funzione AcquaStop	3	74,7
Filtro per rompigetto	36244306	3,88	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/filtri-per-rompigetto-per-lavabo-bidet-equation-cromo-36244306-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/filtri-per-rompigetto-per-lavabo-bidet-equation-cromo-36244306-p</a>	Rompigetto	8	31,04
Rompigetto per lavabo	34202336	1,02	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/rompigetto-per-lavabo-bidet-cromo-34202336-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/rompigetto-per-lavabo-bidet-cromo-34202336-p</a>		8	8,16
Saliscendi doccia con riduttore di portata	34982920	60	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/saliscendi-doccia-grohe-vitalio-start-34982920-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/saliscendi-doccia-grohe-vitalio-start-34982920-p</a>	Rompigetto	2	120
<b>Spesa totale per il KIT INTERMEDIO - risparmio acqua</b>	<b>€ 233,90</b>					

Ovviamente, il numero dei dispositivi componenti il kit deriva dalle considerazioni espresse nel paragrafo 3.2.3.

In definitiva quindi, la spesa complessiva per il kit intermedio ammonta a **233,90 €<sup>5</sup>** (sulla base dei prezzi di vendita degli articoli ricavati dal portale online dedicato di LeRoy Merlin).

Di seguito si riportano a titolo esemplificativo alcune immagini rappresentative degli elementi che compongono il kit.



Figura 21 – dispositivi componenti il kit intermedio: vaschetta esterna WC a ridotto consumo di acqua (a sinistra), filtro per rompigetto (al centro) e saliscendi doccia (a destra)

<sup>5</sup> Prezzo rilevato al netto di sconti e/o promozioni, in data 05/05/2018

In assenza di documentazione tecnica di riferimento in relazione alla riduzione di portata del filtro per rompigitto, questa è stata derivata direttamente dal catalogo del produttore [13]. In particolare, poiché il filtro appartiene alla classe “Z” (secondo la classificazione riportata sul catalogo), la portata del dispositivo oscilla tra i 7,5 e i 9 litri al minuto. Pertanto, si è scelto di assumere un valore intermedio pari a 8 litri al minuto. La cassetta WC a ridotto consumo, essendo dotata di doppio tasto, è in grado di operare secondo due modalità differenti, cui competono, di conseguenza, diversi volumi di acqua impiegata: 3 oppure 6 litri. Al fine di rispecchiare un utilizzo quanto più possibile realistico del dispositivo (che implica l'utilizzo di entrambi i tasti), per la stima del risparmio, è stato considerato un volume di acqua intermedio, corrispondente a 4,5 litri. Infine, in relazione ai rimanenti dispositivi componenti il kit si ritiene valido quanto esposto nel capitolo

### 5.2.2 Costo di installazione del kit intermedio per il risparmio di acqua

Tra i dispositivi che compongono il kit intermedio per l'acqua, riportati in Tabella 39, la cassetta WC esterna necessita di supporto tecnico per l'installazione (che difficilmente potrà essere eseguita direttamente dagli stessi acquirenti). Pertanto, è opportuno tener conto del costo per la messa in opera, in aggiunta a quello di investimento per l'acquisto del kit. Per quantificare l'ammontare di tale costo, in maniera semplificata, si è fatto riferimento a quanto riportato dal Prezzario della regione Piemonte. In definitiva, il costo per l'installazione del kit intermedio per il risparmio di acqua ammonta a circa 158 €, come riportato in Tabella 40.

Tabella 40 – costo di installazione del kit intermedio per il risparmio di acqua

Descrizione	Codice	U.M	Euro	Quantità	Spesa [€]
P.O.Vaschetta di cacciata a cassetta o a zaino, di qualunque capacità, completa di accessori, alimentazione e scarico	01.A19.G10.190	cad	52,73	3	158,19

### 5.2.3 Stima del risparmio conseguibile tramite il kit intermedio per l'acqua

Fermo restando la validità delle assunzioni di cui al paragrafo 3.2.3 circa il numero e la frequenza di utilizzo degli apparecchi idraulici, è stato possibile elaborare una stima del risparmio di acqua conseguibile a seguito dell'installazione dei dispositivi del kit intermedio. Il risparmio è stato calcolato sia in termini di riduzione della domanda di acqua che in termini economici. I risultati ottenuti sono riportati in Tabella 41.

Tabella 41 - stima del consumo di acqua dell'edificio a seguito dell'installazione del kit intermedio

Dispositivo	Portata effettiva [l/min]	Portata con dispositivi risparmio [l/min]	Flusso giornaliero [(l/gg)/pp]	Consumo settimanale di acqua senza dispositivi [l/sett]	Consumo settimanale di acqua con dispositivi [l/sett]	Consumo annuale di acqua senza dispositivi [m <sup>3</sup> /anno]	Consumo annuale di acqua con dispositivi [m <sup>3</sup> /anno]	Spesa annuale per acqua - edificio di riferimento [€/anno]
Lavandino/Lavabo	12	8	24.54794521	687.34	<b>458.23</b>	35.74	<b>23.83</b>	<b>491.92</b>
WC	12	4.5	43.83561644	1227.40	<b>460.27</b>	63.82	<b>23.93</b>	Spesa annuale per acqua con kit intermedio [€/anno]
Doccia	14	8	63.12328767	1767.45	<b>1009.97</b>	91.91	<b>52.52</b>	<b>316.20</b>
Altri usi	-	-	43.83561644	1227.40	<b>1227.40</b>	63.82	<b>63.82</b>	
	fonte: Manuale di impianti idrotermosanitari	fonte: LeRoy Merlin e UNI_pdr-13_1:2016 e materiale SERENA	consumo di acqua pro-capite (4 pp) [l/(gg*pp)]	175.34	<b>112.71</b>	TOTALE [m <sup>3</sup> /anno]		
						<b>255.30</b>	<b>164.11</b>	
*fonte per quantificazione risparmio dei rompigetto/areatori: UNI_pdr_13_1:2016 e catalogo NEOPERL srl								
*fonte per quantificazione consumo pro-capite: ISTAT (2015); ripartizione del consumo pro-capite: UNI_pdr_13_1:2016								

L'installazione del kit consentirebbe quindi di ridurre il consumo di acqua da **255 a circa 164 m<sup>3</sup> all'anno** garantendo quindi un **risparmio di poco superiore al 35% e corrispondente a circa 91 m<sup>3</sup> annui**. In termini economici, il risparmio si attesterebbe attorno ai **175 € all'anno**. Valori più dettagliati sono riportati nella Tabella 42.

Tabella 42 - quantificazione dei risparmi ottenibili in seguito all'installazione del kit intermedio per l'acqua nel caso dell'edificio di riferimento

Risparmio di acqua [m <sup>3</sup> /anno]	Risparmio rompigetto [m <sup>3</sup> /anno]	Risparmio [%]	Risparmio [€/anno]	Risparmio rompigetto [€/anno]	Risparmio [%]
		11.91		4.7%	
Risparmio saliscendi doccia [m <sup>3</sup> /anno]	Risparmio saliscendi doccia [m <sup>3</sup> /anno]	Risparmio [%]	Risparmio [€/anno]	Risparmio saliscendi doccia [€/anno]	Risparmio [%]
		39.39		15.4%	
Risparmio cassetta WC [m <sup>3</sup> /anno]	Risparmio cassetta WC [m <sup>3</sup> /anno]	Risparmio [%]	Risparmio [€/anno]	Risparmio cassetta WC [€/anno]	Risparmio [%]
		39.89		15.6%	
<b>TOTALE</b>	<b>91.19</b>	<b>35.7%</b>	<b>TOTALE</b>	<b>175.71</b>	<b>35.7%</b>

Infine, volendo confrontare la spesa da sostenere per l'acquisto del kit con il risparmio conseguibile dall'installazione del medesimo (in termini economici) è possibile affermare, in forma preliminare, che il tempo di ritorno dell'investimento è appena superiore ad un anno, come riportato nella Tabella 43.

Tabella 43 - stima semplificata del payback period per il kit intermedio per il risparmio di acqua

Spesa annuale per acqua - edificio di riferimento [€/anno]	Spesa annuale per acqua con kit intermedio [€/anno]	Risparmio di acqua KIT INTERMEDIO - [m <sup>3</sup> /anno]	Risparmio di acqua KIT INTERMEDIO [€/anno]	Costo di investimento (acquisto e installazione) [€]	Simple Payback period [anni]
<b>491,92</b>	<b>316,20</b>	<b>91,19</b>	<b>175,71</b>	<b>392,09</b>	<b>2,23</b>

### 5.3 Kit AVANZATO per il risparmio di acqua

#### 5.3.1 Composizione del kit avanzato per il risparmio di acqua

La composizione del kit avanzato nasce dalla volontà di ridurre al minimo il consumo di acqua ascrivibile ad un edificio, facendo ricorso ai dispositivi tecnologicamente più avanzati (in vendita sul portale dedicato del sito di LeRoy Merlin) e da cui è possibile ottenere il massimo risparmio. Ciononostante, anche il kit più avanzato non può prescindere dagli elementi componenti i kit inferiori, in quanto utili per ridurre il consumo *indoor* di acqua. Ecco quindi che anche il kit avanzato sarà dotato sia di filtri per rompigitto che di rubinetti temporizzati a infrarosso (in grado di ridurre significativamente i consumi), miscelatori con cartuccia a doppio scatto e rompigitto per le docce, e vaschette WC a ridotta capacità (laddove possibile, è stata scelta l'alternativa più prestazionale del singolo elemento). In aggiunta a tutto ciò, si è pensato di dotare il kit di una serie di dispositivi in grado di limitare i consumi di acqua *outdoor* dovuti all'irrigazione del verde; intuitivamente, la strategia più semplice consiste nel recupero delle acque meteoriche e nella predisposizione di un impianto di irrigazione in grado di sfruttare l'acqua altrimenti dispersa. Nello specifico quindi, tra i dispositivi del kit avanzato, figurano anche:

- serbatoio di raccolta di acqua piovana da interrare, della capacità di 2000 litri;
- irrigatore dinamico con programmatore a 4 zone abbinato a sensore di pioggia;

La tabella sottostante (Tabella 44) riporta in maniera dettagliata i dispositivi componenti il kit avanzato.

Tabella 44 – dispositivi componenti il kit avanzato per il risparmio di acqua

Oggetto	CODICE PRODOTTO	Prezzo di vendita [€]	Link	TECNOLOGIA A RISPARMIO	Quantità	Totale parziale [€]
Miscelatore lavabo temporizzato a infrarossi	34722870	119	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/miscelatore-lavabo-temporizzato-espace-cromato-34722870-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/miscelatore-lavabo-temporizzato-espace-cromato-34722870-p</a>	rilevatore a infrarossi per erogazione portata	3	357
Filtro per rompigitto	36244306	3,88	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/filtri-per-rompigitto-per-lavabo-bidet-equation-cromo-36244306-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/filtri-per-rompigitto-per-lavabo-bidet-equation-cromo-36244306-p</a>	Rompigitto	5	19,4
Rompigitto per lavabo	34202336	1,02	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/rompigitto-per-lavabo-bidet-cromo-34202336-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/rompigitto-per-lavabo-bidet-cromo-34202336-p</a>	Rompigitto	5	5,1
miscelatore monocomando da incasso a ridotto consumo di acqua	34578971	69,9	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/miscelatore-incasso-doccia-swift-cromato-34578971-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/miscelatore-incasso-doccia-swift-cromato-34578971-p</a>	rompigitto a risparmio d'acqua	2	139,8
cassetta WC a volume ridotto e doppio comando, da incasso	33884011	129,5	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/cassetta-wc-da-incasso-errepierre-kangoo-renova-doppio-tasto-33884011-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/cassetta-wc-da-incasso-errepierre-kangoo-renova-doppio-tasto-33884011-p</a>	Doppio tasto	3	388,5
Serbatoio per raccolta acque piovane, 2000 l (diversi volumi disponibili)	35816494	242	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/serbatoio-orizzontale-5000-l-35816522-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/serbatoio-orizzontale-5000-l-35816522-p</a>	raccolta acqua piovana	1	242
irrigatore dinamico (da interrare)	35607614	17	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/irrigatore-da-interrare-dinamico-rain-k5-select-35607614-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/irrigatore-da-interrare-dinamico-rain-k5-select-35607614-p</a>	possibilità di variare la portata	1	17
programmatore per irrigazione, a 4 zone, collegabile al sensore pioggia	35412881	87	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/programmatore-a-rubinetto-a-4-zone-geolia-e-drip4-35412881-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/programmatore-a-rubinetto-a-4-zone-geolia-e-drip4-35412881-p</a>	sensori pioggia	1	87
sensori pioggia	35481495	21,5	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/sensore-di-pioggia-geolia-geoms-35481495-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/sensore-di-pioggia-geolia-geoms-35481495-p</a>	-	1	21,5
<b>Spesa totale per il KIT AVANZATO - risparmio acqua</b>	<b>€ 1'277,30</b>					

In definitiva quindi, la spesa complessiva per il kit avanzato ammonta a **1277,30 €<sup>6</sup>** (sulla base dei prezzi di vendita degli articoli ricavati dal portale online dedicato di LeRoy Merlin).

Di seguito si riportano a titolo esemplificativo alcune immagini rappresentative degli elementi che compongono il kit.

<sup>6</sup> Prezzo rilevato al netto di sconti e/o promozioni, in data 05/05/2018



Figura 22 – alcuni dei dispositivi componenti il kit avanzato: rubinetto temporizzato a infrarossi (a sinistra), miscelatore doccia a risparmio d'acqua (al centro) e cassetta WC a volume ridotto e doppio tasto (a destra)



Figura 23 – alcuni dei dispositivi componenti il kit avanzato: cisterna per raccolta acqua piovana da 2000 litri (a sinistra), irrigatore dinamico (al centro) e programmatore per irrigazione a 4 zone (a destra)

Per quanto riguarda le caratteristiche tecniche, in relazione ai dispositivi inclusi anche nei kit inferiori (vale a dire i filtri per rompigitto), è da considerarsi valido quanto già espresso nei capitoli precedenti. Anche in questo caso, la cassetta WC a ridotto consumo (nonostante sia diversa da quella selezionata per il kit intermedio), essendo dotata di doppio tasto, è in grado di operare secondo due modalità differenti, cui competono, di conseguenza, diversi volumi di acqua impiegata: 3 oppure 6 litri. Al fine di rispecchiare un utilizzo quanto più possibile realistico del dispositivo (che implica l'utilizzo di entrambi i tasti), per la stima del risparmio, è stato considerato un volume di acqua intermedio, corrispondente a 4,5 litri. La scelta dei rubinetti temporizzati trova giustificazione nel fatto che, tramite l'elevato grado di tecnologia che adottano, consentono di ridurre al minimo gli sprechi d'acqua negli ambienti in cui sono installati, anche in virtù della loro ridotta portata d'acqua (appena 6 litri al minuto, secondo la documentazione tecnica reperita sul sito di LeRoy Merlin). Tuttavia, in considerazione dell'utilizzo che generalmente ne viene fatto in ambito domestico, si è ritenuta ragionevole l'ipotesi di installare i rubinetti temporizzati esclusivamente nei bagni (per un totale complessivo di 3 elementi), con l'intento peraltro di contenere i costi del kit avanzato. Di conseguenza, i rimanenti rubinetti sarebbero dotati dei filtri per rompigitto già inclusi nel kit intermedio.

### 5.3.2 Costo di installazione del kit avanzato per il risparmio di acqua

Tra i dispositivi che compongono il kit avanzato per l'acqua, riportati in Tabella 44, la cassetta WC esterna e i miscelatori temporizzati a infrarosso, nonché la cisterna per la raccolta di acqua piovana, necessitano di supporto tecnico per l'installazione (che difficilmente potrà essere eseguita direttamente dagli stessi acquirenti). Pertanto, in aggiunta a quello di investimento per l'acquisto del kit, è opportuno tener conto del costo per la sua messa in opera. Per quantificare l'ammontare di tale costo si è fatto riferimento, a titolo esemplificativo, alle voci opportune riportate nel Prezzario della regione Piemonte oppure laddove in assenza di una voce specifica, alla percentuale di incidenza della manodopera per la singola lavorazione (anche da ricerche di mercato).

In definitiva, il costo per l'installazione del kit avanzato per il risparmio di acqua ammonta a circa 800 €, come riportato in Tabella 45.

Tabella 45 – costo di installazione del kit avanzato per il risparmio di acqua

Descrizione	Codice	U.M	Euro	Quantità	Spesa [€]
Sostituzione di apparecchiature igieniche simili esclusi vasi alla turca ed orinatoi a parete, comprendente lo smontaggio di sifoni, rubinetti, mensole, ecc, compensando a parte le nuove apparecchiature ed accessori, escluse le eventuali opere murarie occorrenti; Lavabi, lavelli, vasi all'inglese, bidet, orinatoi tipo sospesi, boiler litri 80/100	01.A19.E50.005	cad	98,87	3	197,74
Posa in opera di miscelatore temporizzato a infrarossi per lavabo	ricerca di mercato	inc. % *	357	3	174,93
Posa in opera di miscelatore monocomando per doccia a ridotto consumo di acqua	01.A19.G10.110	inc. %	140	2	134,59
Posa in opera di serbatoio di accumulo per acqua piovana in polietilene da interrare, comprensiva di chiusini d'ispezione. La posa comprende scavo, sistemazione e livellamento del sottofondo dello scavo, posizionamento vasca, collegamento tubazione di carico da pluviale, collegamento tubazione di mandata e collegamento tubazione di troppo pieno alla fogna. Inclusa la posa di filtro interrato. Capacità: 2000 litri	03.A17.A02.010	cad	295	1	295,17
				<b>Totale [€]</b>	<b>802,43</b>

\*[http://www.provincia.fi.it/fileadmin/assets/APPALTI\\_e\\_CONTRATTI/L548/QUADRO\\_INCIDENZA\\_MANODOPERA\\_P.254.pdf](http://www.provincia.fi.it/fileadmin/assets/APPALTI_e_CONTRATTI/L548/QUADRO_INCIDENZA_MANODOPERA_P.254.pdf)

### 5.3.3 Stima dei risparmi conseguibili tramite il kit avanzato

Considerata la composizione del kit avanzato che include dispositivi per il recupero delle acque meteoriche abbinate ad un impianto di irrigazione programmabile nell'intento di ridurre il consumo di acqua per usi *outdoor*, per poter stimare il risparmio conseguibile dall'installazione del kit, è stato opportuno ipotizzare la superficie verde che necessita di irrigazione. Anche in questo frangente, al

fine di conferire una validità quanto più possibile generale ai dati che seguono, si è fatto riferimento a valori statistici. In particolare, secondo quanto riportato dalle statistiche ISTAT, a livello nazionale e relativamente all'anno 2016, la superficie media di verde per abitante ammonta a 31 m<sup>2</sup>. Ipotizzando la presenza di 4 persone nell'edificio di riferimento, di conseguenza, la presunta superficie verde associata all'edificio avrebbe un'estensione di circa 120 m<sup>2</sup>. Il fabbisogno idrico per l'irrigazione di un m<sup>2</sup> di area verde standard, in base a quanto indicato nella norma UNI/PdR 13.1:2015, è pari a 0,3 m<sup>3</sup> di acqua per m<sup>2</sup> di superficie. In definitiva quindi, il fabbisogno da coprire ammonterebbe a poco meno di 40 m<sup>3</sup> all'anno (37,4). Per poter avere la certezza di coprire questo fabbisogno facendo uso unicamente delle acque meteoriche, è opportuno stimare anche la quantità di acqua recuperabile tramite i pluviali della copertura. Dalla consultazione delle statistiche ISTAT relative alla piovosità media annuale sul suolo Nazionale, che si riferiscono al decennio 2000-2009, è emerso che tale valore si attesta a 763 litri per m<sup>2</sup>. Tenuto conto dell'effettiva superficie captante della copertura, e di una serie di altri parametri da cui dipende il volume massimo cumulabile di acqua, è stato verificato che la quantità di acqua meteorica recuperabile è effettivamente e ragionevolmente superiore al fabbisogno richiesto.

Pertanto, ai consumi di acqua dell'edificio di riferimento, così come calcolati nel capitolo 3.2.4, è stato aggiunto il fabbisogno per irrigazione del verde (determinato in base alle assunzioni di cui sopra). Dopo aver esposto le dovute premesse, è dunque ora possibile riportare la tabella contenente la stima del risparmio di acqua conseguibile a seguito dell'installazione del kit avanzato – Tabella 46.

Tabella 46 – stima del consumo di acqua dell'edificio in seguito all'installazione del kit avanzato

Dispositivo	Portata effettiva [l/min]	Portata con dispositivi risparmio [l/min]	Flusso giornaliero [(l/gg)/pp]	Consumo settimanale di acqua senza dispositivi [l/sett]	Consumo settimanale di acqua con dispositivi [l/sett]	Consumo annuale di acqua senza dispositivi [m <sup>3</sup> /anno]	Consumo annuale di acqua con dispositivi [m <sup>3</sup> /anno]	Spesa annuale per acqua - edificio di riferimento [€/anno]
Lavandino/Lavabo	12	7.25	24.55	687.34	<b>415.27</b>	35.74	<b>21.59</b>	<b>563.59</b>
WC	12	4.5	43.84	1227.40	<b>460.27</b>	63.82	<b>23.93</b>	<b>311.90</b>
Doccia	14	8	63.12	1767.45	<b>1009.97</b>	91.91	<b>52.52</b>	
Altri usi	-	-	43.84	1227.40	<b>1227.40</b>	63.82	<b>63.82</b>	
Irrigazione verde	-	-	-	-	-	37.20	<b>0.00</b>	
	fonte: Manuale di impianti idrotermosanitari	fonte: LeRoy Merlin e UNI_pdr-13_1:2016 e materiale SERENA	consumo di acqua pro-capite (4 pp) [(l/gg*pp)]	175.34	<b>111.18</b>	TOTALE [m <sup>3</sup> /anno]		
						<b>292.50</b>	<b>161.87</b>	
*portata dei lavandini: media pesata (numero complessivo) tra i 3 a infrarossi e i rimanenti con areatore+filtro								
*fonte per quantificazione risparmio dei rompigitto/areatori: UNI_pdr_13_1:2016								
*fonte per quantificazione consumo pro-capite: ISTAT (2015); ripartizione del consumo pro-capite: UNI_pdr_13_1:2016								
*fonte per quantificazione fabbisogno irrigazione VERDE: UNI_pdr_13_1:2016 (0,3 m <sup>3</sup> di acqua per m <sup>2</sup> )								
*fonte per piovosità media annuale: ISTAT (2000-2009; 763 mm/anno)								

L'installazione del kit consentirebbe quindi di ridurre il consumo di acqua da **292 a circa 162 m<sup>3</sup> all'anno** garantendo quindi un **risparmio di quasi il 45% e corrispondente a circa 131 m<sup>3</sup> annui**.

In termini economici, il risparmio si attesterebbe attorno ai **252 € all'anno**. La Tabella 47 riporta dati più dettagliati.

Tabella 47 - quantificazione dei risparmi ottenibili in seguito all'installazione del kit avanzato per l'acqua nel caso dell'edificio di riferimento

Risparmio di acqua [m <sup>3</sup> /anno]	Risparmio rompigetto [m <sup>3</sup> /anno]	Risparmio [%]	Risparmio [€/anno]	Risparmio rompigetto [€/anno]	Risparmio [%]
		14.15		4.84%	
	Risparmio saliscendi doccia [m <sup>3</sup> /anno]	Risparmio [%]		Risparmio saliscendi doccia [€/anno]	Risparmio [%]
	39.39	13.47%		75.90	13.47%
	Risparmio cassetta WC [m <sup>3</sup> /anno]	Risparmio [%]		Risparmio cassetta WC [€/anno]	Risparmio [%]
	39.89	13.64%		76.86	13.64%
	Risparmio cisterna raccolta acqua piovana [m <sup>3</sup> /anno]	Risparmio [%]		Risparmio cisterna raccolta acqua piovana [€/anno]	Risparmio [%]
	37.20	12.72%		71.68	12.72%
<b>TOTALE</b>	<b>130.63</b>	<b>45%</b>	<b>TOTALE</b>	<b>251.70</b>	<b>45%</b>

Infine, volendo confrontare la spesa da sostenere per l'acquisto del kit con il risparmio conseguibile dall'installazione del medesimo (in termini economici) è possibile affermare, in forma preliminare, che il tempo di ritorno dell'investimento è superiore a 8 anni, come riportato nella Tabella 48.

Tabella 48 - stima semplificata del payback period per il kit avanzato per il risparmio di acqua

Spesa annuale per acqua - edificio di riferimento [€/anno]	Spesa annuale per acqua con kit avanzato [€/anno]	Risparmio di acqua KIT AVANZATO [€/anno]	Costo di investimento (acquisto e installazione) [€]	Simple Payback period [anni]
<b>563,59</b>	<b>311,90</b>	<b>251,70</b>	<b>2079,73</b>	<b>8,26</b>

## 5.4 Tabella riepilogativa dei kit per il risparmio di acqua

	Composizione dei KIT			Kit BASE
	Livello base	Livello intermedio	Livello avanzato	
KIT per il risparmio di acqua	Kit rompigetto per lavabo/bidet e/o vasca	Rompigetto con filtro riduttore di portata per lavabo/bidet e/o vasca	Rompigetto con filtro riduttore di portata per lavabo/bidet e/o vasca	
	Saliscendi doccia con riduttore di portata	Saliscendi doccia con riduttore di portata	Miscelatore doccia monocomando a ridotto consumo di acqua	
	-	Cassetta WC a volume ridotto	Cassetta WC a volume ridotto	NON necessita di supporto tecnico per installazione
	-	-	Miscelatori temporizzati	
	-	-	Serbatoio per raccolta acqua piovana	kit INTERMEDIO
	-	-	Kit di irrigazione dinamico con sensore pioggia e programmatore	
	Costo di investimento (acquisto e installazione)			
		Livello base	Livello intermedio	Livello avanzato
		[€]	[€]	[€]
		133,52	392,09	2079,73
	Risparmio energetico conseguibile			
		Livello base	Livello intermedio	Livello avanzato
		[m <sup>3</sup> /anno]	[m <sup>3</sup> /anno]	[m <sup>3</sup> /anno]
		42,96	91,19	130,63
		% risparmio rispetto a condizione iniziale	% risparmio rispetto a condizione iniziale	% risparmio rispetto a condizione iniziale
		17%	36%	45%
	Risparmi economici conseguibili			
		Livello base	Livello intermedio	Livello avanzato
	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]	
	82,78	175,71	251,70	
	% risparmio rispetto a condizione iniziale	% risparmio rispetto a condizione iniziale	% risparmio rispetto a condizione iniziale	
	17%	36%	45%	
Simple Payback period				
	Livello base	Livello intermedio	Livello avanzato	
	[anni]	[anni]	[anni]	
	1,61	2,23	8,26	
	Necessita di supporto tecnico per installazione			

## 6 KIT per il risparmio di gas

In ambito residenziale, per diminuire il consumo di gas metano per riscaldamento e produzione di ACS, è possibile intervenire sui seguenti aspetti:

- il contenimento del fabbisogno di energia termica per riscaldamento dell'edificio, tramite la riduzione della trasmittanza termica sia dell'involucro edilizio opaco che di quello trasparente;
- l'adozione di generatori di energia termica ad elevata efficienza, con sistemi di accumulo che consentono lo sfruttamento di fonti energetiche rinnovabili;
- il controllo e la regolazione della potenza termica ceduta dai terminali di emissione all'ambiente in cui sono installati;

Pertanto, tra i dispositivi in vendita presso LeRoy Merlin sono stati selezionati proprio quelli che agiscono sui punti menzionati sopra, come risulta evidente dalla composizione dei kit, nei diversi livelli ipotizzati.

### 6.1 Kit BASE per il risparmio di gas

#### 6.1.1 Composizione del kit base per il risparmio di gas

Il livello base del kit ipotizzato per il risparmio gas consta essenzialmente di valvole termostatiche manuali e pannelli termo-riflettenti per radiatori. Tali dispositivi sono stati selezionati nell'intento di garantire un apprezzabile risparmio energetico a fronte di un ridotto costo di investimento iniziale. In effetti, tramite le valvole è possibile regolare in maniera efficace e indipendente la temperatura nei singoli ambienti (preimpostando un valore di set-point cui corrisponde una determinata apertura della valvola stessa) in maniera tale da evitare inutili sprechi, mentre per mezzo dei pannelli termo-riflettenti è possibile incrementare il rendimento di emissione dei radiatori.

Entrando più nel dettaglio, i dispositivi componenti il kit base sono riportati nella Tabella 49.

Tabella 49 – dispositivi componenti il kit base per il risparmio di gas

Oggetto	CODICE PRODOTTO	Prezzo di vendita [€]	Link	TECNOLOGIA A RISPARMIO	Quantità	Totale parziale [€]
Kit valvola termostatica a squadra, 1/2"	34983403	18,9	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/kit-valvola-termostatica-a-squadra-1-2%2522-34983403-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/kit-valvola-termostatica-a-squadra-1-2%2522-34983403-p</a>	Possibilità di regolazione indipendente della temperatura	15	283,5
Pannello termoriflettente in EPS con grafite, per radiatori	36615411	13,5	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/rotolo-in-eps-con-grafite-neopor-termoriflettente-1-6-m-x-h-05-m-spessore-4-mm-36615411-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/rotolo-in-eps-con-grafite-neopor-termoriflettente-1-6-m-x-h-05-m-spessore-4-mm-36615411-p</a>	Pannello termoriflettente	3	40,5
<b>Spesa totale per IL KIT BASE - prezzo di vendita [€]</b>	<b>324</b>					

In definitiva quindi, la spesa complessiva per il kit base ammonta a **324 €<sup>7</sup>** (sulla base dei prezzi di vendita degli articoli ricavati dal portale online dedicato di LeRoy Merlin). Il numero dei dispositivi (di cui si riportano, a titolo esemplificativo, alcune immagini) è stato determinato sulla base delle considerazioni espresse nel capitolo 3.2.5.



Figura 24 – valvola termostatica manuale (a sinistra) e pannello termoriflettente per radiatori (a destra)

<sup>7</sup> Prezzo rilevato al netto si sconti e/o promozioni, in data 05/05/2018

### 6.1.2 Costo di installazione del kit base per il risparmio di gas naturale

Tra i dispositivi del kit base per il risparmio di gas naturale (elencati in Tabella 49) le valvole termostatiche necessitano di un supporto tecnico per l'installazione. Pertanto, oltre al costo d'acquisto del kit è opportuno tenere conto anche del costo per la sua installazione. A tal proposito, sulla base dei risultati di un'indagine statistica con valenza nazionale e risalente al 2016 (fonte: <https://www.ediltecnico.it/37973/valvole-termostatiche-obbligatorie-i-prezzi-in-italia/>), è stato assunto il valore di 78 € per valvola. In definitiva quindi il costo di installazione ammonterebbe a circa 1170 €, come mostrato in Tabella 50.

Tabella 50 – costo di installazione del kit base per il risparmio di gas naturale

Descrizione	Codice	U.M	Euro	Quantità	Spesa [€]
Installazione di valvole termostatiche per radiatori	ricerca di mercato	cad	78	15	1170

### 6.1.3 Stima dei risparmi conseguibili tramite il kit base per il risparmio di gas

I risparmi conseguibili tramite l'installazione dei dispositivi facenti parte del kit base sono stati determinati per mezzo di un software di simulazione energetica dinamica (TRNSYS) all'interno del quale è stato modellato l'edificio di riferimento, sulla base delle caratteristiche e delle assunzioni introdotte al capitolo 3.1. Come sempre, i risparmi sono stati calcolati sia dal punto di vista energetico che economico e sono riportati in Tabella 51.

Si è detto che i risparmi derivanti dall'applicazione del kit sono stati valutati tramite un software di simulazione energetica che opera in regime dinamico, simulando la performance energetica dell'edificio influenzata dal funzionamento dei dispositivi. In particolar modo, il rotolo in EPS termoriflettente permette di diminuire la trasmittanza termica della porzione di parete su cui è applicato del 12% circa, riducendola da 1,25 a 1,09 W/m<sup>2</sup>K, e incrementare al contempo il rendimento di emissione dei radiatori dell'1%. Per quantificare la riduzione dei consumi dovuta all'applicazione delle valvole termostatiche è stato calcolato l'eccesso di potenza termica immessa in ambiente dai radiatori in corrispondenza del superamento della temperatura interna di set point (20°C ± 0,5°C, secondo la sensibilità delle valvole termostatiche) a impianto funzionante, nell'ipotesi di un intervallo di accensione (dell'impianto) pari a 14 ore (limite previsto per la zona climatica E in cui ricade la città di Torino) e in assenza di un controllo della temperatura. La potenza termica immessa in ambiente è stata assunta pari al carico termico di progetto, così come determinato nel

capitolo, 3.2.5. Inoltre è stato considerato anche il fabbisogno energetico per la produzione di ACS, secondo la procedura prevista dalla normativa vigente (UNI TS 11300-II).

Infine, tenendo conto di quanto esposto sino ad ora e dei rendimenti dei componenti dell'impianto termico, illustrati in Figura 3, è stato possibile stimare il consumo di gas naturale occorrente per soddisfare il fabbisogno energetico dell'edificio dotato del kit, simulando il funzionamento dell'impianto termico per tutta la durata della stagione di riscaldamento grazie al modello realizzato in TRNSYS (in cui sono state implementate le condizioni elencate al paragrafo 3.2.6). I risultati così ottenuti sono riportati nella Tabella 51.

Tabella 51 – stima dei risparmi energetici ed economici conseguibili a seguito dell'installazione del kit base per il risparmio di gas

Applicazione del KIT BASE		
Rendimento di generazione - $\eta_{H,gn}$ [-] - TABULA	Rendimento di distribuzione - $\eta_{H,d}$ [-] - TABULA	Rendimento di emissione - $\eta_{H,e}$ [-] - UNI TS 11300-2
0,82	0,89	0,90645
Consumo di gas metano per riscaldamento e produzione ACS - [m <sup>3</sup> ]	Spesa per riscaldamento e produzione ACS con gas metano - [€]	Spesa per riscaldamento e produzione ACS con gas metano (con IVA) - [€]
6268,99	3716,25	4533,83
Risparmio [m <sup>3</sup> /anno]	Risparmio [€/anno]	Risparmio (con IVA) [€/anno]
1352,89	802,00	978,44
17,8%	17,8%	17,8%
CO <sub>2</sub> non immessa in ambiente [kg]	Costo di investimento (acquisto e installazione) [€]	Calcolo del simple payback period [anni]
2594,95	1494	1,20

In termini energetici, **il risparmio annuale** di gas è stato stimato in circa **1352 m<sup>3</sup>**, per effetto di una riduzione del fabbisogno di energia termica di poco superiore al 18% (circa 84 kWh/m<sup>2</sup>) nell'ipotesi di un corretto funzionamento delle valvole termostatiche impostate alla temperatura di 20 °C in tutti i locali riscaldati. In termini economici il risparmio corrisponderebbe ad una somma **di circa 978 € annuali**, ovvero il 17,8% rispetto alle condizioni iniziali. La Tabella 51 riporta infine una stima (espressa in kg) della riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, a seguito dell'installazione del kit, calcolata a partire dal risparmio di gas naturale applicando opportuni coefficienti di conversione [14].

## 6.2 Kit INTERMEDIO per il risparmio di gas

### 6.2.1 Composizione del kit intermedio per il risparmio di gas

Poiché il kit intermedio per il risparmio di gas rappresenta un'evoluzione di quello base, si è ritenuto opportuno mantenere tutti i dispositivi già presenti nel kit inferiore salvo sostituirli, ove possibile, con una versione tecnologicamente più avanzata e/o efficiente. Ecco quindi che al posto delle valvole termostatiche manuali sono state selezionate delle testine termostatiche digitali con la possibilità di una programmazione settimanale, mentre si sono ugualmente mantenuti i rotoli termoriflettenti da applicare ai radiatori. In aggiunta, il kit intermedio, sulla base delle assunzioni di cui al capitolo 3.1, prevede l'installazione di serramenti in abete e vetrocamera a ridotta trasmittanza termica (e dunque energeticamente più efficienti di quelli di partenza). I dispositivi componenti il kit sono riportati in Tabella 52.

Tabella 52 - dispositivi componenti il kit intermedio per il risparmio di gas

Oggetto	CODICE PRODOTTO	Prezzo di vendita [€]	Link	TECNOLOGIA A RISPARMIO	Quantità	Totale parziale [€]
Testa termostatica elettronica	34450143	29,5	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/testa-termostatica-elettronica-ttd101-34450143-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/testa-termostatica-elettronica-ttd101-34450143-p</a>	Programmazione settimanale; funzione antigelo	15	442,5
Pannello termoriflettente in EPS con grafite, per radiatori	36615411	13,5	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/rotolo-in-eps-con-grafite-neopor-termoriflettente-l-6-m-x-h-05-m-spessore-4-mm-36615411-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/rotolo-in-eps-con-grafite-neopor-termoriflettente-l-6-m-x-h-05-m-spessore-4-mm-36615411-p</a>	Pannello termoriflettente	3	40,5
Serramenti con telaio in abete, vetrocamera con doppia lastra di vetro trattata, di classe energetica "C" - 60 x 120 cm - varie misure disponibili	34411230	150,59	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/finestra-abete-l-60-x-h-120-cm-dx-34411230-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/finestra-abete-l-60-x-h-120-cm-dx-34411230-p</a>	Trasmittanza termica del serramento ridotta rispetto alle classi inferiori	4	602,36
Serramenti con telaio in abete, vetrocamera con doppia lastra di vetro trattata, di classe energetica "C" - 60 x 120 cm - varie misure disponibili	34411265	164,9	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/finestra-abete-l-60-x-h-120-cm-dx-34411230-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/finestra-abete-l-60-x-h-120-cm-dx-34411230-p</a>	Trasmittanza termica del serramento ridotta rispetto alle classi inferiori	1	164,9
Serramenti con telaio in abete, vetrocamera con doppia lastra di vetro trattata, di classe energetica "C" - 60 x 120 cm - varie misure disponibili	34411286	249,9	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/finestra-abete-l-60-x-h-120-cm-dx-34411230-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/finestra-abete-l-60-x-h-120-cm-dx-34411230-p</a>	Trasmittanza termica del serramento ridotta rispetto alle classi inferiori	7	1749,3
Serramenti con telaio in abete, vetrocamera con doppia lastra di vetro trattata, di classe energetica "C" - 60 x 120 cm - varie misure disponibili	34411321	474	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/finestra-abete-l-60-x-h-120-cm-dx-34411230-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/finestra-abete-l-60-x-h-120-cm-dx-34411230-p</a>	Trasmittanza termica del serramento ridotta rispetto alle classi inferiori	3	1422
<b>Spesa totale per IL KIT INTERMEDIO- prezzo di vendita [€]</b>	<b>4421,56</b>					

In definitiva quindi, il **costo di investimento** richiesto per il kit intermedio ammonta a **4221,56 €<sup>8</sup>**. Di seguito si riportano, a titolo esemplificativo, alcune immagini rappresentative dei dispositivi componenti il kit.



Figura 25 – alcuni dei dispositivi che compongono il kit intermedio: serramento in abete (a sinistra), testina termostatica digitale (al centro) e pannello termo-riflettente per radiatori (a destra)

### 6.2.2 Costo di installazione del kit intermedio per il risparmio di gas naturale

Tra i dispositivi del kit base per il risparmio di gas naturale (elencati in Tabella 52) le valvole termostatiche necessitano di un supporto tecnico per l'installazione. Poiché tuttavia, il costo di installazione non dipende dalla tipologia di valvola (differente rispetto a quella del kit base) è stato mantenuto il valore riportato nel paragrafo 6.1.2, pari a 1170 €.

In aggiunta il kit intermedio prevede la sostituzione dei serramenti. L'ammontare della spesa necessaria alla sostituzione è stato calcolato sulla base del numero di serramenti dell'appartamento e sulle opportune voci di costo del Prezzario della regione Piemonte (selezionato, si ribadisce, a titolo esemplificativo).

In definitiva quindi, il costo di installazione, riportato in Tabella 53, ammonterebbe a 2050 € circa.

<sup>8</sup> Prezzo rilevato al netto di sconti e/o promozioni, in data 05/05/2018

Tabella 53 – costo di installazione del kit intermedio per il risparmio di gas naturale

Descrizione	Codice	U.M	Euro	Quantità	Spesa [€]
Installazione di valvole termostatiche per radiatori	ricerca di mercato	cad	78	15	1170
Posa in opera di serramenti esterni, finestre e portefinestre, completi di vetrata isolante e sistema telaio in legno, in legno/alluminio o in legno/pvc/alluminio	01.A17.L00.005	m <sup>2</sup>	40,32	22	881
				<b>Totale [€]</b>	2051

### 6.2.3 Stima dei risparmi conseguibili tramite il kit intermedio per il risparmio di gas

Anche nel caso del kit intermedio i potenziali risparmi di gas naturale sono stati calcolati sfruttando il modello dell'edificio appositamente creato in TRNSYS, software in grado di simularne la performance energetica in regime dinamico. Poiché tra i dispositivi del kit intermedio sono presenti alcuni di quelli del kit base, è da ritenersi valido quanto già esposto nel paragrafo 6.1.3 in merito alla riduzione della trasmittanza termica della parete su cui è applicato il rotolo termoriflettente e a come è stata valutata la diminuzione dei consumi per effetto della presenza delle valvole termostatiche.

I serramenti inclusi nel kit intermedio permettono di ridurre la trasmittanza termica dei serramenti dell'edificio di riferimento a 1,55 W/m<sup>2</sup>K da rispettivamente 3,20 W/m<sup>2</sup>K, nel caso di doppio vetro.

Dopo aver quindi aggiornato il modello dell'edificio in TRNSYS sulla base delle modifiche apportate dai dispositivi componenti il kit, è stato simulato il funzionamento dell'impianto termico per l'intera durata della stagione di riscaldamento (facendo riferimento, come sempre alle condizioni climatiche della città di Torino, e ai rendimenti impiantistici riportati in Figura 3) in maniera tale da calcolare il volume di gas naturale necessario a soddisfare il fabbisogno energetico dell'edificio nella configurazione comprendente il kit. I risultati ottenuti sono riportati in Tabella 54.

Tabella 54 - stima dei risparmi energetici ed economici conseguibili a seguito dell'installazione del kit intermedio per il risparmio di gas

Applicazione del KIT INTERMEDIO		
Rendimento di generazione - $\eta_{H,gn}$ [-] - TABULA	Rendimento di distribuzione - $\eta_{H,d}$ [-] - TABULA	Rendimento di emissione - $\eta_{H,e}$ [-] - UNI TS 11300-2
0,82	0,89	0,90645
Consumo di gas metano per riscaldamento e produzione ACS - [m <sup>3</sup> ]	Spesa per riscaldamento e produzione ACS con gas metano - [€]	Spesa per riscaldamento e produzione ACS con gas metano (con IVA) [€]
6100,08	3616,12	4411,67
Risparmio [m <sup>3</sup> /anno]	Risparmio [€/anno]	Risparmio (con IVA) [€/anno]
1521,80	902,13	1100,60
20,0%	20,0%	20,0%
CO <sub>2</sub> non immessa in ambiente [kg]	Costo di investimento (acquisto e installazione) [€]	Calcolo del simple payback period [anni]
2918,93	6472	5,88

In termini energetici, l'incremento di risparmio rispetto al kit base (20% contro il 17,8%) è dovuto sostanzialmente al maggior isolamento termico offerto dai serramenti in abete e vetrocamera, poiché le testine termostatiche digitali offrono un potenziale risparmio sostanzialmente in linea con quelle manuali. In conclusione quindi, il kit intermedio permetterebbe di diminuire il fabbisogno di **gas naturale di circa 1521 m<sup>3</sup>**. In termini economici il risparmio si attesterebbe a circa **1100 € annuali** (-20% circa rispetto alle condizioni iniziali). La Tabella 54 riporta inoltre il tempo di ritorno dell'investimento (simple payback period) che, valutando il costo d'acquisto e installazione, sarebbe pari a 5,88 anni. A partire infine dal valore così calcolato relativo al risparmio di gas naturale e applicando opportuni coefficienti di conversione [14], è stato possibile quantificare anche il risparmio in termini di riduzione delle emissioni inquinanti di CO<sub>2</sub>: il valore ricavato è presentato nella medesima tabella.

## 6.3 Kit AVANZATO per il risparmio di gas

### 6.3.1 Composizione del kit avanzato per il risparmio di gas

Il kit avanzato è stato ideato con l'intento di agire su ciascuno degli aspetti elencati nel capitolo 6. Anche in questo caso, alcuni dei dispositivi dei kit inferiori sono stati mantenuti (ad esempio i pannelli termo-riflettenti) o sostituiti dalla versione tecnologicamente più avanzata ed efficiente, come nel caso delle testine termostatiche digitali che sono state rimpiazzate da valvole termostatiche digitali controllabili da remoto e programmabili. Allo stesso modo, i serramenti in abete previsti con il kit intermedio sono stati sostituiti con serramenti in PVC e vetrocamera a trasmittanza ulteriormente ridotta (che rispettano peraltro prescrizioni previste dal DM 26/06/2015 in caso di efficientamento energetico degli edifici esistenti). Sempre con l'intento di agire a livello della prestazione dell'involucro edilizio, tra i dispositivi del kit avanzato, sono stati inseriti anche dei pannelli in EPS per l'isolamento termico. A tal proposito, considerata la complessità di natura tecnica e la dispendiosità economica delle operazioni richieste per la realizzazione di un cappotto esterno (nel caso dell'edificio monofamiliare di riferimento), è stata ritenuta più ragionevole e al contempo verosimile l'ipotesi di utilizzare i pannelli di isolamento solo sull'ultimo solaio piano prima della copertura. La posa dei pannelli in questa posizione presenta infatti una semplicità di realizzazione assai maggiore. Anche in questo caso lo spessore e il numero dei pannelli sono stati determinati in maniera tale da rispettare i limiti previsti dal DM 26/06/2015 in materia di riqualificazione energetica degli edifici esistenti. Infine, volendo intervenire anche a livello impiantistico, tra i dispositivi del kit avanzato sono presenti anche una caldaia a condensazione (la tipologia attualmente più efficiente sul mercato) e un impianto solare termico a circolazione forzata, composto da due pannelli e un bollitore da 300 litri, che risulta adatto a soddisfare in maniera più che sufficiente (60% circa) il fabbisogno di acqua calda di 4 persone, secondo la vigente legislazione nazionale.

In conclusione, i dispositivi facenti parte del kit avanzato, sono riportati in Tabella 55.

Tabella 55 - dispositivi componenti il kit avanzato per il risparmio di gas

Oggetto	CODICE PRODOTTO	Prezzo di vendita [€]	Link	TECNOLOGIA A RISPARMIO	Quantità	Totale parziale [€]
Kit valvole termostatiche intelligenti, controllabili da remoto	36502270	437	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/kit-valvola-termostatica-a-squadra-1-2%2522-34983403-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/kit-valvola-termostatica-a-squadra-1-2%2522-34983403-p</a>	Possibilità di regolazione indipendente della temperatura	15	1227
Pannello termoriflettente in EPS con grafite, per radiatori	36615411	13,5	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/rotolo-in-eps-con-grafite-neopor-termoriflettente-l-6-m-x-h-05-m-spessore-4-mm-36615411-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/rotolo-in-eps-con-grafite-neopor-termoriflettente-l-6-m-x-h-05-m-spessore-4-mm-36615411-p</a>	Pannello termoriflettente	3	40,5
Kit solare termico a circolazione forzata	35144550	2090	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/impianto-solare-termico-a-circolazione-forzata-costruzioni-solari-itasol-300-35144550-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/impianto-solare-termico-a-circolazione-forzata-costruzioni-solari-itasol-300-35144550-p</a>	Indicato per la produzione di ACS per 4/5 persone	1	2090
Pannelli rigidi per isolamento termico del solaio di copertura	36615551	7,8	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/pannello-isolante-in-polistirene-estruso-dibisol-fortlan-l-125-m-x-h-06-m-spessore-80-mm-36615551-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/pannello-isolante-in-polistirene-estruso-dibisol-fortlan-l-125-m-x-h-06-m-spessore-80-mm-36615551-p</a>	Elevato isolamento termico		1560
Caldaia a condensazione per riscaldamento e produzione ACS a integrazione solare termico	36330042	1990	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/caldaia-a-condensazione-bosch-condens-gc7000i-w-24-bc-24-kw-a-metano-36330042-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/caldaia-a-condensazione-bosch-condens-gc7000i-w-24-bc-24-kw-a-metano-36330042-p</a>	Caldaia a condensazione	1	1990
Serramenti con telaio in PVC a 5 camere, vetrocamera con doppia lastra di vetro trattata, di classe energetica "B" - 100 x 120 cm - varie misure disponibili	36130472	109	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/finestra-pvc-bianco-l-80-x-h-140-cm-dx-36130563-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/finestra-pvc-bianco-l-80-x-h-140-cm-dx-36130563-p</a>	Trasmittanza termica del serramento ridotta rispetto alle classi inferiori	4	436
Serramenti con telaio in PVC a 5 camere, vetrocamera con doppia lastra di vetro trattata, di classe energetica "B" - 100 x 120 cm - varie misure disponibili	36130731	119	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/finestra-pvc-bianco-l-80-x-h-140-cm-dx-36130563-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/finestra-pvc-bianco-l-80-x-h-140-cm-dx-36130563-p</a>	Trasmittanza termica del serramento ridotta rispetto alle classi inferiori	1	119
Serramenti con telaio in PVC a 5 camere, vetrocamera con doppia lastra di vetro trattata, di classe energetica "B" - 100 x 120 cm - varie misure disponibili	36130752	179	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/finestra-pvc-bianco-l-80-x-h-140-cm-dx-36130563-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/finestra-pvc-bianco-l-80-x-h-140-cm-dx-36130563-p</a>	Trasmittanza termica del serramento ridotta rispetto alle classi inferiori	7	1253
Serramenti con telaio in PVC a 5 camere, vetrocamera con doppia lastra di vetro trattata, di classe energetica "B" - 100 x 120 cm - varie misure disponibili	36130346	349	<a href="https://www.leroymerlin.it/catalogo/finestra-pvc-bianco-l-80-x-h-140-cm-dx-36130563-p">https://www.leroymerlin.it/catalogo/finestra-pvc-bianco-l-80-x-h-140-cm-dx-36130563-p</a>	Trasmittanza termica del serramento ridotta rispetto alle classi inferiori	3	1047
<b>Spesa totale per IL KIT AVANZATO - prezzo di vendita [€]</b>	<b>9762,5</b>					

In definitiva quindi, il costo di investimento richiesto per il kit avanzato (in virtù delle considerazioni esposte in apertura del capitolo e delle considerazioni relative all'edificio riportate nel capitolo 3.1) ammonta a **9762,5 €<sup>9</sup>**.

<sup>9</sup> Prezzo rilevato al netto di sconti e/o promozioni, in data 05/05/2018

### 6.3.2 Costo di installazione del kit avanzato per il risparmio di gas naturale

Poiché il kit avanzato prevede il montaggio di serramenti e valvole termostatiche, in merito ai costi di installazione è da considerarsi valido quanto già esposto nel paragrafo 6.2.2 e in particolar modo nella Tabella 53. In aggiunta è necessario computare anche il costo da sostenere per l'installazione della caldaia a condensazione che, secondo quanto riportato sul prezzario consultato (Regione Piemonte) ammonterebbe a circa 320 €. Infine, essendo previsto il kit solare termico tra i dispositivi del kit, è opportuno considerar anche i relativi costi per la posa in opera. Pertanto, il costo di installazione per il kit avanzato sarebbe di poco superiore a 4270 € come risulta dalla Tabella 56.

Tabella 56 – costo di installazione del kit avanzato per il risparmio di gas naturale

Descrizione	Codice	U.M	Euro	Quantità	Spesa [€]
Installazione di valvole termostatiche per radiatori	ricerca di mercato	cad	78	15	1170
Posa in opera di serramenti esterni, finestre e portefinestre, completi di vetrata isolante e sistema telaio in legno, in legno/alluminio o in legno/pvc/alluminio	01.A17.L00.005	m <sup>2</sup>	40,32	22	881
Posa in opera stufe a gas di qualunque tipo marca e dimensioni; compreso messa a punto, taratura di regolazione, linee ed allacciamenti elettrici eventuali. data completa e funzionante	05.P76.A85.005	cad	317,34	1	317
Posa in opera di serbatoi accumulo per impianti a collettori solari, inclusi allacciamenti idraulici ai circuiti solare, caldaia e idrosanitario	03.A13.B05.005	cad	395,50	1	396
Posa in opera di collettori solari piani o sottovuoto, fluido termovettore acqua o aria su struttura di sostegno costituita da profilati in alluminio o acciaio, inclusi i collegamenti idraulici tra collettori e il fissaggio della struttura su copertura, escluso il nolo di cestello o altra attrezzatura per il trasporto su copertura	03.A13.B01.010	m <sup>2</sup>	79,76	4	322
Posa in opera di kit di pompaggio preassemblato per circuito solare forzato costituito da: circolatore + limitatore di portata + valvola di carico e scarico + valvola non ritorno + valvola di sicurezza + manometro + tutta la raccorderia idraulica completo di allacciamenti al circuito idraulico ed ogni altro onere accessorio per dare lavoro finito a regola d'arte	03.A13.B02	cad	197,75	1	198
Posa in opera di materiali per isolamento termico (lana di vetro o di roccia, polistirolo, poliuretano, materiali similari) sia in rotoli che in lastre di qualsiasi dimensione e spessore, compreso il carico, lo scarico, il trasporto e deposito a qualsiasi piano del fabbricato	01.A09.G50.005	m <sup>2</sup>	6,59	150	989
				<b>Totale [€]</b>	<b>4272</b>

### 6.3.3 Stima dei risparmi conseguibili tramite il kit avanzato per il risparmio di gas

Anche nel caso del kit avanzato i potenziali risparmi di gas naturale sono stati calcolati sfruttando il modello dell'edificio appositamente creato in TRNSYS, software in grado di simularne la performance energetica in regime dinamico. Poiché il kit avanzato riprende la maggioranza dei dispositivi contenuti nel kit intermedio (sebbene venga privilegiata, quando possibile, la migliore versione disponibile in vendita del singolo articolo), è da ritenere valido quanto già esposto nel paragrafo 6.2.3 con l'unica differenza che la trasmittanza termica dei serramenti del kit avanzato è ulteriormente inferiore e pari a  $1,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ . A differenza dei casi precedenti è stato necessario modificare alcuni dei rendimenti impiantistici poiché il kit avanzato prevede la sostituzione della caldaia esistente con una a condensazione. Pertanto il rendimento di generazione relativo alla produzione di energia termica e ACS sono stati incrementati a 0,93 e 0,90 (sulla base della documentazione tecnica reperita) rispetto ai valori di riferimento, contenuti nella tabella di Figura 3.

Inoltre, il risparmio conseguibile dall'installazione dell'impianto solare termico (utilizzato unicamente a integrazione dell'impianto termico esistente per la produzione di ACS) è stato calcolato con riferimento alle seguenti condizioni:

- esposizione ottimale per i collettori solari, ovvero a sud;
- inclinazione dei collettori pari alla pendenza della falda di copertura, ovvero  $18^\circ$ ;
- volume di accumulo da 300 litri;

Dopo aver quindi aggiornato il modello dell'edificio in TRNSYS sulla base delle modifiche apportate dai dispositivi componenti il kit è stato simulato il funzionamento dell'impianto termico per l'intera durata della stagione di riscaldamento (facendo riferimento, come sempre alle condizioni climatiche della città di Torino) in maniera tale da calcolare il volume di gas naturale necessario a soddisfare il fabbisogno energetico dell'edificio nella configurazione comprendente il kit. I risultati così ottenuti sono riportati in Tabella 57.

Come sempre, i risparmi sono stati calcolati sia dal punto di vista energetico che economico (applicando le medesime tariffe descritte al capitolo 3.2.6) e sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 57 – stima dei risparmi energetici ed economici conseguibili a seguito dell'installazione del kit intermedio per il risparmio di gas

Applicazione del KIT AVANZATO		
Rendimento di generazione - $\eta_{H,gn}$ [-] - scheda tecnica caldaia	Rendimento di distribuzione - $\eta_{H,d}$ [-] - TABULA	Rendimento di emissione - $\eta_{H,e}$ [-] - UNI TS 11300-2
0,93	0,89	0,90645
Consumo di gas metano per riscaldamento e produzione ACS - [m <sup>3</sup> ]	Spesa per riscaldamento e produzione ACS con gas metano - [€]	Spesa per riscaldamento e produzione ACS con gas metano (con IVA) - [€]
4154,73	2501,97	3052,40
Risparmio [m <sup>3</sup> /anno]	Risparmio [€/anno]	Risparmio (con IVA) [€/anno]
3467,15	2016,28	2459,86
45,5%	44,6%	44,6%
CO <sub>2</sub> non immessa in ambiente [kg]	Costo di investimento (acquisto e installazione) [€]	Calcolo del simple payback period [anni]
6650,27	14034	5,71

Come riscontrabile dai dati in tabella, il **risparmio annuale di gas metano** corrisponderebbe a poco meno di **3470 m<sup>3</sup>**, ovvero circa il 45% rispetto alla condizione iniziale. Altrettanto significativo, e dello stesso ordine di grandezza (in termini di percentuale) risulterebbe essere il **risparmio economico che ammonterebbe alla cifra di 2460 €** circa all'anno. Infine, valutando il costo di installazione e quello richiesto per l'acquisto del kit è possibile affermare che il tempo di ritorno dell'investimento sarebbe di poco inferiore ai 6 anni. Anche in questo caso, seguendo la medesima procedura applicata nel caso dei kit inferiori (vedi 6.2.3 e 6.1.3), è stata calcolata la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> per effetto dell'installazione del kit, rispetto alle condizioni iniziali.

## 6.4 Tabella riepilogativa dei kit per il risparmio di gas

	Composizione			Kit BASE	
	Livello base	Livello intermedio	Livello avanzato		
KIT per il risparmio di gas	Valvole termostatiche	Valvole termostatiche elettronica, con programmazione settimanale	Valvole termostatiche digitali intelligenti, programmabili e controllabili da remoto		
	Pannelli termoriflettenti in EPS con grafite	Pannelli termoriflettenti in EPS con grafite	Pannelli termoriflettenti in EPS con grafite		
	-	Serramenti in abete con vetrocamera - classe energetica "C"	Serramenti in PVC con vetrocamera - classe energetica "B"	Necessita di supporto tecnico per installazione *(limitatamente alle valvole termostatiche)	
	-	-	Kit solare termico a circolazione forzata	<b>Kit INTERMEDIO</b>	
	-	-	Pannelli per isolamento termico del solaio di copertura		
	-	-	Caldaia a gas a condensazione		
	<b>Costo di investimento (acquisto e installazione)</b>				
		<b>Livello base</b>	<b>Livello intermedio</b>	<b>Livello avanzato</b>	Necessita di supporto tecnico per installazione
		[€]	[€]	[€]	
		1494	6472	14034	
	<b>Risparmi energetici conseguibili</b>				<b>Kit AVANZATO</b>
		<b>Livello base</b>	<b>Livello intermedio</b>	<b>Livello avanzato</b>	
	[m <sup>3</sup> /anno]	[m <sup>3</sup> /anno]	[m <sup>3</sup> /anno]		
	1352,89	1521,80	3467,15		
	% risparmio rispetto a condizione iniziale	% risparmio rispetto a condizione iniziale	% risparmio rispetto a condizione iniziale		
	17,8%	20%	45%		
<b>Risparmi economici conseguibili</b>					
	<b>Livello base</b>	<b>Livello intermedio</b>	<b>Livello avanzato</b>		
	[€/anno]	[€/anno]	[€/anno]		
	978,44	1100,60	2459,86		
	% risparmio rispetto a condizione iniziale	% risparmio rispetto a condizione iniziale	% risparmio rispetto a condizione iniziale		
	17,8%	20%	45%		
<b>Simple Payback period</b>					
	<b>Livello base</b>	<b>Livello intermedio</b>	<b>Livello avanzato</b>		
	[anni]	[anni]	[anni]		
	1,53	5,88	5,71	Necessita di supporto tecnico per installazione	

## Bibliografia

- [1] E. Fabrizio, M. Filippi e P. Florio, «Il costo dell'energia come causa di povertà: il caso italiano e le ipotesi di lavoro per il contrasto alla povertà energetica,» Torino, 2016.
- [2] V. Corrado, I. Ballardini e S. P. Corgnati, «Building Typology Brochure - Italy, Fascicolo sulla Tipologia Edilizia Italiana,» Torino, 2014.
- [3] S. Maggiore, «Impatto su comportamenti e consumi delle famiglie di un sistema di prezzi biorari dell'energia elettrica,» RSE, Milano, 2012.
- [4] G. Rüdiger e H. Hofmann, Handbook of Lightning Design, Wiesbaden: ERCo Edition, 1992.
- [5] I. U. o. Coimbra, «Standby and Off-Mode Energy Losses in New Appliances Measured in Shops,» University of Coimbra , 2010.
- [6] ARERA , «Aggiornamento per il trimestre 1 Aprile-30 Giugno 2018, delle tabelle di comparazione relative ai prezzi di fornitura di energia elettrica e gas naturale,» 2018.
- [7] N. Zinna, Manuale degli impianti idrotermosanitari, Milano: Tecniche Nuove, 2004.
- [8] Isscon/Federconsumatori/Anea, «XV INDAGINE NAZIONALE A CAMPIONE SULLE TARIFFE 2016 DEL SISTEMA IDRICO INTEGRATO,» 2017.
- [9] T. C. CEN/TC 247, «Energy Performance of Buildings- Part 1: Impact of Building Automation, Controls and Building Management - Modules M10-4,5,6,7,8,9,10,» European Commission, 2016.
- [10] Schneider Electric , «Efficienza Energetica: impatto dell'automazione sulle prestazioni energetiche degli edifici,» STEZZANO (BG), 2016.
- [11] G. Ruggieri, ALCUNE NOTE SUI CONSUMI ELETTRICI NEL SETTORE DOMESTICO ITALIANO, Università dell'Insubria: DASS, 2008.
- [12] GSE, «SERVIZIO DI SCAMBIO SUL POSTO, Regole Tecniche,» 2016.
- [13] NPI Italia S.r.l, «Catalogo ITALIA 01,» PARIGI, Monza (MB), 2016.
- [14] Regione Emilia Romagna - Servizio Energia , «Indicazioni metodologiche per l'applicazione dei fattori di conversione al metodo di calcolo di cui alla DGR 967/2015 e alla DGR 1275/2015,» E-R Energia , 2015.

