



CERTIFICATI BIANCHI

Guida operativa

GUIDA OPERATIVA	3
ALLEGATI	6
ALLEGATO 1 – CHIARIMENTI OPERATIVI PER LA PRESENTAZIONE DEI PROGETTI	6
ALLEGATO 2 – GUIDE SETTORIALI	6
ALLEGATO 3 – INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA NON AMMISSIBILI	6
ALLEGATO 4 – CHIARIMENTI RELATIVI AGLI INTERVENTI DELLA TABELLA 1	6
ALLEGATO 5 – SCHEDE DI PROGETTO A CONSUNTIVO.....	6

GUIDA OPERATIVA

L'articolo 15 del D.M. 11 gennaio 2017, così come modificato dal D.M. 21 maggio 2021, dispone che il GSE, in collaborazione con ENEA e RSE, predisponga e sottoponga al Ministero della Transizione Ecologica una guida operativa (di seguito, Guida) per promuovere l'individuazione, la definizione e la presentazione di progetti.

La guida operativa deve riportare:

1. *“le informazioni utili alla predisposizione delle richieste di accesso agli incentivi”;*
2. *“la descrizione delle migliori tecnologie disponibili, tenendo in considerazione anche quelle identificate a livello europeo, delle potenzialità di risparmio in termini economici ed energetici derivanti dalla loro applicazione che fornisca indicazioni in merito all'individuazione del consumo di riferimento di cui all'art. 2, comma 1, lettera d)”;*
3. *“un elenco non esaustivo degli interventi di efficienza energetica che non rispettano i requisiti di cui all'articolo 6”;*
4. *“chiarimenti rispetto ai progetti indicati nella Tabella 1 dell'Allegato 2”;*
5. *“schede di progetto a consuntivo per progetti riguardanti sistemi di pompaggio, gruppi frigo, pompe di calore, impianti di produzione di energia termica, impianti di produzione di aria compressa, impianti di illuminazione e allaccio di nuove utenze a reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento efficienti”.*

La presente Guida, che modifica ed integra quella del Decreto Direttoriale del 30 aprile 2019 è suddivisa in cinque distinte parti.

1. La **prima parte** - Allegato 1 - *“Chiarimenti operativi per la presentazione dei progetti”*, integra e aggiorna l'Allegato 1 alla Guida Operativa pubblicata con il Decreto Direttoriale del 30 aprile 2019 ed ha lo scopo di fornire chiarimenti e supporto operativo per la presentazione dei progetti di efficienza energetica ai fini dell'accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi. Si precisa che le novità introdotte rispetto alla precedente Guida sono evidenziate puntualmente nel documento, come meglio chiarito nell'Allegato.
2. La **seconda parte** - Allegato 2 - *“Guide Settoriali”* è composta da 11 distinti allegati relativi a specifici settori produttivi e tecnologie, che forniscono indicazioni al fine di individuare:
 - a) gli interventi di efficienza energetica realizzabili in ciascun settore e riconducibili alle tipologie di intervento di cui alla Tabella 1 dell'Allegato 2;
 - b) i consumi di baseline, ovvero i valori di consumo di riferimento in caso di nuovi impianti, edifici o siti;
 - c) le variabili che influenzano il consumo energetico del progetto da realizzare, così come previsto dall'art. 2, comma 1, lettera t) del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.;
 - d) le modalità di calcolo dei risparmi di energia primaria addizionali generabili dal progetto da realizzare.

In particolare, i settori trattati nelle Guide Settoriali sono stati individuati dal GSE sulla base:

- a) della numerosità delle pratiche presentate al GSE e del volume dei risparmi generati per tipologia di comparto industriale;
- b) della conoscenza dei processi produttivi;
- c) della disponibilità e affidabilità dei dati di consumo energetico di baseline.

Di seguito i settori produttivi e le tecnologie trattate:

- 1. processo produttivo della ceramica;
- 2. processo produttivo del vetro;
- 3. processo di lavorazione delle materie plastiche;
- 4. processo produttivo della carta;
- 5. tecnologie per la produzione di energia termica e frigorifera;
- 6. il servizio idrico integrato;
- 7. il settore dei trasporti;
- 8. illuminazione pubblica per i progetti a consuntivo;
- 9. illuminazione privata per i progetti a consuntivo;
- 10. illuminazione pubblica a LED per i progetti standardizzati;
- 11. illuminazione privata a LED per i progetti standardizzati.

All'interno delle guide settoriali, oltre alle informazioni sopra indicate, è descritta la metodologia che è stata utilizzata ai fini dell'individuazione del consumo di riferimento. Si specifica che le prime sei Guide Settoriali sono state modificate rispetto a quelle pubblicate con il Decreto Direttoriale del 30 aprile 2019, esclusivamente con riferimento alle modifiche introdotte dal D.M. 21 maggio 2021 e le modifiche sono puntualmente riportate in blu nei documenti stessi; le ulteriori 5 Guide Settoriali sono di nuova pubblicazione.

- 3. La **terza parte** - Allegato 3 - "*Interventi di efficienza energetica non ammissibili*" fornisce un elenco non esaustivo degli interventi di efficienza energetica che non rispettano i requisiti di cui all'articolo 6 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii. Si specifica che il documento è stato modificato rispetto all'Allegato 3 pubblicato con il Decreto Direttoriale del 30 aprile 2019 esclusivamente con riferimento alle modifiche introdotte dal D.M. 21 maggio 2021.
- 4. La **quarta parte** – Allegato 4 – "*Chiarimenti relativi agli interventi della Tabella 1*", non presente tra gli Allegati alla Guida Operativa pubblicati con il Decreto Direttoriale del 30 aprile 2019, fornisce i chiarimenti rispetto ai progetti indicati nella Tabella 1 dell'Allegato 2 riguardanti:
 - a) la descrizione dell'intervento e l'indicazione del settore di applicazione;
 - b) l'identificazione e la descrizione delle migliori tecnologie disponibili tenendo in considerazione anche quelle identificate a livello europeo, con indicazione delle potenzialità di risparmio in termini economici ed energetici;
 - c) il programma di misura, le variabili operative, il consumo di baseline e l'algoritmo di calcolo dei risparmi di energia primaria generabili dal progetto.

5. La **quinta parte** – Allegato 5 – “*Schede di progetto a consuntivo*”, non presente tra gli Allegati alla Guida Operativa pubblicati con il Decreto Direttoriale del 30 aprile 2019, predispone, per gli interventi per i quali è possibile individuare degli algoritmi di calcolo dei risparmi energetici addizionali, le schede di progetto a consuntivo contenenti:

- a) l’elenco delle condizioni di ammissibilità da rispettare, compresi eventuali vincoli normativi;
- b) l’elenco della documentazione da trasmettere al GSE;
- c) l’elenco della documentazione minima da conservare in caso di controlli da parte del GSE;
- d) nel caso di nuovi progetti, ove possibile, il valore del consumo di riferimento;
- e) nel caso di interventi di sostituzione, le procedure per la definizione del consumo antecedente alla realizzazione del progetto;
- f) l’algoritmo di calcolo dei risparmi.

Di seguito si indicano le Schede di progetto a consuntivo predisposte:

- Scheda di progetto a consuntivo n. 1- Sostituzione di una pompa con una più efficiente;
- Scheda di progetto a consuntivo n. 2 – Installazione di gruppi frigoriferi elettrici a compressione condensati ad aria e ad acqua;
- Scheda di progetto a consuntivo n. 3 - Sostituzione di caldaie alimentate a combustibile fossile per la produzione di energia termica con Pompe di Calore
- Scheda di progetto a consuntivo n. 4 - Sostituzione di pompe di calore per la produzione di energia termica con pompe di calore;
- Scheda di progetto a consuntivo n. 5 – Impianti per la produzione di aria compressa;
- Scheda di progetto a consuntivo n. 6 – Sostituzione di sistemi per l’illuminazione pubblica;
- Scheda di progetto a consuntivo n. 7 – Sostituzione degli apparecchi di illuminazione con lampade a led;
- Scheda di progetto a consuntivo n. 8 – Allaccio di nuove utenze a reti di teleriscaldamento efficienti;
- Scheda di progetto a consuntivo n. 9 - Sostituzione di una caldaia con una a più alta efficienza.

ALLEGATI

Allegato 1 – Chiarimenti operativi per la presentazione dei progetti

Allegato 2 – Guide settoriali

Allegato 3 – Interventi di efficienza energetica non ammissibili

Allegato 4 – Chiarimenti relativi agli interventi della Tabella 1

Allegato 5 – Schede di progetto a consuntivo



CERTIFICATI BIANCHI
Allegato 1 alla Guida Operativa

Chiarimenti operativi per la presentazione dei progetti

INDICE

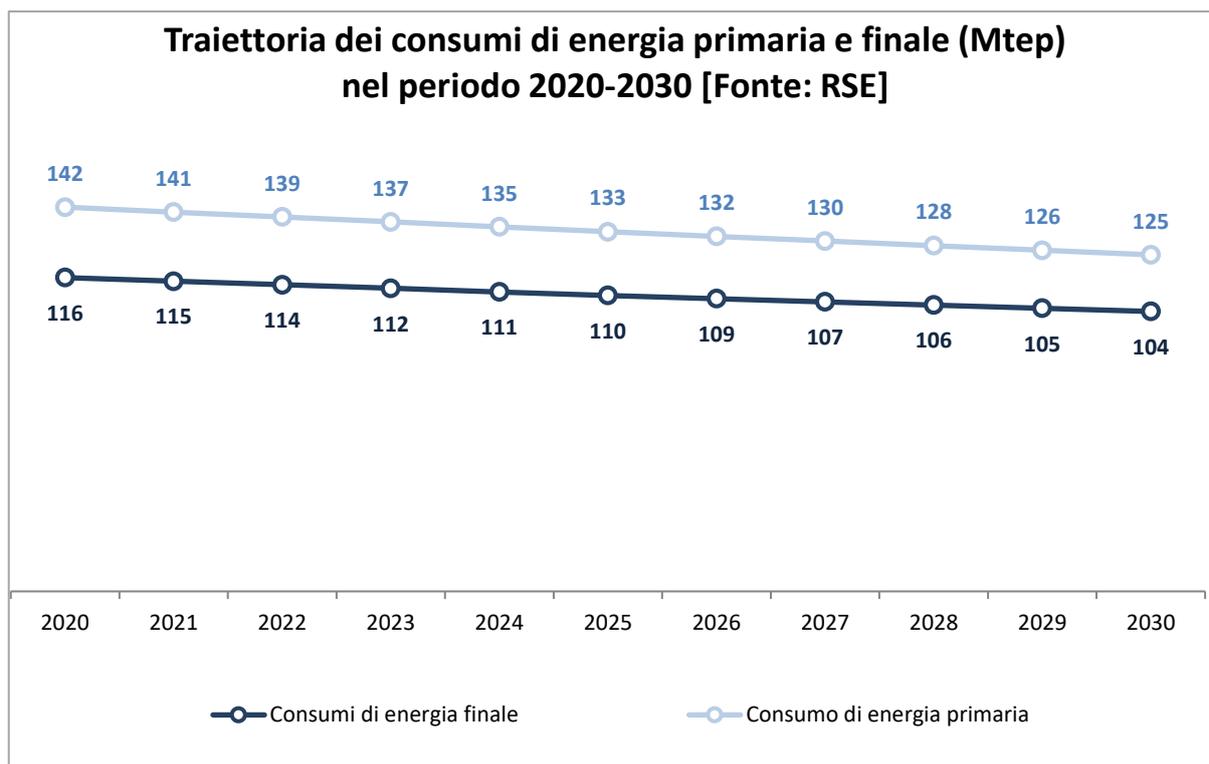
INTRODUZIONE AL D.M. 21 MAGGIO 2021	3
MODIFICHE INTRODOTTE DAL D.M. 21 MAGGIO 2021.....	6
I PARTE: IL D.M. 11 GENNAIO 2017 E S.M.I.	7
1 I SOGGETTI AMMESSI AL MECCANISMO.....	8
2 I PROGETTI AMMISSIBILI AL MECCANISMO	12
3 METODI DI VALUTAZIONE DEI PROGETTI E CERTIFICAZIONE DEI RISPARMI.....	18
4 PROCEDURA DI VALUTAZIONE DEI PROGETTI.....	20
II PARTE: ISTRUZIONI PER LA PRESENTAZIONE DEI PROGETTI PC E PS.....	23
5 REQUISITI MINIMI E ISTRUZIONI PER LA PRESENTAZIONE DEI PROGETTI PC E PS	24
5.1 IDENTIFICAZIONE DELLA DATA DI AVVIO DELLA REALIZZAZIONE DEL PROGETTO	24
5.2 PROCEDURA INFORMATICA PER L'ACCESSO AL MECCANISMO	29
5.3 DOCUMENTAZIONE DA TRASMETTERE IN SEDE DI PRESENTAZIONE DEI PROGETTI PC E PS.....	30
6 IL PROGETTO A CONSUNTIVO (PC)	33
6.1 DESCRIZIONE DEL CONTESTO.....	33
6.2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO	33
6.3 TIPOLOGIA E SETTORE DI INTERVENTO.....	34
6.4 PROGETTI DI EFFICIENZA ENERGETICA CON EFFETTI SU PROGETTI IN CORSO DI INCENTIVAZIONE.....	35
6.5 CONFINI DEL PROGETTO E PROGRAMMA DI MISURA.....	35
6.6 DEFINIZIONE DEL PROGRAMMA DI MISURA	35
6.7 VARIABILI OPERATIVE DEL PROCESSO	39
6.8 SCHEMI DEL PROGRAMMA DI MISURA.....	41
6.9 SOVRAPPOSIZIONE CON ALTRI PROGETTI DI EFFICIENZA REALIZZATI.....	42
6.10 CONSUMO DI BASELINE	43
6.11 CONSUMO POST INTERVENTO	48
6.12 ALGORITMI DI VALUTAZIONE PER IL CALCOLO DEI RISPARMI	48
6.13 STRUMENTAZIONE E MODALITÀ DI MISURAZIONE	48
6.14 PROSPETTO DEL FILE DI RENDICONTAZIONE	49
6.15 LA RENDICONTAZIONE DEI RISPARMI A CONSUNTIVO - RC.....	50
7 IL PROGETTO STANDARDIZZATO (PS)	52
7.1 VERIFICA PRELIMINARE DEL PROGETTO AL METODO STANDARDIZZATO.....	52
7.2 TIPOLOGIA DI INTERVENTI AMMISSIBILI	55
7.3 CONTENUTI MINIMI DELLA RELAZIONE TECNICA DEL PROGETTO PS O RELATIVA RVP	55
7.4 LA METODOLOGIA STANDARDIZZATA PER IL CALCOLO DEI RISPARMI ENERGETICI.....	56
7.5 DEFINIZIONE DEL PROGRAMMA DI MISURA	56
7.6 LA RENDICONTAZIONE DEI RISPARMI STANDARDIZZATO - RS.....	57
III PARTE: ULTERIORI MODIFICHE INTRODOTTE DAL D.M. 21 MAGGIO 2021	58
8 ULTERIORI MODIFICHE INTRODOTTE DAL D.M. 21 MAGGIO 2021.....	59
9 PRINCIPALI DEFINIZIONI	62

Introduzione al D.M. 21 maggio 2021

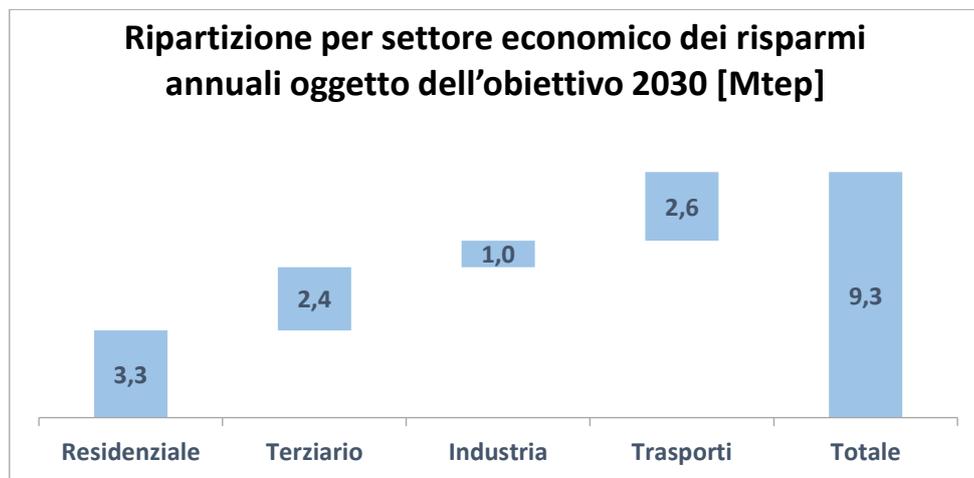
In coerenza con il contesto strategico nazionale e regolatorio comunitario, l'Italia ha definito il "Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima" attraverso cui si intende dare attuazione a una visione di ampia trasformazione dell'economia, nella quale la decarbonizzazione, l'economia circolare, l'efficienza e l'uso razionale ed equo delle risorse naturali rappresentano insieme obiettivi e strumenti per una economia più rispettosa delle persone e dell'ambiente.

L'efficienza energetica contribuisce trasversalmente a raggiungere gli obiettivi ambientali di riduzione delle emissioni, a garantire la sicurezza di approvvigionamento attraverso la riduzione del fabbisogno energetico e a favorire la riduzione della spesa per famiglie e imprese. Per tale ragione, l'Italia intende perseguire un obiettivo indicativo di riduzione dei consumi al 2030 pari al 43% dell'energia primaria e al 39,7% dell'energia finale rispetto allo scenario di riferimento adottato a livello comunitario. Inoltre, l'Italia si impegna a conseguire nel periodo 2021-2030 oltre 50 Mtep di risparmi cumulati, corrispondenti a più di 9 Mtep di risparmio annuo sul consumo di energia finale nel 2030, grazie a misure per l'efficienza energetica.

Di seguito si riporta la curva dei consumi lordi e finali di energia che costituiscono i target nazionali per il prossimo decennio.

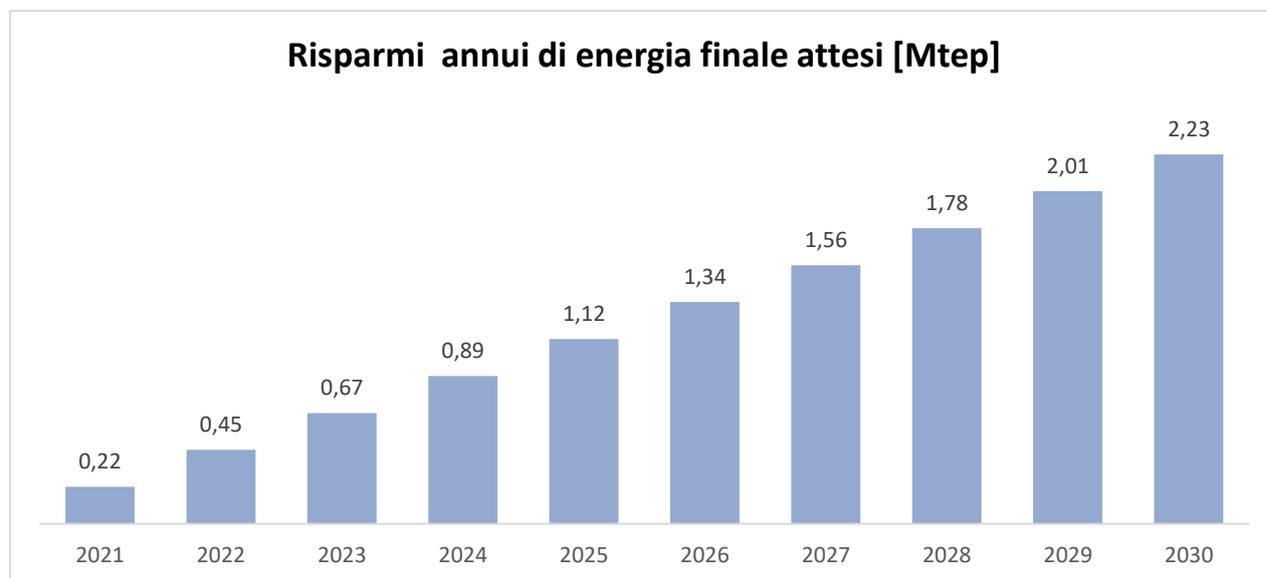


Nella Figura sottostante, si riporta la stima per settore dei risparmi annuali come previsti dall'obiettivo al 2030.



Riconoscendo il meccanismo dei Certificati Bianchi quale strumento che ha consentito di traguardare i risultati in ambito di efficienza energetica ad un più basso rapporto costo-efficacia rispetto agli altri strumenti di incentivazione, il Piano prevede il proseguimento del processo di aggiornamento e potenziamento del meccanismo nell'ottica della semplificazione e dell'ottimizzazione delle metodologie di quantificazione e riconoscimento del risparmio energetico, della riduzione dei tempi per l'approvazione, l'emissione e l'offerta dei titoli sul mercato. Si stima, infatti, che lo strumento possa contribuire a generare su base cumulata circa 12,3 Mtep di risparmi di energia finale nei prossimi dieci anni.

Nella figura seguente si riporta la stima della generazione annuale di tali risparmi di energia finale.



In tale cornice regolatoria e programmatica, il D.M. 21 maggio 2021 stabilisce il numero di Certificati Bianchi corrispondenti agli obblighi quantitativi nazionali annui di incremento dell'efficienza energetica negli usi finali di energia elettrica e gas naturale per il periodo 2021-2024, che definiscono una traiettoria

coerente con le previsioni del PNIEC e con le risultanze dell'attività di monitoraggio dell'attuazione delle misure ivi previste.

OBBLIGHI NAZIONALI ANNUI	2021	2022	2023	2024
Risparmi negli usi finali di energia elettrica [MTEE]	0,45	0,75	1,05	1,08
Risparmi negli usi finali di gas naturale [MTEE]	0,55	0,93	1,30	1,34

Allo stesso tempo, in considerazione delle risultanze del monitoraggio dell'andamento del mercato dei titoli e degli effetti sul meccanismo derivanti dall'emergenza sanitaria legata al COVID-19, il D.M. 21 maggio 2021 prevede misure straordinarie e transitorie volte a ristabilire la normale operatività del meccanismo e l'equilibrio del suddetto mercato riducendo l'obiettivo quantitativo da conseguire nell'anno d'obbligo 2020, il quale è passato da 11,19 a 5,08 milioni di Certificati Bianchi.

Con l'intento di favorire il conseguimento dell'obiettivo di incremento dell'efficienza energetica negli usi finali al 2030 il legislatore definisce nuove modalità di attribuzione dei benefici. A tal proposito, il D.M. 21 maggio 2021 introduce un meccanismo delle aste al ribasso per la quantificazione del valore economico degli incentivi riconoscibili ai progetti di efficienza energetica. Il legislatore si riserva di dettagliare con un successivo Decreto Interministeriale le caratteristiche del meccanismo entro il 31 dicembre 2021.

Alla luce del mutato contesto normativo e di mercato, il D.M. 21 maggio 2021 prevede la possibilità di revisione degli obiettivi annui di risparmio energetico e delle condizioni per l'accesso all'emissione di certificati bianchi non derivanti dalla realizzazione di efficienza energetica in favore dei soggetti obbligati a fronte della valutazione periodica delle dinamiche caratteristiche del mercato dei titoli e delle risultanze delle sessioni di annullamento.

Modifiche introdotte dal D.M. 21 maggio 2021

Il presente allegato sostituisce l'Allegato 1.1 "Chiarimenti Operativi per la presentazione dei progetti" alla Guida operativa approvata con il Decreto Direttoriale del 30 aprile 2019 ed ha lo scopo di fornire chiarimenti e supporto operativo per la presentazione dei progetti di efficienza energetica ai fini dell'accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi. Si specifica che:

- a) sono state evidenziate le modifiche introdotte dal D.M. 21 maggio 2021 tramite dei riquadri arancioni, al cui interno sono riportati i relativi chiarimenti ed esempi applicativi;
- b) gli aggiornamenti rispetto a quanto indicato nell'Allegato 1.1 alla Guida operativa approvata con il Decreto Direttoriale del 30 aprile 2019 sono puntualmente riportate in blu.

Con l'obiettivo di evidenziare ulteriormente le modifiche introdotte dal D.M. 21 maggio 2021 si riporta di seguito un elenco che rimanda alla sezione del presente documento nella quale viene trattata la specifica tematica oggetto di modifica.

ELENCO MODIFICHE INTRODOTTE DAL D.M. 21 MAGGIO 2021

AGGIORNAMENTO DEL FATTORE K	49
COMPONENTI RIGENERATI	59
CONSUMO DI BASELINE	34
CUMULABILITÀ	13
DATA DI AVVIO DELLA REALIZZAZIONE DEL PROGETTO	26
DEFINIZIONE DELLA VITA UTILE NEL CASO DI MULTINTERVENTO PC.....	33
DEFINIZIONE DELLA VITA UTILE NEL CASO DI MULTINTERVENTO PS	53
FREQUENZA DI RENDICONTAZIONE.....	49
MISURE STRAORDINARIE E TRANSITORIE DERIVANTI DALL'EMERGENZA SANITARIA COVID-19.....	60
MODIFICHE AI PROGETTI PRESENTATI AI SENSI DEL D.M. 11 GENNAIO 2017 E SS.MM.II.....	42
MODIFICHE AI PROGETTI PRESENTATI AI SENSI DEL D.M. 28 DICEMBRE 2012.....	41
NON CONVENIENZA ECONOMICA/DIFFICOLTÀ OPERATIVE ALL'INSTALLAZIONE DEI MISURATORI NEI PS	52
PROCEDURA DI AGGIORNAMENTO DELLA TABELLA DEGLI INTERVENTI E DELLE SCHEDE STANDARDIZZATE	17
PROGETTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO INTEGRATO	14
RAGGRUPPAMENTI TEMPORANEI DI IMPRESA E RAGGRUPPAMENTI TRA ENTI PUBBLICI TERRITORIALI	9
RISPARMI AGGIUNTIVI PER INTERVENTI REALIZZATI IN ATTUAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICA	58
SCHEDE DI PROGETTO A CONSUNTIVO	18
TEMPISTICHE DEL PROCEDIMENTO AMMINISTRATIVO.....	21

I PARTE: il D.M. 11 gennaio 2017 e s.m.i.

In questa sezione si illustrano i principali chiarimenti operativi per l'accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi ai sensi del D.M. 11 gennaio 2017 e s.m.i., così come modificato dal D.M. 10 maggio 2018 e dal [D.M. 21 maggio 2021](#) (di seguito, Decreto e s.m.i.).

In particolare, vengono illustrati:

1. i soggetti ammissibili alla presentazione dei progetti per l'accesso al meccanismo;
2. i progetti ammissibili;
3. le due metodologie di valutazione dei risparmi e la procedura di valutazione dei progetti.

1 I SOGGETTI AMMESSI AL MECCANISMO

Ai fini dell'inoltro al GSE dell'istanza per l'accesso al meccanismo, il Decreto e s.m.i. definisce:

- a. **soggetto titolare del progetto**: il soggetto che sostiene l'investimento per la realizzazione del progetto di efficienza energetica;
- b. **soggetto proponente**: il soggetto in possesso dei requisiti di ammissibilità di cui all'art. 5, comma 1 e che presenta al GSE l'istanza per la richiesta di incentivo.

CHIARIMENTO 1

Il **soggetto titolare del progetto** è il soggetto che ha investito, sia mediante mezzi propri, sia mediante finanziamenti, nella realizzazione di uno o più interventi di efficienza energetica e che può delegare un altro soggetto, che possieda i requisiti previsti all'art. 5 del Decreto e s.m.i., a presentare richiesta di accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi ed eventualmente a percepire i TEE.

Si specifica che nel caso di:

- **noleggìo o leasing "operativo"**, in cui un'azienda produttrice o proprietaria (locatore) trasferisce la disponibilità di un bene all'azienda utilizzatrice (locatario) ricevendo come corrispettivo il pagamento di canoni periodici, consistendo in una forma specifica di contratto di affitto, **il soggetto titolare coincide con il locatore**, fermo restando che il locatario dovrà essere informato alla luce delle attività di sua competenza relative all'art.12 del Decreto e s.m.i., in quanto soggetto che ha la disponibilità del bene oggetto dell'intervento. **In sede di presentazione del progetto, dovrà essere fornita una dichiarazione sottoscritta dal soggetto titolare attestante che quest'ultimo abbia informato il locatario delle attività di sua competenza relative all'art.12 del Decreto e s.m.i.**
- **leasing "finanziario"**, in cui un'azienda produttrice trasferisce la proprietà di un bene ad una società di leasing dietro corrispettivo di un prezzo e in cui la società di leasing, a sua volta, trasferisce la disponibilità del bene all'azienda utilizzatrice che ne fa richiesta ricevendo come corrispettivo il pagamento di canoni periodici, **si considera soggetto titolare la società di leasing**, fermo restando che l'azienda utilizzatrice dovrà essere comunque informata alla luce delle attività di sua competenza relative all'art. 12 del Decreto e s.m.i., in quanto soggetto che ha la disponibilità del bene oggetto dell'intervento. **In sede di presentazione del progetto, dovrà essere fornita una dichiarazione sottoscritta dal soggetto titolare attestante che quest'ultimo abbia informato l'azienda utilizzatrice delle attività di sua competenza relative all'art.12 del Decreto e s.m.i. Inoltre, considerato che nel caso di leasing "finanziario" si trasferisce all'azienda utilizzatrice la parte prevalente dei rischi e dei benefici inerenti ai beni locati, prevedendo anche il trasferimento del beneficio "della titolarità del progetto" di cui al D.M. 11 gennaio 2017 e s.m.i., sarà possibile identificare, alternativamente alla società di leasing, l'azienda utilizzatrice quale soggetto titolare del progetto.**

Sia nel caso del leasing "operativo" che nel caso di leasing "finanziario", la dichiarazione, controfirmata dal soggetto proponente e dal soggetto titolare, attestante gli eventuali contributi economici di qualunque natura già concessi al medesimo progetto da parte di amministrazioni pubbliche statali, regionali o locali nonché dell'Unione europea o di organismi internazionali, dovrà fornire indicazioni anche in merito ai contributi economici richiesti dal locatario/azienda utilizzatrice per il medesimo progetto.

Modifica introdotta dal D.M. 21 maggio 2021**RAGGRUPPAMENTI TEMPORANEI DI IMPRESA E RAGGRUPPAMENTI TRA ENTI PUBBLICI TERRITORIALI**

L'art. 5, comma 1-bis, del D.M. 21 maggio 2021 stabilisce che:

I raggruppamenti temporanei di impresa o associazioni temporanee di impresa possono connotarsi come soggetto titolare del progetto. A tal fine è conferito a una delle imprese, con un unico atto, un mandato collettivo speciale con rappresentanza, per operare in nome e per conto dei mandanti, per le finalità di cui al presente decreto e per la stipula del contratto tipo di cui al comma 3.

L'art. 5, comma 1-ter, del D.M. 21 maggio 2021 stabilisce che:

Sono soggetti titolari del progetto i raggruppamenti tra enti pubblici territoriali. In tal caso è obbligo del raggruppamento individuare, tramite apposita convenzione o altro atto amministrativo idoneo, un capofila tra gli enti partecipanti, per le finalità di cui al presente decreto e per la stipula del contratto tipo di cui al comma 3.

CHIARIMENTO 1.1

Nel caso di progetti di efficienza energetica presentati ai sensi del D.M. 11 gennaio 2017 e s.m.i., in cui l'investimento per la realizzazione degli interventi sia stato sostenuto da più soggetti che si riuniscono in raggruppamenti temporanei di impresa o associazioni temporanee di impresa e in raggruppamenti tra enti pubblici territoriali, il **raggruppamento si configura come soggetto titolare del progetto.**

Ai fini dell'accesso al Portale "Efficienza Energetica":

- la capogruppo e mandataria del raggruppamento temporaneo di imprese potrà configurarsi come soggetto titolare del progetto registrandosi preliminarmente sul Portale del GSE con la propria p.IVA. Tra la documentazione inerente il progetto, dovrà essere trasmesso l'Atto costitutivo dell'ATI/RTI ed eventualmente un mandato collettivo speciale con rappresentanza, per operare in nome e per conto delle mandanti per tutte le attività connesse alla richiesta e all'ottenimento dei Certificati Bianchi, se non già chiaramente specificato nell'Atto costitutivo;
- una delle mandanti del raggruppamento temporaneo di imprese potrà configurarsi come soggetto titolare del progetto registrandosi preliminarmente sul Portale del GSE con la propria p.IVA. Tra la documentazione inerente il progetto, dovrà essere trasmesso l'Atto costitutivo dell'ATI/RTI e il mandato collettivo speciale con rappresentanza, per operare in nome e per conto delle altre società per tutte le attività connesse alla richiesta e all'ottenimento dei Certificati Bianchi;
- il capofila tra gli enti partecipanti al raggruppamento tra enti pubblici territoriali potrà configurarsi come soggetto titolare del progetto registrandosi preliminarmente sul Portale del GSE con la propria p.IVA. Tra la documentazione inerente il progetto, dovrà essere trasmessa un'apposita convenzione o altro atto amministrativo al fine di verificare che il capofila possa operare in nome e per conto degli altri enti per tutte le attività connesse alla richiesta e all'ottenimento dei Certificati Bianchi.

Il **soggetto proponente** può anche non coincidere con il soggetto titolare del progetto. In tal caso, il soggetto proponente presenta l'istanza per la richiesta di incentivo al GSE su delega del soggetto titolare. Nel caso in cui il soggetto titolare del progetto e il soggetto proponente non coincidano i requisiti di ammissibilità richiamati sopra sono richiesti per il solo soggetto proponente.

I progetti di efficienza energetica predisposti ai fini del conseguimento degli obiettivi quantitativi nazionali di risparmio possono essere eseguiti ai sensi dell'art. 5 del Decreto e s.m.i.:

1. mediante azioni dirette dei soggetti obbligati (o delle società da essi controllate o controllanti, ai sensi dell'art. 1, comma 34, della legge n.239 del 2004 e s.m.i.) che, come definito dall'art. 3 del Decreto e s.m.i., sono:
 - a) i distributori di energia elettrica (DE) che, alla data del 31 dicembre di due anni antecedenti all'anno d'obbligo considerato, hanno più di 50.000 clienti finali connessi alla propria rete di distribuzione;
 - b) i distributori di gas naturale (DG) che, alla data del 31 dicembre di due anni antecedenti all'anno d'obbligo considerato, hanno più di 50.000 clienti finali connessi alla propria rete di distribuzione;
2. da distributori di energia elettrica e gas naturale non soggetti all'obbligo;
3. da soggetti, sia pubblici che privati, che sono in possesso della certificazione secondo la norma UNI CEI 11352, o hanno nominato un esperto in gestione dell'energia certificato secondo la norma UNI CEI 11339, o sono in possesso di un sistema di gestione dell'energia certificato in conformità alla norma ISO 50001.

CHIARIMENTO 2

Un distributore di energia elettrica o gas naturale può presentare progetti di efficienza energetica per:

1. azioni dirette relative ad interventi di efficientamento delle proprie reti elettriche e del gas naturale;
2. interventi riconducibili al settore verticalmente collegato o contiguo dei servizi post contatore di installazione, assistenza e manutenzione nei confronti dei medesimi utenti finali dei soggetti obbligati, solo avvalendosi di società **controllanti** o separate, partecipate o controllate, ovvero operanti in affiliazione commerciale ai sensi dell'art.1, comma 34, della legge n.239 del 2004 e s.m.i.

In tal caso, il soggetto proponente dovrà dimostrare che tali società siano in possesso dei requisiti di cui all'art. 5, comma 1, lettera c), del Decreto e s.m.i.;

3. interventi riconducibili alle attività di gestione dei servizi, inclusi servizi post contatore non presso i propri clienti finali, diverse dalla distribuzione dell'energia elettrica e del gas (es. servizi di gestione dell'illuminazione, servizi di gestione del sistema idrico, etc.), qualora il distributore abbia al suo interno, per la medesima ragione sociale, una divisione aziendale per cui può comprovare la conformità alla normativa vigente in merito alla possibilità di svolgimento di attività differenti dalla distribuzione. Per tali attività è necessario dimostrare che il distributore possiede i requisiti previsti dall'art. 5, comma 1, lettera c).

Di seguito una tabella di sintesi sui soggetti ammessi al meccanismo dei Certificati Bianchi e sui rispettivi requisiti necessari di accreditamento e certificazione, nonché sulle tipologie di interventi di efficienza che possono presentare.

Soggetto proponente	Necessità di possesso della certificazione ai sensi dell'art. 5, comma 1, lettera c) del soggetto proponente	Interventi di efficienza	
		Proprie reti di distribuzione/propri siti	Siti appartenenti ad altri soggetti
DE/DG (punto 1)	NO	SI	-
DE/DG (punto 2)	NO*	SI	-
DE/DG (punto 3)	SI**	-	SI
Atri soggetti pubblici o privati***	SI	SI	SI

Tabella 1: Elenco dei soggetti ammessi al meccanismo dei Certificati Bianchi per tipologia di intervento

* il soggetto proponente dovrà dimostrare che le società di cui si è avvalso siano in possesso della certificazione ai sensi dell'art. 5, comma 1, lettera c) del Decreto e s.m.i.;

**qualora il distributore abbia al suo interno, per la medesima ragione sociale, una divisione aziendale per cui può comprovare la conformità alla normativa vigente in merito alla possibilità di svolgimento di attività differenti dalla distribuzione

***In generale, rientrano in tale categoria i soggetti di cui all'art. 5, comma 1, lettera c) del D.M. 11 gennaio 2017 e s.m.i.>>

2 I PROGETTI AMMISSIBILI AL MECCANISMO

Ai fini dell'accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi sono ammissibili i progetti di efficienza energetica:

- da realizzarsi con **data di avvio della realizzazione** del progetto successiva alla data di trasmissione al GSE dell'istanza di accesso al meccanismo **ovvero con data di avvio della realizzazione del progetto successiva alla data di trasmissione al GSE della comunicazione preliminare/richiesta di valutazione preliminare (RVP) qualora presentate dal soggetto proponente al fine di agevolare il processo di istruttoria;**
- costituiti da interventi realizzati da **un unico soggetto titolare;**
- che generano **risparmi energetici addizionali**, **ovverosia** i risparmi di energia primaria calcolati come differenza fra il consumo di baseline e il consumo energetico nella configurazione post operam. Il calcolo va effettuato con riferimento al medesimo servizio reso e assicurando una normalizzazione delle condizioni che influiscono sul consumo energetico;
- per i quali si dispone di idonea documentazione attestante che, per la messa in opera degli interventi che compongono il progetto, siano stati utilizzati **nuovi componenti o componenti rigenerati** per i quali non siano già stati riconosciuti Certificati Bianchi (al netto degli impianti già esistenti afferenti o funzionali al medesimo progetto);
- predisposti e trasmessi al GSE, in base alla tipologia di progetto, secondo quanto previsto dall'**Allegato 1 al Decreto e s.m.i.** che verrà trattato nella II Parte al documento.

In ogni caso, non sono ammessi al meccanismo i progetti di efficienza energetica predisposti per l'adeguamento a vincoli normativi o a prescrizioni di natura amministrativa, **fatti salvi i casi di progetti che generano risparmi addizionali rispetto alle soluzioni progettuali individuate dai vincoli o dalle prescrizioni suddetti e di progetti realizzati ai sensi dell'art. 8, comma 3 del decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102 che generano risparmi addizionali.**

Inoltre, **l'art. 10, comma 1, del D.M. 11 gennaio 2017 e s.m.i.**, dispone che i **certificati bianchi** emessi per i progetti presentati dopo l'entrata in vigore del D.M. 11 gennaio 2017 e s.m.i. **non sono cumulabili con altri incentivi**, comunque denominati, a carico delle tariffe dell'energia elettrica e del gas e con altri incentivi statali, destinati ai medesimi progetti, fatto salvo, nel rispetto delle rispettive norme operative e nei limiti previsti e consentiti dalla normativa europea, l'accesso a:

1. fondi di garanzia e fondi di rotazione;
2. contributi in conto interesse;
3. detassazione del reddito d'impresa **e, a decorrere dal 1° gennaio 2020, i crediti di imposta** riguardante l'acquisto di macchinari e attrezzature. In tal caso il numero di Certificati Bianchi spettanti ai sensi del Decreto e s.m.i. è ridotto del 50%.

CHIARIMENTO 3

Dalla formulazione **dell'articolo 10, comma 1, del D.M. 11 gennaio 2017 e s.m.i.**, ne deriva che:

1. i Certificati Bianchi non sono cumulabili con:
 - a) le detrazioni fiscali;
 - b) i finanziamenti statali concessi in conto capitale;

- c) i Programmi operativi interregionali – POI Energia – e Programmi operativi nazionali – PON – in quanto il Soggetto erogatore dei finanziamenti risulta essere direttamente il Ministero dello Sviluppo Economico, e pertanto ricadono nella fattispecie “altri incentivi statali”;
2. i Certificati Bianchi sono cumulabili con:
- a) gli incentivi riconosciuti ed erogati su base regionale, locale e comunitario per interventi di efficientamento energetico. Si precisa, infatti, che il Decreto e s.m.i. prevede il divieto di cumulo dei Certificati Bianchi esclusivamente con altri incentivi “statali”, ammettendone, pertanto, la cumulabilità con eventuali incentivi erogati da enti regionali, locali o comunitari (ad esempio i POR FESR per i quali il soggetto erogatore è la Regione). Ai fini della verifica della cumulabilità è necessario, pertanto, indicare la tipologia dell'incentivo, **l'importo percepito** e l'ente erogatore;
 - b) le agevolazioni fiscali nella forma del credito d'imposta a favore del teleriscaldamento alimentato con biomassa o con energia geotermica, di cui all'art. 8, comma 10, lettera f) della legge 23 dicembre 1998, n. 448, all'art. 29 della legge 23 dicembre 2000, n. 388 ed all'art 2 della legge 22 dicembre 2008. Si specifica che, ai sensi della circolare della Agenzia delle Entrate n. 17/E del 7/3/2008, qualora il gestore della rete di teleriscaldamento alimentata con biomassa o ad energia geotermica sia anche utente finale, il gestore-utente finale può usufruire del cumulo dei Certificati Bianchi con il credito di imposta in esame;
 - c) il superammortamento sui beni strumentali introdotto dalla Legge di Stabilità 2016 (L. 28 dicembre 2015, n. 208); iperammortamento su investimenti innovativi introdotto dalla Legge Bilancio 2017 (L. 11 dicembre 2016, n. 232); iper e superammortamento 2018 (L. 27 dicembre 2017, n. 205);
 - d) finanziamento attraverso lo strumento “Beni strumentali – Nuova Sabatini”, istituito dal decreto-legge del Fare (art. 2 decreto-legge n. 69/2013) e modificato dalla Legge di Bilancio 2018 (L. 27 dicembre 2017, n. 205).

Nel caso in cui per il progetto presentato è stato richiesto il superammortamento o l'iperammortamento, ovvero altre forme di detassazione del reddito d'impresa riguardante l'acquisto di macchinari e attrezzature, il numero di Certificati Bianchi rilasciati sarà pari al 50% dei titoli conseguiti mediante l'intervento di efficienza energetica.

Modifica introdotta dal D.M. 21 maggio 2021

CUMULABILITÀ

CHIARIMENTO 3.1

Con l'aggiornamento del D.M. 21 maggio 2021, i Certificati Bianchi sono **cumulabili con i crediti di imposta** riguardanti l'acquisto di macchinari e attrezzature esclusivamente nel caso in cui la richiesta a tale forma di incentivazione sia stata presentata a decorrere dal 1° gennaio 2020. Nel caso in cui per il progetto presentato sia stato richiesto il credito d'imposta, come per la detassazione del reddito d'impresa, il numero di Certificati Bianchi rilasciati sarà pari al 50% dei titoli conseguiti mediante l'intervento di efficienza energetica.

CHIARIMENTO 3.1.1

Dalla data di pubblicazione della presente Guida e fino a **180 giorni** dalla sua pubblicazione sarà possibile presentare istanza di accesso ai Certificati Bianchi per progetti per i quali la data di avvio di realizzazione del progetto si è verificata dal 01/01/2020 al 01/06/2021 (data di entrata in vigore del D.M. 21 maggio 2021) e per i quali è stato richiesto il credito d'imposta. Si specifica, inoltre, che i progetti per i quali è stata già presentata istanza di accesso ai Certificati Bianchi e che sono stati rigettati per il cumulo del credito d'imposta possono essere ripresentati. Le modalità con le quali si potrà presentare istanza di accesso ai Certificati Bianchi sarà comunicata dal GSE attraverso il proprio sito istituzionale.

Per quanto riguarda le **tipologie di progetti di efficienza energetica ammissibili** al meccanismo, il Decreto e s.m.i., alla Tabella 1 dell'Allegato 2, riporta l'elenco non esaustivo degli interventi, distinti per tipologia e forma di energia risparmiata, con l'indicazione dei valori di vita utile distinti per i casi di "Nuova installazione", "Sostituzione" e "**Efficientamento integrato**" ai fini del riconoscimento dei Certificati Bianchi.

Modifica introdotta dal D.M. 21 maggio 2021**PROGETTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO INTEGRATO**

L'art. 2, comma 1, lettera j-bis), del D.M. 21 maggio 2021 definisce un progetto di efficientamento energetico integrato come un "*insieme di interventi realizzati contestualmente dal medesimo soggetto titolare del progetto e riferiti all'intero componente, mezzo di trasporto, linea produttiva o parte di essa, edificio o parte di esso. L'intervento di efficientamento energetico può comprendere la sostituzione o nuova installazione di componenti e dispositivi, nonché la modifica del layout di linee produttive. Sono in ogni caso esclusi interventi manutentivi ed altri interventi finalizzati al ripristino delle normali condizioni di esercizio dei componenti interessati dal progetto. Gli interventi non ammissibili riportati nell'Allegato 3 alla Guida Operativa diventano ammissibili qualora realizzati congiuntamente ad altri interventi di cui alla tabella 1 dell'Allegato 2 al presente decreto in un progetto di efficientamento energetico integrato. Nel caso di efficientamento energetico degli edifici, l'intervento può interessare, anche contestualmente, l'involucro, gli impianti e i dispositivi tecnologici*".

CHIARIMENTO 3.2

Un progetto di efficientamento energetico integrato comprende più interventi di riqualificazione, anche non riconducibili all'elenco degli interventi della Tabella 1 dell'Allegato 2 al Decreto e s.m.i., realizzati su un componente, un mezzo di trasporto, una linea produttiva, un edificio, mediante la sostituzione o la nuova installazione di parti essenziali di essi e di dispositivi e/o mediante il rinnovamento del layout dell'impianto con eventuale installazione congiunta di sistemi di automazione e controllo. Tutti gli interventi appartenenti al progetto devono essere realizzati dal medesimo soggetto titolare.

ESEMPIO 1

Un progetto di efficientamento energetico integrato può comprendere, ad esempio, gli interventi di sostituzione dei bruciatori con tecnologie recuperative o rigenerative e di implementazione di sistemi di gestione e controllo in un forno. In tal caso, il progetto è

riconducibile alla tipologia “Efficientamento integrato” di “Forni di fusione” con vita utile pari a 5 anni.

CHIARIMENTO 3.3

Per quanto riguarda le **tipologie di progetti di efficienza energetica ammissibili** al meccanismo, il D.M. 21 maggio 2021, alla Tabella 1 dell’Allegato 2, riporta l’elenco non esaustivo degli interventi, distinti per tipologia e forma di energia risparmiata, con l’indicazione dei valori di vita utile distinti per i casi di “Nuova installazione”, “Sostituzione” ed “Efficientamento integrato” ai fini del riconoscimento dei Certificati Bianchi. Come indicato nell’Allegato 2, punto 1.1, al D.M. 21 maggio 2021, qualora il soggetto proponente presenti un progetto di efficientamento energetico integrato non riconducibile alle tipologie di cui alla Tabella 1, il GSE ne valuta l'ammissibilità ai sensi del Decreto e sottopone le risultanze dell'istruttoria al Ministero della transizione ecologica per l'approvazione.

CHIARIMENTO 3.4

Un progetto di efficientamento energetico integrato non comprende gli interventi di manutenzione ordinaria ed altri interventi di mera ottimizzazione di processi, componenti e impianti con azioni di riqualificazione energetica non sostanziali.

ESEMPIO 2

In un'acciaieria nella quale sono presenti macchine a colata continua si vuole sostituire l'isolante delle paniere. In particolare le paniere, che ricevono la colata di acciaio proveniente dalla siviera, sono caratterizzate dalla presenza di diversi strati di materiale refrattario i quali sono soggetti ad usura e devono essere costantemente sostituiti nel tempo.

CHIARIMENTO 3.5

Un progetto di efficientamento energetico integrato può comprendere gli interventi non ammissibili riportati nell'Allegato 3 alla Guida Operativa qualora siano realizzati congiuntamente ad altri interventi di efficienza energetica indicati nella Tabella 1 dell’Allegato 2 al Decreto e s.m.i.

ESEMPIO 3

L'intervento di “*Installazione o sostituzione di inverter*” rientra nell’elenco riportato nell'Allegato 3 alla Guida Operativa degli interventi non ammissibili al meccanismo dei Certificati Bianchi. Pertanto, un intervento che prevede unicamente la sostituzione dell'inverter di un compressore non è incentivabile e non costituisce un progetto di efficientamento energetico integrato. Se oltre alla sostituzione dell'inverter viene modificato il layout del sistema di distribuzione dell'aria compressa e installato un sistema di gestione e di controllo, anche l'intervento di sostituzione dell'inverter può essere incentivato. L'insieme di questi interventi costituisce un progetto di efficientamento integrato riconducibile alla tipologia “*Impianti di produzione dell'aria compressa*” con vita utile pari a 5 anni.

CHIARIMENTO 3.6

Un progetto di efficientamento energetico integrato può comprendere, nel caso di edifici o parti di essi, interventi afferenti all'involucro edilizio, agli impianti termici e ai sistemi di automazione per il controllo, la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio.

ESEMPIO 4

In una palazzina ad uso uffici si vogliono congiuntamente sostituire le pompe di circolazione della centrale termica, effettuare l'implementazione di un sistema BACS (building automation and control systems) per ottimizzare la regolazione della climatizzazione estiva e invernale dell'edificio e isolare la copertura. Tali interventi saranno in grado di determinare un risparmio energetico maggiore del 40% rispetto alla situazione ex ante. Un progetto così costituito è un progetto di efficientamento integrato riconducibile alla tipologia "Realizzazione e riqualificazione profonda di edifici e serre" con vita utile pari a 10 anni.

Oltre agli interventi di cui alla Tabella 1 dell'Allegato 2, il Decreto e s.m.i. ha introdotto i seguenti PS:

1. installazione LED illuminazione;
2. installazione LED per l'illuminazione stradale;
3. installazione motori elettrici;
4. installazione impianti di produzione dell'aria compressa;
5. Bolletta "smart";
6. sistema propulsivo delle navi;
7. acquisto flotte di veicoli ibridi;
8. acquisto flotte di veicoli elettrici.

CHIARIMENTO 4

L'elenco degli interventi di cui alla Tabella 1 dell'Allegato 2 al Decreto e s.m.i. e dei Progetti Standardizzati può essere aggiornato secondo quanto [riassunto](#) nella seguente Tabella 2.

Elenco oggetto di aggiornamento	Modalità di aggiornamento dell'elenco	Soggetto che propone l'aggiornamento	Soggetto valutatore dell'istruttoria funzionale all'aggiornamento	Riferimento normativo Decreto e s.m.i.
Tabella 1 dell'Allegato 2	Approvazione del MiTE	Ministeri competenti, GSE in collaborazione con ENEA ed RSE	--	Art. 6, comma 2
		Soggetti proponenti	GSE	Allegato 2, punto 1.1
Progetti Standardizzati	Decreto direttoriale del direttore generale DG-AECE, del MiTE, d'intesa con la Conferenza unificata	Ministeri competenti, GSE in collaborazione con ENEA ed RSE	--	Art. 9, comma 1, lettera b)
		Soggetti proponenti	GSE	Allegato 1, punto 2.3

Tabella 2: modalità di aggiornamento degli elenchi degli interventi ammissibili al meccanismo

Modifica introdotta dal D.M. 21 maggio 2021

PROCEDURA DI AGGIORNAMENTO DELLA TABELLA DEGLI INTERVENTI E DELLE SCHEDE STANDARDIZZATE

L'art. 6, comma 1, lettera a) del D.M. 21 maggio 2021 che sostituisce l'art. 6, comma 2, del D.M. 11 gennaio 2017 stabilisce che:

L'elenco non esaustivo dei progetti di efficienza energetica ammissibili, distinti per tipologia di intervento e forma di energia risparmiata e con l'indicazione dei valori di vita utile ai fini del riconoscimento dei Certificati Bianchi, è riportato nella Tabella 1 dell'Allegato 2. Gli aggiornamenti e le integrazioni alla suddetta Tabella sono approvati con decreto del Ministero della transizione ecologica nei sessanta giorni successivi alla trasmissione delle risultanze dell'istruttoria preliminare svolta dal GSE in collaborazione con ENEA ed RSE.

CHIARIMENTO 4.1

Secondo quanto indicato al punto 1.1 dell'Allegato 2 al Decreto e s.m.i., è possibile presentare progetti non appartenenti all'elenco delle tipologie di progetti ammissibili riportato nella Tabella 1 dell'Allegato 2 al Decreto e s.m.i. In tal caso, il soggetto proponente presenterà il progetto come tipologia "Altro" e il GSE, nell'ambito del normale iter istruttorio, in collaborazione con ENEA e RSE, ne valuterà l'ammissibilità ai sensi del Decreto e s.m.i. e sottoporrà le risultanze dell'istruttoria al Ministero della transizione ecologica. A seguito dell'approvazione da parte del MiTE, nei sessanta giorni successivi alla trasmissione delle risultanze dell'istruttoria preliminare, verrà aggiornata la Tabella dei progetti mediante decreto del Ministero della transizione ecologica.

L'art. 9, comma 1, lettera b), del D.M. 21 maggio 2021 stabilisce che:

Le tipologie di interventi valutabili attraverso la modalità standardizzata sono approvate con decreto direttoriale del direttore generale DG-AECE, del Ministero della transizione ecologica, d'intesa con la Conferenza unificata, nei sessanta giorni successivi alla proposta del GSE elaborata in collaborazione con ENEA e RSE.

CHIARIMENTO 4.2

Secondo quanto indicato al punto 2.3 dell'Allegato 1 al Decreto e s.m.i., è possibile presentare progetti valutabili con metodo standardizzato non appartenenti all'elenco delle tipologie di progetti ammissibili riportato nella Tabella 1 dell'Allegato 2 al D.M. 10 maggio 2018 e s.m.i. In tal caso, il soggetto proponente presenterà il progetto come tipologia "Altro" e il GSE, nell'ambito del normale iter istruttorio, in collaborazione con ENEA e RSE, ne valuterà l'ammissibilità ai sensi del Decreto e s.m.i. e sottoporrà le risultanze dell'istruttoria al Ministero della transizione ecologica. Nei **sessanta giorni successivi** alla trasmissione delle risultanze dell'istruttoria preliminare, verrà aggiornata la Tabella dei progetti standardizzati mediante decreto direttoriale del direttore generale DG-AECE, del Ministero della transizione ecologica, d'intesa con la Conferenza unificata.

3 METODI DI VALUTAZIONE DEI PROGETTI E CERTIFICAZIONE DEI RISPARMI

Ai sensi del Decreto e s.m.i., i metodi di valutazione dei risparmi conseguibili attraverso la realizzazione dei progetti di efficienza energetica sono due:

- metodo a consuntivo:** consente di quantificare il risparmio addizionale conseguibile mediante il progetto di efficienza energetica realizzato da un soggetto titolare su uno o più stabilimenti, edifici o siti comunque denominati in conformità ad un programma di misura predisposto secondo quanto previsto dal punto 1 dell'Allegato 1 al Decreto e s.m.i.

Come verrà descritto nel dettaglio nella II Parte, il metodo di valutazione a consuntivo quantifica il risparmio energetico addizionale conseguito attraverso la realizzazione del **progetto a consuntivo** (di seguito PC) tramite una **misurazione puntuale delle grandezze caratteristiche**, sia nella configurazione ex ante, sia in quella ex post.

Ai fini dell'accesso al meccanismo, i PC devono aver generato **una quota di risparmio addizionale non inferiore a 10 TEP** nel corso dei primi 12 mesi del periodo di monitoraggio.

Sulla base della misurazione effettuata in conformità al programma di misura relativo al PC, predisposto secondo le disposizioni dell'Allegato 1 al Decreto e s.m.i. e approvato dal GSE, sono certificati i risparmi di energia primaria tramite la **richiesta di verifica e di certificazione a consuntivo** (di seguito RC) dei risparmi conseguiti dal progetto che il soggetto proponente trasmette al GSE, unitamente alla documentazione comprovante i risultati ottenuti;

Modifica introdotta dal D.M. 21 maggio 2021

SCHEDE DI PROGETTO A CONSUNTIVO

L'art. 18 del D.M. 21 maggio 2021 modifica l'art. 15 del D.M. 11 gennaio 2017 e s.m.i. introducendo:

Per gli interventi per i quali è possibile individuare degli algoritmi di calcolo dei risparmi energetici addizionali, la guida prevede altresì la predisposizione di schede di progetto a consuntivo contenenti:

- a) l'elenco delle condizioni di ammissibilità da rispettare, compresi eventuali vincoli normativi;*
- b) l'elenco della documentazione da trasmettere al GSE;*
- c) l'elenco della documentazione minima da conservare in caso di controlli da parte del GSE;*
- d) nel caso di nuovi progetti, ove possibile, il valore del consumo di riferimento;*
- e) nel caso di interventi di sostituzione, le procedure per la definizione del consumo antecedente alla realizzazione del progetto;*
- f) l'algoritmo di calcolo dei risparmi.*

In via prioritaria, il GSE, in collaborazione con ENEA e RSE, predispone schede di progetto a consuntivo di cui al comma 1 per progetti nei settori civile e dei trasporti, nonché per progetti riguardanti sistemi di pompaggio, gruppi frigo, pompe di calore, impianti di produzione di energia termica, impianti di produzione di aria compressa, impianti di illuminazione e allaccio di nuove utenze a reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento efficienti.

CHIARIMENTO 4.3

Nell'Allegato 5 "Schede di progetto a consuntivo" sono riportate le schede di progetto a consuntivo. Si specifica, inoltre, che i relativi file excel di rendicontazioni sono resi disponibili nel sito istituzionale del GSE.

- **metodo standardizzato:** quantifica il risparmio energetico aggiuntivo conseguito attraverso la realizzazione del **progetto standardizzato** (di seguito PS), rendicontato sulla base di un algoritmo di calcolo e della misura diretta di un idoneo **campione rappresentativo** dei parametri di funzionamento che caratterizzano il progetto, sia nella configurazione **di baseline**, sia in quella **post intervento**, in conformità ad un progetto e ad un programma di misura approvato dal GSE, secondo quanto previsto dal punto 2 dell'Allegato 1 al Decreto e s.m.i.
Ai fini dell'ammissibilità preliminare al metodo di valutazione dei risparmi con il metodo standardizzato, è necessario dimostrare:
 - a) la replicabilità degli interventi che compongono il progetto PS in contesti simili;
 - b) la non convenienza economica del costo relativo all'installazione **e alla gestione** dei misuratori dedicati ai singoli interventi, a fronte del valore economico indicativo dei Certificati Bianchi **ottenibili dalla realizzazione del progetto, ovvero la difficoltà operativa relativa all'installazione dei misuratori dedicati ai singoli interventi per misurare i consumi e le variabili operative;**

Come verrà descritto nel dettaglio nella II Parte, l'algoritmo per il calcolo dei risparmi approvato è applicato estendendo le risultanze delle misurazioni effettuate sul campione rappresentativo, verificato in sede di presentazione dell'istanza, all'insieme degli interventi realizzati nell'ambito del progetto (di seguito perimetro del progetto). Ai fini dell'accesso al meccanismo, il PS deve aver generato **una quota di risparmio aggiuntivo non inferiore a 5 TEP** nel corso dei primi 12 mesi del periodo di monitoraggio, *“fatto salvo quanto diversamente indicato nelle tipologie di progetto PS approvate”*. Sulla base delle misurazioni effettuate sul campione rappresentativo, in conformità al programma di misura predisposto e approvato dal GSE secondo le disposizioni dell'Allegato 1 al Decreto e s.m.i., sono certificati i risparmi di energia primaria tramite la **richiesta di verifica e di certificazione standardizzata dei risparmi (RS)** conseguiti dal progetto che il soggetto proponente trasmette al GSE, unitamente alla documentazione comprovante i risultati ottenuti.

4 PROCEDURA DI VALUTAZIONE DEI PROGETTI

Il GSE, avvalendosi anche del supporto di ENEA e di RSE, svolge l'attività di valutazione delle proposte progettuali e, successivamente, della verifica e certificazione dei risparmi di energia primaria conseguiti attraverso la realizzazione dei progetti in conformità alla metodologia di valutazione a consuntivo e standardizzato.

In conformità a quanto previsto dall'art. 7 del Decreto e s.m.i., e fermo restando il rispetto della legge n. 241 del 1990, entro **30 giorni** dal ricevimento [della richiesta di valutazione preliminare \(RVP\) di cui al punto 1.7 dell'Allegato 1 al Decreto e s.m.i. e dell'istanza di accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi](#), il GSE avvia il procedimento di valutazione [della RVP o dell'istanza](#) e **nomina** contestualmente il **responsabile del procedimento** stesso.

Entro **90 giorni** dalla data di ricezione dell'istanza di incentivazione [o della RVP](#), **il GSE conclude il procedimento** di valutazione tecnico-economica delle proposte di PC o PS o delle relative RC o RS [prime o successive alla prima sulle quali siano intervenute modifiche ai sensi dell'art.7, comma 4 del Decreto e s.m.i. ai progetti precedentemente approvati](#).

[Nel caso in cui sia inviata la comunicazione preliminare, il GSE effettuerà la valutazione tecnica del progetto solo a seguito della formale presentazione dell'istanza di accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi.](#)

Al GSE è data facoltà di richiedere **documentazione integrativa** e/o informazioni aggiuntive rispetto a quelle già trasmesse dal Soggetto Proponente. In tal caso, il **Soggetto Proponente è tenuto ad inviare** la documentazione integrativa richiesta **entro 30 giorni** dal ricevimento della comunicazione del GSE. In tale ipotesi, il termine di **conclusione del procedimento** è rimodulato in **60 giorni** dalla data di ricezione da parte del GSE delle integrazioni documentali [relative alle proposte di PC o PS, alle prime RC o RS e alle RC e RS successive alla prima sulle quali siano intervenute modifiche ai sensi dell'art.7, comma 4 del Decreto e s.m.i. ai progetti precedentemente approvati](#).

In conformità a quanto previsto dall'art. 10 bis della Legge 241/90 e s.m.i., qualora nell'ambito dell'istruttoria emergano ragioni che ostano all'ammissione agli incentivi, il GSE comunica al Soggetto Proponente i **motivi del mancato accoglimento dell'istanza**, con conseguente interruzione dei termini del procedimento. Il **Soggetto Proponente può presentare** le proprie osservazioni, corredate di documenti a supporto, **entro 10 giorni** dal ricevimento della comunicazione del GSE. In conformità a quanto previsto dalla Legge 241/90 e s.m.i., laddove il Soggetto Proponente non trasmetta le osservazioni nei termini, il GSE concluderà il procedimento sulla base dei documenti in proprio possesso. In caso di comunicazione dei motivi ostativi da parte del GSE **il procedimento si concluderà:**

- **entro 60 giorni** dalla data di ricevimento delle osservazioni da parte del GSE se nell'ambito del procedimento, prima dell'invio della comunicazione dei motivi ostativi, sono state altresì richieste integrazioni documentali;
- **entro 90 giorni** dalla data di ricevimento delle osservazioni (al preavviso di rigetto) da parte del GSE se nell'ambito del procedimento **non** sono state richieste integrazioni documentali.

Tali tempistiche di conclusione del procedimento si applicano nelle valutazioni dei PC o PS, prime RC o RS e RC e RS successive alla prima sulle quali siano intervenute modifiche ai sensi dell'art.7, comma 4 del Decreto e s.m.i. ai progetti precedentemente approvati.

Modifica introdotta dal D.M. 21 maggio 2021

TEMPISTICHE DEL PROCEDIMENTO AMMINISTRATIVO

Secondo quanto prescritto dall'art.7, comma 3, del D.M. 21 maggio 2021:

Il GSE trasmette al soggetto proponente la comunicazione dell'esito della valutazione tecnica delle proposte di progetto a consuntivo (PC) o standardizzato (PS) o delle relative richieste di verifica e certificazione dei risparmi RC o RS, entro novanta giorni dalla ricezione delle stesse. Nel caso di proposte riferite a schede di progetto a consuntivo di cui all'art. 15, comma 1, ovvero di verifiche e certificazioni dei risparmi RC o RS successive alla prima, sulle quali non siano intervenute modifiche ai sensi del comma 4 ai progetti precedentemente approvati, la comunicazione di esito è trasmessa dal GSE al soggetto proponente entro quarantacinque giorni dalla ricezione delle stesse. Per le valutazioni di cui al presente decreto, il GSE può richiedere, per una sola volta, al soggetto proponente informazioni aggiuntive rispetto a quelle trasmesse. È comunque fatta salva la facoltà del proponente di fornire ulteriori informazioni integrative a supporto dell'istanza. In ogni caso, la valutazione si conclude entro sessanta giorni dalla ricezione delle informazioni integrative, ovvero quarantacinque giorni per le schede di progetto a consuntivo e le RC o RS successive alla prima.

CHIARIMENTO 5

Il GSE trasmette al soggetto proponente la comunicazione dell'esito della valutazione delle proposte e delle richieste entro 90 giorni, siano esse PC, PS, prima RC o prima RS. Tale tempistica si riduce a 45 giorni nel caso di proposte presentate secondo le modalità delle schede di progetto a consuntivo e delle relative rendicontazioni, nonché per le RC e RS successive alla prima sulle quali non sono intervenute modifiche rispetto a quanto comunicato all'atto della presentazione del PC, PS.

Nel caso in cui il GSE richieda informazioni aggiuntive, la comunicazione dell'esito della valutazione tecnica si conclude entro 60 giorni dal ricevimento delle stesse per i PC, PS e prime RC e RS, entro 45 giorni per le schede di progetto a consuntivo e le RC e RS successive alla prima. Di seguito si riporta una tabella riassuntiva:

Tempistiche valutazione del GSE dei progetti			
	Prima lavorazione	Integrazioni e osservazioni a seguito di integrazioni	osservazioni in assenza di integrazioni
PC/PS	90	60	90
Schede di progetto a consuntivo	45	45	45
RVP	90	60	90
Comunicazione preliminare	90	-	-

Tempistiche valutazione del GSE delle rendicontazioni			
	Prima lavorazione	Integrazioni e osservazioni a seguito di integrazioni	osservazioni in assenza di integrazioni
1^ RC/RS	90	60	90
RC/RS con modifiche	90	60	90
n^ RC/RS senza modifiche	45	45	45
n^ SRC	45	45	45

Tabella 3 Tempistiche valutazione del GSE dei progetti/rendicontazioni

Al fine di recepire le modifiche e aggiornamenti di cui sopra per tutti i progetti presentati prima dell'entrata in vigore del D.M. 21 maggio 2021, si specifica che:

- nel caso in cui il procedimento sia stato avviato in data antecedente al 1° giugno 2021, il GSE provvederà a recepire gli aggiornamenti e le modifiche previsti dal D.M. 21 maggio 2021. Nel caso in cui sia già stata inoltrata al soggetto proponente una richiesta di integrazione ovvero un preavviso di rigetto, si specifica che il GSE potrebbe richiedere eventualmente informazioni aggiuntive mediante una ulteriore richiesta di integrazione documentale, qualora le informazioni trasmesse non siano sufficienti a valutare l'istruttoria tenendo conto delle modifiche e degli aggiornamenti introdotti dal D.M. 21 maggio 2021. Anche in tal caso, la valutazione si concluderà entro 60 giorni dalla ricezione delle informazioni integrative, in analogia a quanto previsto dall'art. 7 comma 3 del D.M. 11 gennaio 2017 e s.m.i.;
- per i progetti non riconducibili alle tipologie della Tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e s.m.i. nella versione precedente all'entrata in vigore del D.M. 21 maggio 2021, per i quali ai sensi dell'Allegato 2 del D.M. 11 gennaio 2017 e s.m.i. il GSE ha sottoposto al Ministero [della Transizione ecologica](#) le risultanze dell'istruttoria per l'approvazione, sospendendone contestualmente il procedimento, qualora l'aggiornamento della Tabella 1 dell'Allegato 2 del D.M. 11 gennaio 2017 e s.m.i. riporti esattamente tali specifiche tipologie, anche alla luce di quanto previsto dall'Allegato 2 del D.M. 11 gennaio 2017 e s.m.i., il GSE verificherà la corrispondenza tra la tipologia di intervento proposta nel progetto e la tipologia riportata nella Tabella 1, comunicando l'esito della valutazione.

II PARTE: Istruzioni per la presentazione dei progetti PC e PS

In questa sezione si riportano le istruzioni operative per l'invio dell'istanza al GSE, le procedure per la verifica dei requisiti di ammissibilità dei progetti e la documentazione minima da inviare in fase di presentazione del PC e del PS (**Capitolo 5 REQUISITI MINIMI E ISTRUZIONI PER LA PRESENTAZIONE DEI PROGETTI PC E PS**).

Nel **Capitolo 6 IL PROGETTO A CONSUNTIVO (PC)** si specificano le indicazioni operative per l'elaborazione dei progetti di efficienza energetica, in ordine alla corretta individuazione dei confini del progetto e delle variabili operative che lo caratterizzano, alla determinazione dei risparmi energetici e all'implementazione dell'algoritmo di calcolo dei risparmi.

Nel **Capitolo 7 IL PROGETTO STANDARDIZZATO (PS)** si specificano le indicazioni operative per l'elaborazione dei progetti di efficienza energetica, in ordine alla corretta individuazione del campione rappresentativo, delle variabili operative e della caratterizzazione dell'intero perimetro del progetto, alla determinazione dei risparmi energetici e all'implementazione dell'algoritmo di calcolo dei risparmi secondo il metodo standardizzato.

5 REQUISITI MINIMI E ISTRUZIONI PER LA PRESENTAZIONE DEI PROGETTI PC E PS

Come indicato nel Capitolo 2 della I Parte, ai fini dell'accesso al meccanismo, i progetti di efficienza devono generare **risparmi energetici addizionali**, ovvero sia risparmi di energia primaria calcolati come differenza fra il consumo di baseline e il consumo energetico nella configurazione ex post, assicurando una normalizzazione delle condizioni che influiscono sul consumo energetico a parità di servizio reso.

Inoltre, i PC e PS **ovvero le relative comunicazioni preliminari/ricieste di valutazione preliminare (RVP)** devono essere presentati al GSE:

- **dal soggetto proponente**, con le modalità e alle condizioni descritte nel Capitolo 1;
- **in data precedente alla data di avvio della realizzazione dei lavori**. Di seguito si riportano i criteri per l'identificazione della data di avvio della realizzazione del progetto.

5.1 Identificazione della data di avvio della realizzazione del progetto

In base a quanto riportato all'art. 2, comma 1, lettera f), del Decreto e s.m.i., la *“data di avvio della realizzazione del progetto”* è la *“data di inizio dei lavori di realizzazione dell'intervento. Non rilevano ai fini della determinazione della data di inizio dei lavori il momento di acquisto del terreno, i lavori preparatori, quali la richiesta di permessi o la realizzazione di studi di fattibilità preliminari”*.

CHIARIMENTO 6

Ai fini della determinazione del termine ultimo per la presentazione dell'istanza di accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi, **ovvero della relativa comunicazione preliminare/riciesta di valutazione preliminare (RVP)**, la data di avvio della realizzazione del progetto corrisponde all'avvio della fase “esecutiva” di un progetto di efficienza energetica.

La fase “esecutiva” di un progetto può essere costituita da:

1. lavori di pre-installazione, quali:
 - lavori di demolizione ed opere civili, finalizzati alla preparazione del sito per l'installazione dei componenti oggetto dell'intervento di efficienza energetica;
 - smontaggio del componente da sostituire con il componente oggetto dell'intervento;
 - installazione di componenti accessori strettamente riconducibili al componente oggetto dell'intervento;
 - modifica del layout di processo per consentire l'installazione dei nuovi componenti;
2. consegna dei componenti principali oggetto dell'intervento **presso il sito oggetto di intervento**;
3. installazione dei componenti principali oggetto dell'intervento;
4. collaudo dei componenti oggetto dell'intervento.

Si precisa che, ai fini della definizione della data di avvio della realizzazione del progetto, è da considerarsi la data meno recente delle fasi sopra indicate.

ESEMPIO 1

Nel caso di progetto di efficienza energetica relativo alla sostituzione di lampade esistenti con lampade a LED, qualora la consegna delle nuove lampade avvenisse prima dei lavori di pre-

installazione da effettuare per l'installazione dei componenti, la data di avvio della realizzazione del progetto è identificabile con la data di consegna delle lampade a led (presso il sito oggetto di intervento).

Per dimostrare il rispetto del requisito sulla data di avvio il soggetto proponente dovrà fornire:

1. in sede di presentazione del PC/PS ovvero della relativa RVP, un **diagramma di Gantt** del progetto di efficienza energetica, mediante il quale siano rappresentati graficamente e opportunamente commentati le sequenze, la durata e l'arco temporale di ogni singola attività del progetto, accompagnato da una **dichiarazione** che riporti l'impegno del soggetto proponente ad inviare la documentazione attestante la data di avvio della realizzazione del progetto in sede di prima RC/RS, specificando le caratteristiche di tale documentazione. In particolare, il **soggetto** proponente dovrà identificare con quale documento comproverà la data di avvio della realizzazione del progetto. A titolo esemplificativo, in base a quale sia la prima fase "esecutiva" del progetto, possono essere identificati:
 - documento di consegna dei componenti principali oggetto dell'intervento (ad esempio documento di trasporto – DDT);
 - documentazione attestante l'avvenuto smontaggio del componente da sostituire rilasciata dal soggetto terzo che ha effettuato i lavori (ad esempio verbale di esecuzione dei lavori, affidamento dei lavori, etc.);
 - documentazione attestante le opere di demolizione, le opere civili, etc., rilasciata dal soggetto terzo che ha effettuato i lavori (ad esempio verbale di esecuzione dei lavori, affidamento dei lavori, etc.);
 - documentazione attestante l'installazione dei componenti accessori (ad esempio verbale di esecuzione dei lavori, affidamento dei lavori, etc.).
2. in sede di presentazione della prima RC/RS, la documentazione atta a comprovare la data di avvio della realizzazione del progetto già indicata in sede di presentazione del PC/PS.

ESEMPIO 2

Programmazione di un progetto e criteri di identificazione della data di avvio della realizzazione del progetto

Le fasi di un progetto possono essere descritte come segue:

1. fase di analisi mediante una diagnosi energetica;
2. proposte e identificazione del progetto;
3. richiesta di permessi;
4. progettazione;
5. **lavori di realizzazione del progetto:**
 - a. *lavori di pre-installazione:*
 - i. *lavori di demolizione ed opere civili, finalizzati alla preparazione del sito per l'installazione dei componenti oggetto del progetto;*
 - ii. *installazione di componenti accessori strettamente riconducibili al progetto;*
 - b. *consegna dei componenti principali oggetto del progetto;*
 - c. *installazione dei componenti principali oggetto del progetto;*

d. collaudo dei componenti oggetto del progetto;

6. gestione, monitoraggio e manutenzione.

In fase di presentazione di un PC/PS, la data di avvio della realizzazione del progetto coinciderà con la data minima delle sotto-fasi 5.a, 5.b, 5.c e 5.d.

Di seguito la rappresentazione grafica:

- della sequenza delle fasi del progetto di efficienza energetica;
- della data di avvio dei lavori di realizzazione del progetto;
- del periodo temporale utile per la presentazione della richiesta;
- del periodo temporale delle misure dei consumi, ai fini della determinazione del consumo di baseline, da definire secondo quanto disposto all'Allegato 1 al Decreto e s.m.i.

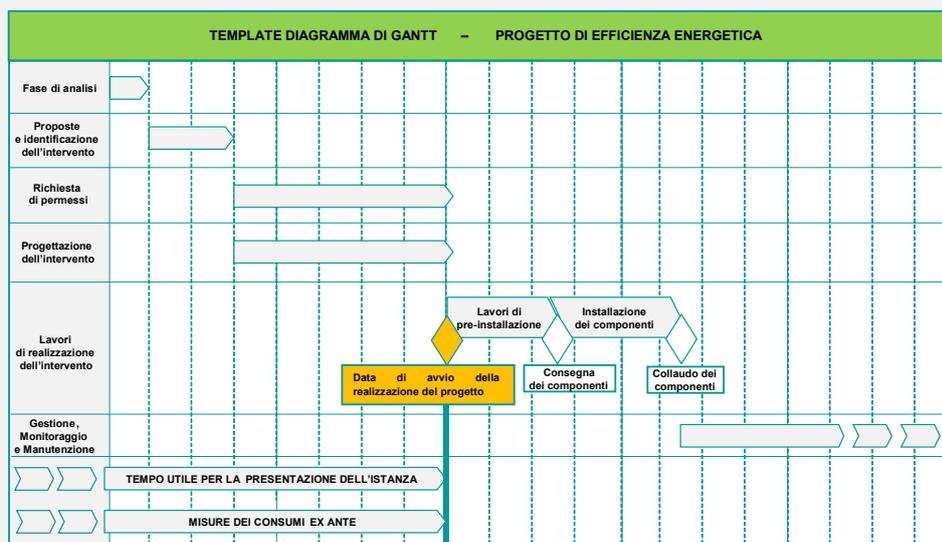


Figura 1: esempio di Gantt

Modifica introdotta dal D.M. 21 maggio 2021

DATA DI AVVIO DELLA REALIZZAZIONE DEL PROGETTO

L'Allegato 1 al punto 1.7 indica che:

La data di avvio della realizzazione del progetto deve rientrare nei primi 12 mesi dalla data di approvazione del PC, trascorsi i quali l'ammissione del progetto agli incentivi perde efficacia. Al fine di agevolare il processo di istruttoria, è data facoltà al soggetto proponente di presentare al GSE in data antecedente alla data di avvio della realizzazione del progetto:

- una comunicazione preliminare con cui lo stesso manifesta la volontà di accedere al meccanismo di incentivazione, quale preconditione necessaria per lo sviluppo del progetto. Con l'invio di tale comunicazione preliminare, il soggetto proponente si impegna altresì a presentare una successiva trasmissione formale di un PC o PS entro e non oltre 24 mesi dalla data di comunicazione preliminare. In tal caso, il GSE effettuerà la valutazione tecnica del*

progetto solo a seguito della formale presentazione dell'istanza di accesso al meccanismo dei certificati bianchi;

- b) una richiesta di valutazione preliminare (RVP) a fronte della corresponsione al GSE della tariffa di cui all'art. 8, comma 1, vigente per le proposte di progetto a consuntivo (PC) e standardizzato (PS). In tal caso, il GSE comunicherà l'esito della valutazione tecnica svolta sulla RVP secondo i tempi e le modalità di cui all'art. 7, comma 2. A valle dell'eventuale esito positivo sull'ammissibilità della RVP al meccanismo, il soggetto proponente è comunque tenuto a presentare al GSE una successiva formale istanza di accesso agli incentivi entro e non oltre 24 mesi dalla data di trasmissione della RVP evidenziando le eventuali modifiche intervenute rispetto al progetto originario, le quali, al fine di massimizzare l'efficienza dell'azione amministrativa, saranno oggetto esclusivo di una nuova valutazione istruttoria da parte del GSE.*

La comunicazione preliminare e la RVP possono essere presentate una sola volta per il progetto o per gli interventi che compongono il progetto. Decorsi i tempi dei 24 mesi di cui alle lettere precedenti, il progetto o gli interventi che compongono il progetto non potranno pertanto più accedere al meccanismo dei certificati bianchi.

Con il succitato punto, l'Allegato 1 del D.M. 21 Maggio 2021 introduce due nuove modalità facoltative di presentazione preliminare dei progetti al fine di favorire la trasmissione dei progetti garantendo il rispetto di quanto disposto dall'articolo 2, comma 1, lettera o) del D.M. 11 gennaio 2017 e s.m.i. che limita l'accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi ai progetti in cui la data di avvio della realizzazione del progetto è successiva alla data di presentazione dell'istanza di accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi.

Infatti, sia la comunicazione preliminare che la RVP richiedono l'individuazione di un numero di dati ed informazioni relative al progetto inferiori rispetto a quanto richiesto per la presentazione del relativo PC/PS. Pertanto, sarà facoltà del soggetto proponente inviare la comunicazione preliminare o la RVP prima della data di avvio della realizzazione del progetto e trasmettere il relativo PC/PS anche in data successiva alla data di avvio, fermo restando che:

- il PC/PS dovrà comunque essere trasmesso entro i 24 mesi dalla data di comunicazione preliminare o di trasmissione della RVP;
- nel caso sia presentata una RVP, quest'ultima deve essere oggetto di esito positivo da parte del GSE.

La comunicazione preliminare e la RVP consentiranno al soggetto proponente di inviare i dati e le informazioni relative al progetto disponibili alla data di presentazione superando le difficoltà legate, ad esempio, all'assenza di dati progettuali definitivi individuabili soltanto nella fase di progettazione esecutiva.

Le modalità di presentazione della comunicazione e della RVP sono disponibili dal GSE sul proprio sito istituzionale.

CHIARIMENTO 6.1

La comunicazione preliminare dovrà essere trasmessa dal soggetto proponente mediante una dichiarazione sostitutiva di atto notorio in cui siano indicati i dati minimi necessari ad inquadrare il progetto proposto, in particolare:

- Soggetto Proponente;
- Soggetto Titolare;
- Sito oggetto d'intervento;
- Tipologia d'intervento (identificabile tra le tipologie previste nella "TABELLA 1 – Tipologie degli interventi" del D.M.);
- Breve descrizione dell'intervento per identificare le parti di impianto/processo coinvolte nel progetto.

Per ulteriori dettagli si rimanda al format della comunicazione preliminare disponibile sul sito istituzionale del GSE.

ESEMPIO 1

In una palazzina ad uso uffici si prevede la completa sostituzione delle lampade attualmente presenti con lampade a LED. La consegna nel sito oggetto d'intervento del primo lotto di lampade è stabilita tra circa un mese, ma tale tempistica non è sufficiente per concludere il monitoraggio dei consumi ante intervento in tutte le zone.

Non essendo disponibili tutti i dati di consumo ante intervento necessari per la trasmissione di un progetto a consuntivo, il soggetto proponente potrà trasmettere una comunicazione preliminare [in data antecedente alla](#) data di avvio della realizzazione che, nel caso in esame, è rappresentata dalla consegna in sito del primo lotto di lampade.

Il soggetto proponente, a seguito della trasmissione della comunicazione preliminare, avrà 24 mesi di tempo [per inviare il](#) progetto a consuntivo.

ESEMPIO 2

In un sito produttivo si prevede l'imminente sostituzione di uno dei generatori di calore e si vuole avere accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi.

In particolare, per esigenze produttive la dismissione del generatore ante intervento verrà effettuata nell'arco della prossima settimana e, pertanto, tale attività determinerà la data di avvio della realizzazione dell'intervento.

Non essendo disponibili i dati e le informazioni minime necessarie per la trasmissione di un progetto a consuntivo, il soggetto proponente potrà trasmettere la comunicazione preliminare [in data antecedente alla](#) data di avvio della realizzazione.

Il soggetto proponente, a seguito della trasmissione della comunicazione preliminare, avrà 24 mesi di tempo [per inviare il](#) progetto a consuntivo.

CHIARIMENTO 6.2

La richiesta di valutazione preliminare (RVP) dovrà essere trasmessa dal soggetto proponente e dovrà contenere l'individuazione del soggetto titolare e del sito d'intervento, nonché tutte le

informazioni utili ad inquadrare l'intervento proposto, il programma di misura e l'algoritmo di calcolo dei risparmi.

Per ulteriori dettagli si rimanda al format della RVP disponibile sul sito istituzionale del GSE.

La RVP è particolarmente utile per quegli interventi non compresi nella Tabella 1 dell'Allegato 2 al [Decreto e s.m.i](#) oppure per gli interventi per i quali risultano dei dubbi sulla corretta individuazione del programma di misura e dell'algoritmo di calcolo dei risparmi.

ESEMPIO 3

Si vuole effettuare un intervento di efficientamento integrato di una macchina continua utilizzata per la produzione di cartoncino. L'intervento, tramite la sostituzione di diversi componenti della macchina continua, permetterà un risparmio di vapore e di energia elettrica. Il soggetto titolare, prima di effettuare gli ordini d'acquisto per la fornitura e posa in opera dei nuovi componenti, vuole avere una conferma della corretta identificazione del programma di misura e dell'algoritmo di calcolo dei risparmi in modo tale da avere una stima più accurata dei titoli di efficienza energetica ottenibili dall'intervento.

Tramite il soggetto proponente potrà avvalersi della RVP [che potrà trasmettere quest'ultima in data antecedente alla](#) data di avvio della realizzazione che, nel caso in esame, non è ancora identificabile in quanto non sono stati ancora emessi gli ordini d'acquisto e non sono stati ancora realizzati eventuali lavori preparatori del sito oggetto di intervento.

A seguito della trasmissione della RVP, inizierà l'iter di valutazione della stessa. Nel caso in cui il GSE comunichi l'esito di accoglimento, il soggetto proponente avrà 24 mesi di tempo per [inviare il](#) progetto a consuntivo dalla data di trasmissione della RVP. Nel progetto a consuntivo dovranno essere evidenziate le eventuali modifiche intervenute rispetto al progetto originario, le quali, al fine di massimizzare l'efficienza dell'azione amministrativa, saranno oggetto esclusivo di una nuova valutazione istruttoria da parte del GSE.

5.2 Procedura informatica per l'accesso al meccanismo

L'istanza per l'accesso al meccanismo relativa sia ai PC, sia ai PS, [ovvero le relative comunicazioni preliminari/richieste di valutazione preliminare \(RVP\)](#), devono essere inviate dal soggetto proponente al GSE esclusivamente mediante il Portale "Efficienza Energetica", [salvo news di modifica delle modalità di trasmissione pubblicate sul sito istituzionale del GSE](#).

Ai fini dell'accesso al Portale "Efficienza Energetica" il **Soggetto Proponente** e il **Soggetto Titolare**, qualora non coincidenti, **devono preliminarmente registrarsi sul Portale del GSE nella sezione "Area Clienti"** (<https://areaclienti.gse.it/nac-public/registration>).

Il Portale del GSE rilascia all'Utente le credenziali personali di accesso (User ID e Password) nonché un codice identificativo univoco da utilizzare per la registrazione di eventuali ulteriori utenti. Le credenziali di accesso e il codice identificativo univoco, essendo personali, non devono essere cedute a terzi. Il Soggetto Proponente e il Soggetto Titolare sono tenuti a conservare le credenziali e il codice identificativo univoco così ottenuti con la massima diligenza, a mantenerli segreti, riservati e sotto la propria responsabilità nel rispetto dei principi di correttezza e buona fede in modo da non arrecare danni al GSE o a terzi. Il GSE è esonerato da qualsivoglia responsabilità per le conseguenze pregiudizievoli di qualsiasi

natura o per i danni, diretti o indiretti, che fossero arrecati a causa dell'utilizzo delle credenziali e, in generale, dell'utilizzo abusivo, improprio o comunque pregiudizievole, e pertanto il Soggetto Proponente e il Soggetto Titolare sono tenuti a risarcire il GSE per qualsiasi eventuale danno che dovesse sopportare a seguito di tali eventi.

Le modalità per la compilazione degli appositi moduli previsti nel Portale dei Certificati Bianchi sono dettagliate nella Guida all'applicazione web disponibile sul portale stesso. Al termine della compilazione di tutti i campi obbligatori previsti sul Portale, il Soggetto Proponente ed il Soggetto Titolare, qualora non coincidente con il Soggetto Proponente, devono scaricare la dichiarazione sostitutiva di atto notorio (ai sensi del D.P.R. 445/2000) attestante la veridicità dei dati dichiarati, siglarla in ogni sua pagina, sottoscriverne l'ultima in segno di integrale assunzione di responsabilità e ricaricarla sul Portale. La dichiarazione sostitutiva è generata automaticamente dal sistema sulla base dei dati inseriti ed è resa disponibile e scaricabile solo a seguito dell'inserimento di tutti i dati richiesti. L'invio della richiesta è reso possibile solo successivamente all'avvenuto caricamento della succitata dichiarazione, debitamente sottoscritta, e di tutti gli allegati richiesti.

5.3 Documentazione da trasmettere in sede di presentazione dei progetti PC e PS

Al fine di individuare le caratteristiche del progetto, il consumo di baseline e le variabili operative che contraddistinguono il processo o servizio energetico, è necessario che la proposta progettuale (PC o PS o [relative RVP](#)) sia conforme a quanto indicato all'Allegato 1 al Decreto e s.m.i. e che venga trasmessa completa delle seguenti informazioni e documenti:

- a. **informazioni relative al soggetto proponente** (nome o ragione sociale, indirizzo, ruolo e attività svolte nell'ambito del progetto) e **al soggetto titolare**, qualora diverso dal proponente;
- b. **informazioni relative all'impianto**, all'edificio o al sito presso cui viene realizzato il progetto di efficienza energetica (indirizzo, codice catastale, attività svolte nell'ambito del progetto, codice ATECO ove applicabile), ivi incluse le informazioni relative al soggetto titolare o al soggetto che ha la disponibilità dell'impianto e/o del sito;
- c. **relazione tecnica** del progetto, contenente le informazioni minime specificate nei Capitoli 6 e 7. Alla relazione tecnica, inoltre, dovrà essere allegata idonea documentazione comprovante:
 - i. che il progetto proposto non è ancora stato realizzato alla data di presentazione dell'istanza [ovvero della richiesta di valutazione preliminare \(RVP\)](#). Come descritto al paragrafo 5.1, il soggetto proponente, al fine di consentire l'identificazione della data di avvio della realizzazione dei lavori, dovrà fornire in sede di presentazione della proposta progettuale:
 - **Diagramma di Gantt del progetto di efficienza energetica**, mediante il quale siano rappresentati graficamente e opportunamente commentati le sequenze, la durata e l'arco temporale di ogni singola attività del progetto;
 - Idonea **documentazione attestante l'implementazione delle singole attività della fase "lavori di realizzazione dell'intervento"**. In particolare, in base allo specifico progetto, il soggetto proponente dovrà fornire idonea documentazione utile a comprovare il cronoprogramma dei lavori di realizzazione dell'intervento;
 - ii. le caratteristiche tecniche dei sistemi e delle tecnologie che costituiscono il progetto di efficienza energetica e il progetto di riferimento;

- iii. la misura dei consumi energetici nella situazione ante intervento [per i PC/PS ovvero le modalità previste di implementazione del sistema di misura per le RVP](#) e la stima dei consumi post intervento, secondo quanto descritto nei Capitoli 6 e 7;
- iv. ai fini statistici, stima dei costi strettamente riconducibili al progetto di efficienza energetica che si sosterranno per la realizzazione e gestione del progetto stesso.
Ai fini della stima dei costi di realizzazione del progetto di efficienza energetica, sono considerate le seguenti voci, esclusivamente ove strettamente riconducibili al nuovo investimento di efficienza energetica:
 - opere murarie e assimilate;
 - macchinari, impianti e attrezzature e relativa installazione o posa in opera;
 - programmi informatici commisurati alle esigenze produttive e gestionali dell'impresa proponente, funzionali al monitoraggio dei consumi energetici nell'attività svolta attraverso gli impianti o negli immobili facenti parte dell'unità produttiva interessata dal programma la cui disponibilità sia riferibile esclusivamente al soggetto titolare del progetto;
 - progettazione esecutiva degli interventi e delle opere da realizzare, attività di direzione dei lavori, di collaudo e di sicurezza connesse con la realizzazione del programma d'investimento;
 - oneri finanziari e i costi indiretti.
- v. nel caso dei PS, sono forniti elementi riguardo la non convenienza economica dell'investimento relativo all'installazione e [alla gestione dei misuratori dedicati ai singoli interventi, a fronte del valore economico indicativo dei Certificati Bianchi ottenibili dalla realizzazione del progetto, ovvero elementi inerenti la difficoltà operativa relativa all'installazione dei misuratori dedicati ai singoli interventi per misurare i consumi e le variabili operative](#);
- vi. copia della diagnosi energetica del sito o dei siti oggetto dell'intervento, qualora si intenda avvalersi della riduzione del corrispettivo fisso dovuto al GSE [oppure del risparmio energetico addizionale disciplinato al punto 1.5 dell'Allegato 2 al Decreto e s.m.i.](#);
- vii. qualora il soggetto titolare del progetto intenda avvalersi della riduzione del corrispettivo fisso dovuto al GSE in fase di avvio del procedimento, è tenuto ad allegare alla richiesta una dichiarazione in forma sostitutiva di atto notorio ai sensi del D.P.R n.445/2000, attestante il diritto a godere dell'agevolazione suddetta, fatto salvo quanto previsto all'Allegato 1, punto 8.2, al Decreto e s.m.i.;
- viii. dichiarazione, [controfirmata dal soggetto proponente e dal soggetto titolare](#), attestante di non incorrere nel divieto di cumulo di cui all'art. 10 del Decreto e s.m.i.;
- ix. nel caso in cui il soggetto proponente del progetto sia un soggetto obbligato alla nomina del Responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia ai sensi dell'articolo 19 della legge 9 gennaio 1991, n. 10, idonea documentazione comprovante l'avvenuta nomina per l'anno in corso. Tale requisito deve essere rispettato per tutta la durata della vita utile del progetto, [ricorrendo alla nomina volontaria laddove l'obbligo venisse meno](#), e può essere soggetto a verifica in sede ispettiva. [Quanto indicato al presente punto è applicabile anche al soggetto titolare. Fermo restando il rispetto dei predetti requisiti, il soggetto titolare, nel rispetto del principio dell'autonomia contrattuale, può variare nel tempo il soggetto individuato](#);

Nei Capitoli successivi si riportano le informazioni di dettaglio per la redazione dei PC (Capitolo 6) e PS (Capitolo 7).

6 IL PROGETTO A CONSUNTIVO (PC)

Ai sensi del Decreto e s.m.i., il metodo a consuntivo consente di quantificare il risparmio addizionale conseguibile mediante il progetto di efficienza energetica realizzato dal medesimo soggetto titolare su uno o più stabilimenti, edifici o siti comunque denominati, in conformità ad un programma di misura predisposto secondo quanto previsto dal punto 1 dell'Allegato 1 al Decreto e s.m.i.

Il metodo di valutazione a consuntivo quantifica il risparmio energetico addizionale conseguito attraverso la realizzazione del PC tramite una **misurazione puntuale delle grandezze caratteristiche**, sia nella configurazione ex ante sia in quella ex post.

Ai fini dell'accesso al meccanismo, un PC deve aver generato **una quota di risparmio addizionale non inferiore a 10 TEP** nel corso dei primi 12 mesi del periodo di monitoraggio.

Sulla base della misurazione effettuata in conformità al programma di misura relativo al PC, predisposto secondo quanto indicato dall'Allegato 1 al Decreto e s.m.i. e approvato dal GSE, sono certificati i risparmi di energia primaria conseguiti dal progetto. A tal fine il soggetto proponente trasmette al GSE la RC, secondo quanto previsto al punto 5 dell'Allegato 1 al Decreto e s.m.i.

In ottemperanza a quanto previsto al punto 4 dell'Allegato 1 al Decreto e s.m.i., il PC deve contenere, pena inammissibilità, le informazioni minime già descritte nel paragrafo 5.3, rese dal proponente del progetto in forma sostitutiva di atto notorio ai sensi del D.P.R. n. 445/2000. Al fine di agevolare la presentazione del progetto, di seguito si riportano i contenuti minimi da inserire nella Relazione tecnica di progetto PC.

6.1 Descrizione del contesto

Al fine di avere un corretto inquadramento del contesto in cui verrà effettuato l'intervento di efficienza energetica, è opportuno fornire una descrizione dell'attività produttiva degli stabilimenti (materie prime e vettori energetici utilizzati, prodotti realizzati, etc.), e delle principali attività svolte negli edifici o siti comunque denominati.

A supporto di quanto descritto è opportuno:

1. prevedere degli allegati che consentano di identificare le aree oggetto di intervento;
2. riportare gli schemi dei sistemi di produzione/prelievo dell'energia elettrica e termica;
3. riportare gli schemi dei flussi energetici e di materia del processo nella situazione ante/di riferimento e post intervento.

6.2 Descrizione del progetto

La descrizione dettagliata del progetto di efficientamento e/o degli interventi che lo costituiscono, nonché dei processi interessati, dovrà evidenziare le differenze **tra la situazione** ante/di riferimento e post intervento, indicando il contributo di ciascun sistema/tecnologia all'ottimizzazione energetica rispetto alla configurazione di riferimento.

Tale descrizione dovrà essere corredata da allegati tecnici quali: documentazione attestante le caratteristiche tecniche dei sistemi e delle tecnologie (schede tecniche, manuali tecnici, etc.); schemi d'impianto evidenziando la strumentazione di misura; bilanci di sintesi di materia e di energia che

interessano il processo produttivo; costi di realizzazione strettamente riconducibili al progetto; calcoli illuminotecnici nella situazione ante/di riferimento e post intervento, etc.

In fase di presentazione del progetto il soggetto proponente dovrà indicare le motivazioni per le quali si vuole effettuare l'intervento e se vi sono motivi ulteriori all'efficienza energetica in base alle quali è stato effettuato l'intervento (es. adeguamento normativo, adeguamento delle caratteristiche del prodotto per ragioni di mercato, modifica della capacità produttiva, manutenzione ordinaria / straordinaria, sostituzione dell'apparecchiatura per usura / obsolescenza, [progetti realizzati ai sensi dell'art. 8, comma 3 del decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102 che generano risparmi aggiuntivi](#)).

6.3 Tipologia e settore di intervento

Indicare la tipologia d'intervento del progetto ed il settore di riferimento, secondo la Tabella 1 del Decreto e s.m.i., riportando in maniera sintetica quali sono le motivazioni per le quali si è effettuata tale scelta.

Modifica introdotta dal D.M. 21 maggio 2021

DEFINIZIONE DELLA VITA UTILE NEL CASO DI MULTINTERVENTO PC

L'Allegato 1 al punto 1.2 indica che:

Ai fini dell'accesso al meccanismo, qualora il PC di cui al punto 1.1 sia costituito da più interventi, questi ultimi dovranno essere oggetto di richieste di verifica e certificazione dei risparmi "RC" che rendano espliciti i risparmi aggiuntivi imputabili ai singoli interventi aventi la medesima data di inizio del periodo di monitoraggio.

CHIARIMENTO 7

I PC potranno essere costituiti da più interventi anche caratterizzati da vita utile differente. Tali PC dovranno avere programmi di misura tali da poter suddividere i risparmi generati dai singoli interventi proposti, al fine di rendicontare nelle RC gli interventi per il loro caratteristico numero di anni di vita utile. Si segnala, inoltre, che le rendicontazioni, per ciascun intervento, dovranno presentare la medesima data di inizio del periodo di monitoraggio. La somma dei risparmi generati dagli interventi che costituiscono il PC, nel corso dei primi 12 mesi del periodo di monitoraggio, deve raggiungere una quota di risparmio aggiuntivo non inferiore a 10 TEP.

ESEMPIO 1

In uno stabilimento industriale si vuole modificare la sezione di trattamento dei fumi. In particolare, si vogliono sostituire i filtri a manica con dei nuovi filtri che necessitano di un minor consumo energetico per la loro pulizia e si vuole installare un sistema di recupero di calore dalle fumaie.

Tali interventi rientrano rispettivamente nelle seguenti tipologie indicate nella Tabella 1 dell'Allegato 2 al D.M. 21 maggio 2021:

- sostituzione di "Sistemi per il trattamento degli effluenti gassosi" con 7 anni di vita utile;
- "altri sistemi di recupero del calore" con 3 anni di vita utile.

Impostando il programma di misura in maniera tale da poter misurare in maniera distinta i risparmi generati dai due interventi, sarà possibile rendicontare l'intervento relativo al recupero di calore per i 3 anni di vita utile e l'intervento relativo alla sostituzione dei filtri a manica per i 7 anni di vita utile. In particolare, con rendicontazioni annuali:

- le prime 3 RC renderanno i risparmi generati da entrambi gli interventi;
- le successive 4 RC renderanno il solo intervento relativo alla sostituzione dei filtri a manica.

6.4 Progetti di efficienza energetica con effetti su progetti in corso di incentivazione

Nel caso in cui presso lo stesso sito/edificio sono stati realizzati, o sono in corso di realizzazione, ulteriori progetti di efficienza energetica, che godano o meno di incentivazione, il soggetto proponente fornirà una descrizione di tali progetti, indicando, eventualmente, il codice PPPM/PC a cui fanno riferimento ed evidenziando nelle planimetrie i confini degli interventi, con le relative interconnessioni con il progetto in oggetto.

6.5 Confini del progetto e programma di misura

In fase di presentazione del PC **ovvero della relativa RVP**, il soggetto proponente dovrà fornire una descrizione dettagliata del programma di misura implementato per la misurazione del consumo nella situazione ante intervento, qualora non si tratti di una installazione ex novo **oppure di una delle differenti casistiche introdotte dal punto 1.3 dell'Allegato 1 al D.M. 21 maggio 2021**, e di quello che sarà implementato al fine di misurare tutte le grandezze necessarie alla determinazione dei risparmi di energia primaria conseguibili dal progetto.

6.6 Definizione del programma di misura

Come disposto al punto 1.3 dell'Allegato 1 al Decreto e s.m.i., dovranno essere presentate le misure dei consumi **e delle variabili operative** relative ad un periodo almeno pari a 12 mesi precedenti la data di avvio della realizzazione del progetto **con frequenza di campionamento almeno giornaliera**. Tali misurazioni saranno trasmesse tramite il portale "Efficienza Energetica" messo a disposizione dal GSE (<https://applicazioni.gse.it/>) che prevede l'inserimento dei dati separatamente per ogni intervento che costituisce il progetto. **È inoltre necessaria l'analisi delle variabili operative che influenzano il consumo del sistema oggetto d'intervento, basata sul monitoraggio delle variabili stesse. A titolo esemplificativo e non esaustivo, l'analisi dei parametri di funzionamento può includere la verifica di eventuali variazioni del consumo specifico al variare delle quantità prodotte.**

Modifica introdotta dal D.M. 21 maggio 2021

CONSUMO DI BASELINE

L'Allegato 1 al punto 1.3 indica che:

Ai fini della determinazione del consumo di baseline, il proponente dovrà considerare le misure dei consumi e delle variabili operative relative ad un periodo almeno pari a 12 mesi precedenti la realizzazione del progetto, con frequenza di campionamento almeno giornaliera. In ogni caso il

proponente del progetto è tenuto ad effettuare una analisi atta ad identificare le variabili operative che influenzano il consumo del sistema oggetto di intervento ed una misura degli stessi.

È ammesso un periodo ed una frequenza di campionamento inferiore nei seguenti casi:

- a) qualora il proponente dimostri che le misure proposte siano rappresentative dei consumi annuali, ovvero del range annuale dei parametri di funzionamento che influenzano il consumo;*
- b) qualora dalle schede tecniche di prodotto, o da altra opportuna documentazione tecnica, o dalle misure effettuate per un periodo inferiore ai 12 mesi o con frequenza non giornaliera risulti che il consumo ex ante è superiore a quello di riferimento. In tal caso è data facoltà al soggetto proponente di poter optare per il consumo di riferimento.*

Nel caso di interventi per i quali si verifica una modifica del servizio reso, tra la situazione ex ante e la situazione ex post, tale per cui non sia possibile effettuare una normalizzazione delle condizioni che influiscono sul consumo energetico, gli stessi si configurano come nuova installazione e pertanto il consumo di baseline è pari al consumo di riferimento.

Nel caso di nuovi impianti, edifici o siti comunque denominati e, dunque, in mancanza di valori di consumi energetici nella situazione ante intervento, il consumo di baseline è pari al consumo di riferimento.

Con il succitato punto, viene modificato l'Allegato 1 del D.M. 11 gennaio 2017 prescrivendo, per la determinazione del consumo di baseline per interventi di "Sostituzione" ed "Efficientamento integrato", il monitoraggio dei consumi e delle variabili operative per un periodo pari ad almeno 12 mesi precedenti la realizzazione del progetto con frequenza di campionamento almeno giornaliera. È inoltre necessaria l'analisi delle variabili operative che influenzano il consumo del sistema oggetto d'intervento, basata sul monitoraggio delle variabili stesse. A titolo esemplificativo e non esaustivo, l'analisi dei parametri di funzionamento può includere la verifica di eventuali variazioni del consumo specifico al variare delle quantità prodotte.

CHIARIMENTO 8

Si prevede la possibilità di effettuare un monitoraggio dei consumi energetici e delle variabili operative della situazione ante intervento per un periodo inferiore ai 12 mesi e con una frequenza diversa da quella giornaliera, ad esempio con periodo di monitoraggio di 3 mesi e con frequenza settimanale, nel caso in cui il proponente dimostri che le misure proposte siano rappresentative dei consumi annuali.

ESEMPIO 1

Nel caso di un progetto di efficienza energetica relativo alla sostituzione di lampade esistenti con lampade a LED all'interno di un capannone industriale nel quale si riscontrano orari di accensione e spegnimento pressoché costanti, assenza di sistemi di regolazione del flusso luminoso, malfunzionamenti delle lampade oggetto di sostituzione o qualsivoglia condizione che possa alterare la certa individuazione della potenza delle lampade installate, sarà possibile effettuare un monitoraggio di soli 3 mesi con frequenza settimanale o altresì ridurre il periodo di monitoraggio a sole due settimane con frequenza giornaliera.

CHIARIMENTO 8.1

Si prevede la possibilità di utilizzare come consumo di baseline per interventi di sostituzione il consumo di riferimento in luogo del consumo ex ante, nel caso in cui l'operatore dimostri, tramite le schede tecniche di prodotto (es. schede tecniche, etc.), o da altra opportuna documentazione tecnica (es. prove fumi per interventi relativi a sostituzione di generatori di calore, etc.), o dalle misure effettuate per un periodo inferiore ai 12 mesi o con frequenza non giornaliera, che il consumo ex ante sia superiore a quello di riferimento.

Pertanto, tale possibilità consente al soggetto proponente del progetto di non effettuare un monitoraggio dei consumi energetici e delle variabili operative per la situazione ante intervento o di effettuare un monitoraggio per un periodo ridotto.

ESEMPIO 2

Nel caso di un progetto relativo alla sostituzione di un generatore di vapore, per il quale, attraverso le prove fumi, si dimostra che il generatore presente nella situazione ante intervento ha un rendimento inferiore, ad esempio pari all'85%, al rendimento di riferimento riportato nelle Guide Settoriali, pari al 92%, si potrà utilizzare come rendimento di baseline quello riportato nelle Guide Settoriali e non sarà pertanto necessario effettuare il monitoraggio della situazione ante intervento.

CHIARIMENTO 8.2

Si specifica che per gli interventi nei quali vi sia la modifica del servizio reso tra la situazione ex ante e quella ex post (es. condizioni di esercizio, potenza degli impianti, producibilità, fabbisogno di energia, etc.) e nei quali la modifica del servizio reso non sia normalizzabile, ovvero non sia possibile rendere rappresentativi, con opportuni coefficienti di aggiustamento, i consumi ex ante rispetto alla situazione ex post, gli stessi si configurano come nuova installazione. In tal caso, il consumo di baseline sarà pari al consumo di riferimento e la vita utile dell'intervento sarà quella stabilita per gli interventi che si configurano come una nuova installazione.

La possibilità di normalizzare i consumi ante intervento rispetto alle condizioni post intervento dovrà essere valutata per i singoli progetti in funzione delle variabili che influiscono sulla rendicontazione dei risparmi. Infatti, come disposto sempre al punto 1.3 dell'Allegato 1 *"In ogni caso il proponente del progetto è tenuto ad effettuare una analisi atta ad identificare le variabili operative che influenzano il consumo del sistema oggetto di intervento ed una misura degli stessi"*.

ESEMPIO 3

Si consideri il caso di una sostituzione di un forno fusorio del vetro di tipologia "end port", il quale nella situazione ante intervento è sempre stato esercito con una produzione giornaliera di 200 ton, con un forno di tipologia "end port" ma con producibilità giornaliera

media prevista di 300 ton, che non preveda, invece, modifiche legate alla tipologia di materie prime in ingresso e alle tipologie di bottiglie prodotte.

Dal monitoraggio effettuato nella situazione ante intervento, anche se di durata annuale e con frequenza giornaliera, non è possibile ricostruire la variazione del consumo specifico in funzione delle quantità prodotte in quanto il forno ha sempre funzionato nell'intorno delle 200 ton/g.

Con il monitoraggio ex ante è possibile calcolare il solo consumo specifico medio relativo alle 200 ton/g che, nel caso specifico, risulta essere pari a 5 GJ/ton.

Pertanto, non potendo normalizzare i consumi ante intervento in funzione della producibilità prevista nella situazione post intervento, il valore di baseline da adottare sarà pari al consumo specifico di riferimento riportato nelle Guide settoriali e pari a 4,4 GJ/ton per 300 ton/g e l'intervento si configurerà come nuova installazione e dunque con vita utile di 10 anni.

Si specifica, inoltre, che nel caso in cui si prevedono nella situazione ex post scostamenti dalla produzione giornaliera media di 300 ton/g dovrà essere calcolata la variazione del consumo specifico di baseline in funzione della producibilità attraverso l'intercetta dei valori di consumo specifico riportati nella "Tabella 16: Consumi specifici di riferimento dei forni" della Guida Settoriale "Il settore industriale della produzione di vetro e prodotti in vetro".

CHIARIMENTO 8.3

Nella descrizione del programma di misura deve essere evidenziato lo strumento di misura previsto/utilizzato per ogni grandezza rilevata, associando ad ognuno di essi un codice progressivo che ne consenta l'univoca individuazione sugli schemi allegati anche semplificati (ad esempio in caso di progetto di efficienza energetica in fase di progettazione).

Per ciascun punto di misura/derivazione, è necessario indicare:

- **numerazione progressiva;**
- **tipologia** dello strumento di misura;
- **unità di misura** del parametro misurato/derivato;
- **criterio di determinazione** (misurato/derivato): ciascuna grandezza può essere misurata in maniera diretta o derivata, ove possibile, a partire da misure dirette di altre grandezze della stessa tipologia (es. la portata di vapore prelevata da un collettore può essere ricavata come differenza tra le misure della portata di vapore immessa nel collettore e quella degli altri prelievi). Si sottolinea che, qualora alcune delle grandezze utilizzate nei calcoli siano state derivate, tutti i punti di misura utilizzati devono essere indicati nelle tabelle, al fine di poter verificare la correttezza dei criteri di derivazione adoperati;
- **criterio di derivazione** della grandezza: nel caso in cui la specifica grandezza sia stata derivata, è necessario indicare il criterio utilizzato;
- **osservazioni:** qualsiasi informazione utile relativa al parametro analizzato o allo strumento utilizzato.

Infine, si segnala che il posizionamento della strumentazione deve garantire la corretta misurazione delle grandezze necessarie, escludendo gli effetti di altri progetti di efficienza non oggetto di valutazione [qualora si dichiari la mancata sovrapposizione tra questi ultimi e il progetto in valutazione.](#)

ESEMPIO 4

Di seguito è riportato un prospetto di compilazione delle informazioni del programma di misura di un progetto relativo all'installazione di una nuova caldaia ad acqua calda alimentata a gas naturale. Per completezza, inoltre, è riportato lo schema semplificato del programma di misura con indicazione dei misuratori stessi.

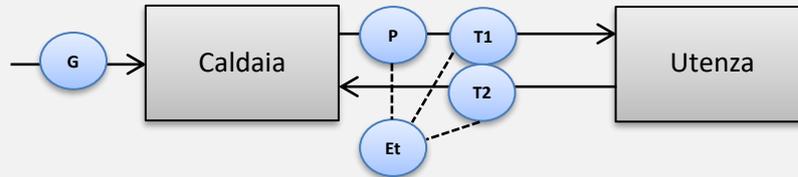


Figura 2: schema semplificato del programma di misura per una caldaia a gas naturale

Numero progressivo	1	2	3	4	5
Codice per elaborati grafici	G	P	T1	T2	Et
Marca	Marca 1	Marca 1	Marca 1	Marca 1	Marca 1
Modello	Modello 1	Modello 2	Modello 3	Modello 3	Modello 4
Matricola	Matricola 1	Matricola 2	Matricola 3	Matricola 4	Matricola 5
Grandezza misurata	Portata	Portata	Temperatura	Temperatura	Energia termica
Tipo di fluido	Gas naturale	Acqua calda	Acqua calda	Acqua calda	--
Tipologia	Volumetrico	Volumetrico	Sonda	Sonda	Conta calorie
Unità di misura	Sm ³ /h	l/s	°C	°C	kcal
Criterio di determinazione	Misurato	Misurato	Misurato	Misurato	Derivato
Criterio di derivazione	--	--	--	--	Et = D x P x Cp x (T1 - T2) x Σt * D = Densità [kg/l] * Cp = Calore specifico [kcal/kg °C] * Σt = tempo [s]
Osservazioni	nessuna	nessuna	nessuna	nessuna	nessuna

Tabella 4: prospetto del programma di misura

6.7 Variabili operative del processo

Per effettuare la normalizzazione dei consumi di baseline rispetto alle effettive condizioni di esercizio nella configurazione post intervento è richiesta un'analisi delle variabili operative che influenzano il consumo energetico. L'analisi, condotta sulla base delle misurazioni nelle condizioni ante intervento e sulla base di documentazione tecnica di riferimento, dovrà consentire l'individuazione di tali variabili e la definizione delle relazioni, qualitative e quantitative, con i consumi energetici del sistema oggetto di intervento. Tali variabili possono essere sia booleane, ad esempio riferite alla presenza o meno di determinate condizioni, sia qualitative, qualora ci si riferisca al valore assunto da un determinato parametro (es. temperatura fumi, capacità produttiva, tipologia prodotto).

ESEMPIO 5

Modalità di presentazione dei parametri che influenzano il consumo di energia per un progetto relativo alla sostituzione di un estrusore per la produzione di profili in plastica.

Data della misura ex ante	Consumo energia elettrica <i>kWh</i>	Variabili operative - produzione <i>kg/g</i>	Consumo specifico <i>kWh/kg</i>
03/01/2018	1.600	48	33
04/01/2018	1.610	54	30
07/01/2018	1.514	46	33
08/01/2018	1.665	62	27
09/01/2018	1.712	60	29
10/01/2018	1.621	50	32
11/01/2018	1.570	52	30
14/01/2018	1.620	58	28
17/01/2018	1.780	79	23
21/01/2018	1.749	65	27
22/01/2018	1.716	64	27
23/01/2018	1.668	56	30
24/01/2018	1.528	47	33

Tabella 5: misure ex ante dei consumi di energia e delle variabili operative

Dall'analisi dei dati rilevati, riportando in un grafico i consumi di energia elettrica in funzione della produzione, è riscontrabile una correlazione di tipo polinomiale tra le due variabili indicate.

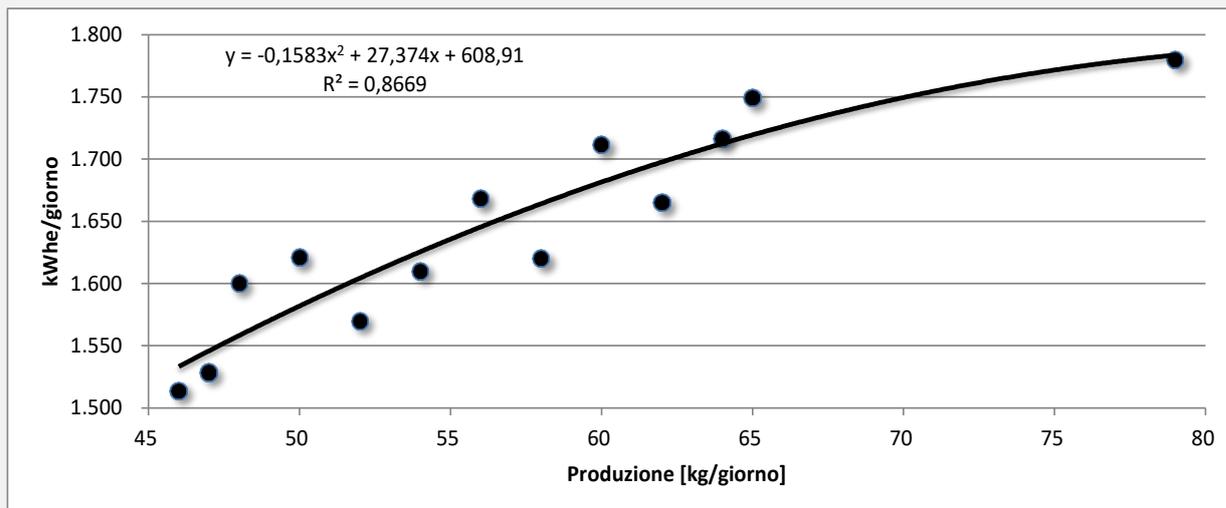
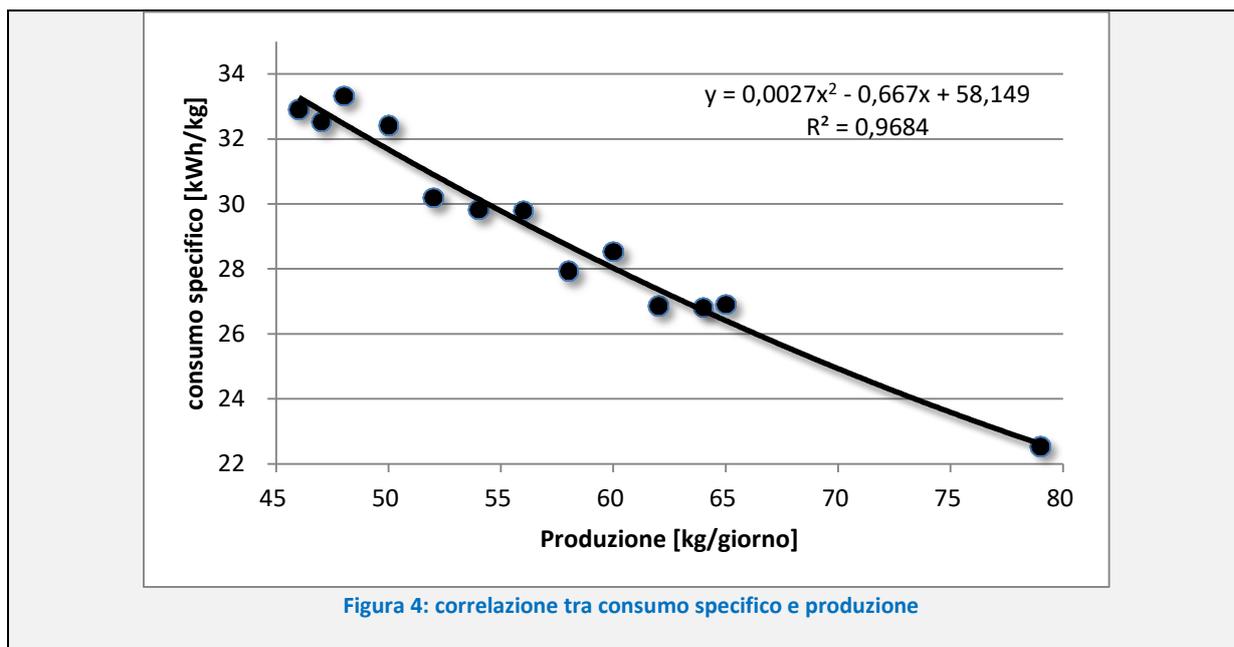


Figura 3: correlazione tra consumo di energia elettrica e produzione

Inoltre, riportando in un grafico i dati di consumo specifico in funzione della produzione, è evidente una correlazione di tipo polinomiale con un R^2 superiore alla interpolazione di cui al precedente grafico. Pertanto, in fase di normalizzazione dei consumi energetici sarà utilizzata la funzione di interpolazione della Figura 4.



6.8 Schemi del programma di misura

La presentazione del PC **ovvero della relativa RVP** dovrà essere corredata di schemi elettrici, termici e schema a blocchi (qualora l'intervento coinvolga una o più fasi di un processo) corrispondenti sia alla situazione ex-ante che alla situazione ex-post. Gli schemi dovranno consentire di verificare:

- le modalità di generazione/approvvigionamento di tutti i vettori energetici coinvolti nel processo oggetto del PC;
- le proprietà termodinamiche dei vettori energetici (es. pressione e temperatura per flusso di vapore);
- il posizionamento della strumentazione di misura con indicazione del codice progressivo.

ESEMPIO 6

Di seguito è riportato uno schema semplificato del programma di misura per un progetto relativo all'installazione di un nuovo forno di fusione del vetro cavo di tipo "end port" da 360 ton/giorno. Poiché per tale tipologia di intervento i consumi energetici di gas naturale ed energia elettrica sono influenzati dalla produzione di vetro e dalla percentuale in peso del rottame in ingresso al forno, così come indicato nella guida settoriale "*Allegato 2.2 - Il settore industriale della produzione di vetro e prodotti in vetro*", il programma di misura dovrà prevedere il monitoraggio di tali variabili operative e dei vettori energetici.

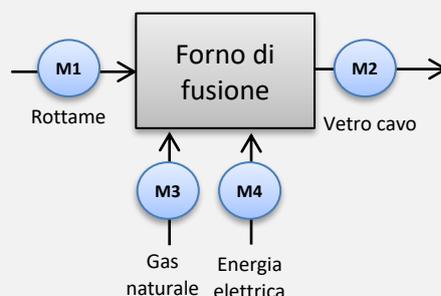


Figura 5: schema semplificato del programma di misura per un forno di fusione del vetro

6.9 Sovrapposizione con altri progetti di efficienza realizzati

Modifica introdotta dal D.M. 21 maggio 2021

MODIFICHE AI PROGETTI PRESENTATI AI SENSI DEL D.M. 28 DICEMBRE 2012 INTERCORSE DURANTE O SUCCESSIVAMENTE LA DATA DI FINE VITA UTILE

L'articolo 12, comma 4 bis, del D.M. 21 maggio 2021 indica che:

Eventuali modifiche intervenute successivamente alla vita utile sui progetti di efficienza energetica che hanno beneficiato del coefficiente di durabilità previsto dalla deliberazione dell'Autorità EEN 9/11, del 27 ottobre 2011, qualora connesse alla realizzazione di nuovi investimenti che generino ulteriore efficienza energetica, non comportano il recupero dei certificati emessi per effetto dell'applicazione del suddetto coefficiente, nonché la decadenza e/o il ricalcolo degli incentivi già maturati e possono accedere al beneficio dei certificati bianchi, al netto dei risparmi già incentivato.

Le modifiche che intervengano sui progetti di efficienza energetica nel corso della vita utile devono essere comunicate al GSE per l'eventuale adeguamento delle modalità di determinazione dei risparmi energetici oggetto di incentivazione. Qualora nell'ambito delle attività di verifica e controllo il GSE rilevi la mancata comunicazione delle modifiche intervenute, il GSE è tenuto al recupero dei certificati emessi per effetto dell'applicazione del suddetto coefficiente.

Con il suddetto articolo, il D.M. 21 maggio 2021 suddivide le modifiche intervenute ai progetti incentivati nell'ambito del meccanismo dei Certificati Bianchi e che hanno beneficiato del coefficiente di durabilità (τ) in due casistiche:

CHIARIMENTO 9

Modifiche intervenute successivamente al termine della vita utile relative alla realizzazione di nuovi investimenti:

In tale casistica rientrano gli interventi effettuati su progetti presentati ai sensi del D.M. 28 dicembre 2012 per i quali si è conclusa la vita utile e per cui non sono previste ulteriori rendicontazioni dei risparmi di energia primaria. Qualora le modifiche che verranno introdotte **in virtù dei nuovi investimenti realizzati** generino ulteriori risparmi di energia primaria, incentivabili secondo il D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., possono essere presentate come un nuovo progetto a consuntivo/standardizzato nel quale il consumo di baseline sarà rappresentato dal consumo del sistema/impianto oggetto d'intervento ante modifiche previste.

Modifiche intervenute prima della conclusione della vita utile:

In tale casistica rientrano tutti gli interventi effettuati su progetti presentati ai sensi del D.M. 28 dicembre 2012 per i quali non si è conclusa la vita utile e per cui sono previste ulteriori rendicontazioni dei risparmi di energia primaria. Per tali modifiche sussiste l'obbligo di comunicazione al GSE che può essere assolto nell'ambito della prima rendicontazione in cui si sono attuate le modifiche e comunque entro sei mesi dall'avvenuta modifica. Con la comunicazione al GSE si procederà all'individuazione di eventuali ulteriori risparmi di energia primaria generati dalle modifiche introdotte. Si specifica che tali risparmi aggiuntivi non potranno beneficiare del coefficiente di durabilità (τ) e potranno essere rendicontati

esclusivamente per gli anni di vita utile residui. Si specifica, inoltre, che per tale casistica qualora nell'ambito delle attività di verifica e controllo il GSE rilevi la mancata comunicazione delle modifiche intervenute, il GSE è tenuto al recupero dei certificati emessi.

MODIFICHE AI PROGETTI PRESENTATI AI SENSI DEL D.M. 11 GENNAIO 2017 E SS.MM.II. INTERCORSE DURANTE O SUCCESSIVAMENTE LA DATA DI FINE VITA UTILE

L'Allegato 1 al punto 1.4 indica che:

Nel caso in cui il proponente intenda realizzare un progetto che ha effetto sulla rendicontazione dei risparmi di progetti già in corso di incentivazione, il proponente dovrà sottoporre al GSE, nella prima rendicontazione utile, la modifica del progetto già approvato e la contestuale proposta di un unico algoritmo per il calcolo dei risparmi e di un nuovo programma di misura. È data facoltà al soggetto proponente di indicare che la modifica progettuale non comporti variazioni al valore di baseline e di vita utile del progetto già in corso di incentivazione ovvero, alternativamente, che il valore di baseline sia pari al consumo post intervento del progetto in corso di incentivazione e che la vita utile sia pari alla vita utile del nuovo progetto.

CHIARIMENTO 9.1

In tale casistica rientrano tutti gli interventi effettuati su progetti presentati ai sensi del D.M. 11 gennaio 2017 e s.m.i. per i quali non si è conclusa la vita utile e per cui sono previste ulteriori rendicontazioni dei risparmi di energia primaria. Per tali modifiche sussiste l'obbligo di comunicazione al GSE che può essere assolto nell'ambito della prima rendicontazione in cui si sono attuate le modifiche e comunque entro sei mesi dall'avvenuta modifica. Con la modifica progettuale, il soggetto proponente potrà, alternativamente:

- rendicontare il risparmio energetico conseguito a seguito della modifica progettuale confrontando i consumi post intervento con la baseline già precedentemente identificata sino alla data di fine vita utile del progetto già in corso di incentivazione;
- rendicontare il risparmio energetico conseguito a seguito della modifica progettuale confrontando i consumi post intervento con la baseline pari al consumo riscontrato prima della modifica stessa per un numero di anni di vita utile pari alla vita utile della tipologia di intervento in cui ricade il nuovo progetto.

6.10 Consumo di baseline

Il consumo di baseline è il **consumo di energia primaria del sistema tecnologico assunto come punto di riferimento** ai fini del calcolo dei risparmi energetici addizionali per i quali sono riconosciuti i Certificati Bianchi.

In caso di sostituzione [e di efficientamento energetico integrato](#), il consumo di baseline è pari al valore del **consumo antecedente** alla realizzazione del progetto di efficienza energetica.

Nel caso di nuovi impianti, edifici o siti comunque denominati per i quali non esistono valori di consumi energetici antecedenti all'intervento [ovvero nei casi previsti dal punto 1.3 dell'Allegato 1 al D.M. 21](#)

maggio 2021, il consumo di baseline è pari al **consumo di riferimento**, ossia pari al consumo che, in base al progetto proposto, è attribuibile all'intervento realizzato con sistemi o con tecnologie che, alla data di presentazione del progetto, costituiscono l'offerta standard di mercato in termini tecnologici e/o lo standard minimo fissato dalla normativa.

CHIARIMENTO 10

In caso di interventi di installazione/sostituzione di componenti "secondari" su componenti "primari" (ad esempio: economizzatori - secondario - su caldaie - primario; sistemi di automazione e controllo - secondario - su un macchinario - primario; etc.) il calcolo dei risparmi dovrà essere effettuato in relazione al consumo specifico/rendimento del "*sistema tecnologico assunto come punto di riferimento*" (componente primario).

Quanto sopra è applicabile, **a titolo esemplificativo**, ai seguenti interventi della Tabella 1 dell'Allegato 2 del Decreto e s.m.i.:

- installazione di componenti per il recupero di calore, qualora non tecnicamente possibile nella situazione ex ante, anche a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento;
- altri sistemi di recupero del calore;
- bruciatori rigenerativi;
- impianti a Ciclo Rankine Organico (ORC) in assetto non cogenerativo e non alimentati da calore prodotto da impianti di produzione di energia elettrica;
- sistemi di preriscaldamento del rottame di vetro;
- casse aspiranti, sistemi del vuoto, cassa a vapore in macchine continue;
- cilindri essiccatori in macchine continue;
- tele di formazione per produzione di carta;
- cappe in seccheria;
- termocompressori in macchine continue;
- ottimizzazione della distribuzione del profilo di velocità dell'aria e bruciatori ad alta velocità di fiamma in atomizzatori;
- abbattitore a barbotina;
- sistemi di controllo e regolazione della portata del gas metano e dell'aria calda interna in essiccatori ceramici;
- bruciatori auto recuperativi in forni ceramici e ottimizzazione fluidodinamica della geometria interna;
- sistemi di preriscaldamento dell'aria comburente dei forni ceramici tramite il recupero di calore dai fumi dei forni stessi;
- economizzatori sulla linea fumi di impianti di produzione di energia termica;
- addolcitori e impianti a osmosi inversa rispettivamente per impianti termici con potenza al focolare inferiore a 100 kWt e a 2000 kWt;
- degasatori pressurizzati per impianti a vapore con pressioni inferiori 10 bar e potenza al focolare inferiore 5000 kW;
- recupero di energia elettrica dalla decompressione del gas naturale;
- sistemi a bolle fini per impianti di depurazione.

Pertanto, la realizzazione di interventi sopra indicati verrà incentivata in relazione alla riduzione dei consumi energetici rispetto alle condizioni ex ante del componente primario, sia in caso di sostituzione, nuova installazione **che di efficientamento integrato** del solo componente secondario.

In entrambe le condizioni, un progetto di efficienza energetica ammissibile al meccanismo dei Certificati Bianchi deve, tra le altre cose, generare un *“risparmio energetico addizionale”* inteso come *“la differenza, in termini di energia primaria (espressa in TEP), fra il consumo di baseline e il consumo energetico conseguente alla realizzazione di un progetto. Tale risparmio è determinato, con riferimento al medesimo servizio reso, assicurando una normalizzazione delle condizioni che influiscono sul consumo energetico”*. Pertanto, in fase di presentazione di un progetto, risulta fondamentale individuare le variabili che influiscono sul consumo energetico al fine di garantire il confronto a parità di servizio reso (si veda il paragrafo 6.7).

6.10.1 Consumo ante intervento

I risultati della campagna di misura condotta nei 12 mesi antecedenti la data di avvio della realizzazione del progetto sono trasmessi in forma tabellare con dettaglio almeno giornaliero, indicando, per ciascuna misurazione, il valore delle variabili operative del processo e dei consumi energetici. Ciò al fine di apprezzare le fluttuazioni a livello settimanale, mensile e/o stagionale dei consumi energetici ed il trend delle variabili operative. Qualora l'operatore dimostri che le fluttuazioni non intervengono a livello giornaliero, può proporre una durata e una frequenza di campionamento diversa, fermo restando che qualsiasi ipotesi dovrà essere cautelativa per l'amministrazione.

Inoltre, in fase di presentazione di **una proposta progettuale**, dovranno essere trasmessi i dati dei consumi di energia della configurazione ante intervento normalizzati rispetto ai valori assunti delle variabili operative nelle condizioni post.

ESEMPIO 7

Progetto relativo alla sostituzione di un gruppo frigo condensato ad acqua di potenza superiore ad 1 MW_{fr} che produce acqua fredda a 7-12°C.

La campagna di misura annuale dei consumi ex ante è stata condotta in linea con quanto previsto dalla Guida settoriale *“Allegato 2.5 - Impianti di produzione di energia termica e frigorifera”*. Pertanto, è stata prevista la misurazione oraria dell'energia elettrica consumata dal gruppo frigo e dell'energia frigorifera prodotta dallo stesso. In Tabella 6 è riportato un estratto dei dati rilevati. Sono stati successivamente calcolati il fattore di carico e l'EER, individuando la correlazione tra gli stessi, così come evidenziato in Figura 6.

DATA MISURA - PERIODO DI MONITORAGGIO EX ANTE		Misure dei consumi EX ANTE		Misure delle variabili operative EX ANTE		
Giorno	Ora	Energia elettrica in ingresso (kWh)	tep *10 ⁻³	Energia frigorifera oraria prodotta (kWh)	Fattore di carico [%]	EER
01/01/2018	0	180,7	33,8	823,5	60%	4,6
01/01/2018	1	184,9	34,6	840,0	61%	4,5
01/01/2018	2	181,7	34,0	825,8	60%	4,5
...
01/12/2018	22	161,2	30,1	829,8	60%	5,1
01/12/2018	23	141,8	26,5	615,8	45%	4,3
01/12/2018	24	129,3	24,2	588,0	43%	4,5

Tabella 6: campagna di misura ex ante di un gruppo frigo condensato ad acqua di potenza frigorifera superiore ad 1 MWfr

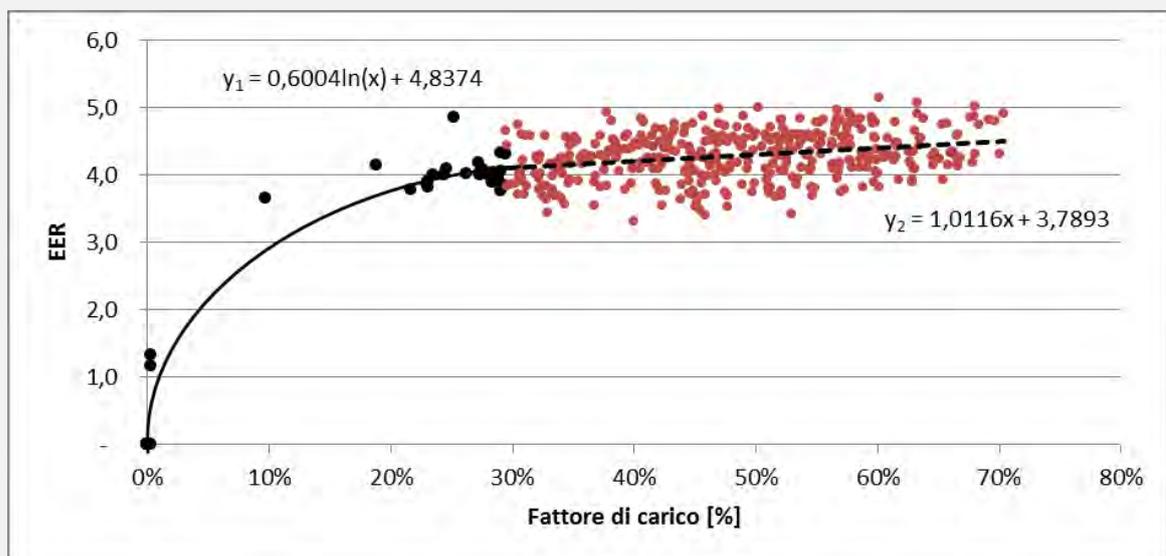


Figura 6: Correlazione tra fattore di carico e EER di un gruppo frigo condensato ad acqua di potenza frigorifera superiore ad 1 MWfr

Alla luce della correlazione sopra indicata, i consumi di energia elettrica ex ante “normalizzati”, ovvero i consumi che sarebbero stati registrati per una produzione di energia frigorifera uguale a quella ex post, sono ottenuti mediante il rapporto tra tale energia frigorifera e l’EER ex ante corretto rispetto al fattore di carico ex post:

$$EE_{ante_norm} = \frac{EF_{post}}{EER_{ante_norm}}$$

essendo:

- EF_{post} = energia frigorifera prodotta dal nuovo gruppo frigo [kWh];
- $EER_{ante_norm} = (0,6004 \times \ln(F_{post}) + 4,8374)$ per $F_{post} \leq 30\%$;
- $EER_{ante_norm} = (1,0116 \times F_{post} + 3,7893)$ per $F_{post} > 30\%$;
- F_{post} = fattore di carico del nuovo gruppo frigo [%].

6.10.2 Consumo di riferimento

Il consumo di energia primaria del progetto di riferimento è il consumo che, in relazione al progetto proposto, è attribuibile all'intervento, o l'insieme di interventi, realizzati con i sistemi o con le tecnologie che, alla data di presentazione del progetto, costituiscono l'offerta standard di mercato in termini tecnologici e/o lo standard minimo fissato dalla normativa in relazione alle condizioni operative previste nella configurazione post intervento. Il soggetto proponente è tenuto ad effettuare un'indagine, con riferimento a documenti di letteratura ed all'offerta del mercato, che consenta di individuare la configurazione impiantistica di riferimento. Per i settori produttivi e le tecnologie di seguito elencate è possibile, inoltre, far riferimento agli Allegati 2.1 – 2.11 della presente Guida operativa:

1. processo produttivo della ceramica;
2. processo produttivo del vetro;
3. processo di lavorazione delle materie plastiche;
4. processo produttivo della carta;
5. tecnologie per la produzione di energia termica e frigorifera;
6. il servizio idrico integrato;
7. il settore dei trasporti;
8. illuminazione pubblica per i progetti a consuntivo;
9. illuminazione privata per i progetti a consuntivo;
10. illuminazione pubblica a LED per i progetti standardizzati;
11. illuminazione privata a LED per i progetti standardizzati.

Inoltre, per alcune tipologie di progetto presenti nella Tabella 1 dell'Allegato 2 al Decreto e s.m.i. è possibile far riferimento al consumo di riferimento riportato nell'Allegato 4 "Chiarimenti relativi agli interventi della Tabella 1".

CHIARIMENTO 11

Per i settori non trattati negli Allegati 2.1-2.11 e per le casistiche non trattate nell'Allegato 4 alla presente Guida operativa, ai fini della corretta individuazione del consumo di riferimento è necessario fornire indicazioni su:

1. le tecnologie standard disponibili in commercio alla data di presentazione del progetto, identificate anche a livello europeo qualora necessario;
2. la quantificazione del potenziale di risparmio in termini economici ed energetici derivanti dalla loro applicazione.

Nel caso in cui sussistano degli obblighi normativi che hanno impatto sui consumi attribuibili al progetto, il consumo di riferimento dovrà essere, con riferimento alle medesime condizioni operative, il minore tra la configurazione standard di mercato e la configurazione che ottempera alle prescrizioni normative. Inoltre, in fase di presentazione di una proposta progettuale, dovranno essere trasmessi i dati dei consumi di energia della configurazione di riferimento normalizzati rispetto ai valori assunti delle variabili operative nelle condizioni post.

ESEMPIO 1

Si vedano le equazioni di correlazione tra il consumo specifico ("SEC", espresso in kWh/kg) in funzione della producibilità ("P", espressa in kg/h) per presse di stampaggio ad iniezione di materie

plastiche indicate nella guida settoriale “Allegato 2.3 - Il settore industriale della produzione di articoli in materiale plastico”.

Ipotizzando di installare una nuova pressa ad iniezione avente producibilità (P) di 30 kg/h, i valori di consumo di energia elettrica ex post normalizzati (EE_{rif_norm} , espressa in kWh) saranno ottenuti applicando la seguente formula:

$$EE_{rif_norm} = \frac{3,41}{P_{post}} + 0,58$$

essendo P_{post} , la producibilità della nuova pressa.

6.11 Consumo post intervento

In fase di presentazione della [proposta progettuale](#), il soggetto proponente dovrà fornire documentazione che consenta di definire i valori attesi delle variabili operative e del consumo nella configurazione post intervento e dei corrispondenti risparmi previsti.

6.12 Algoritmi di valutazione per il calcolo dei risparmi

La [proposta progettuale](#) dovrà descrivere la proposta di algoritmo di calcolo dei risparmi di energia primaria conseguibili [dall'intervento](#). La descrizione dovrà essere comprensiva delle modalità di conversione dei consumi finali in energia primaria tenendo conto delle modalità di generazione/approvvigionamento dei vettori energetici presso il sito oggetto di intervento e dei valori di Potere Calorifico Inferiore (PCI) di cui all'Allegato IV alla direttiva 2012/27/UE. Nei casi in cui la fonte primaria non sia classificabile in una delle tipologie elencate, il valore di PCI adottato per la valutazione dei risparmi energetici conseguiti dovrà essere certificato da un laboratorio qualificato ai sensi dell'articolo 6, comma 1, lettera e), dei decreti ministeriali 20 luglio 2004.

CHIARIMENTO 12

Nel caso di presenza di un impianto di cogenerazione nel sito in cui è stato effettuato il progetto di efficienza energetica dovranno essere descritte le caratteristiche dell'impianto, le logiche di funzionamento e le eventuali variazioni del funzionamento dell'impianto a seguito dell'intervento di efficienza energetica al fine della corretta contabilizzazione dei risparmi di energia primaria conseguibili. [Ad esempio, per determinare i risparmi di energia primaria conseguibili mediante l'intervento, potrebbe essere necessario determinare l'eventuale mancata produzione di energia elettrica in seguito alla diminuzione della richiesta di energia termica all'impianto di cogenerazione.](#)

6.13 Strumentazione e modalità di misurazione

Caratteristiche della strumentazione di misura: è necessario fornire le caratteristiche tecniche degli strumenti di misura in merito a:

- codice identificativo riportato negli elaborati grafici e nella relazione;
- tipologia di strumento (marca, modello, etc.);
- matricola;
- grandezza misurata e unità di misura.

CHIARIMENTO 13

Verifiche periodiche di funzionalità: è necessario descrivere il programma di verifica e manutenzione della strumentazione di misura nell'arco della vita utile dell'intervento.

Metodologia di ricostruzione dei risparmi in caso di perdita dei dati: è necessario descrivere in che modo si intendono trattare i dati mancanti o forniti in maniera errata dalla strumentazione di misura durante il periodo di rendicontazione dei risparmi. Si ritiene accettabile un periodo di ricostruzione dei dati non superiore ai 7 giorni consecutivi e ai 30 giorni l'anno.

6.14 Prospetto del file di rendicontazione

In fase di presentazione della [proposta progettuale](#) dovrà essere fornito un prospetto del file di rendicontazione che sarà trasmesso con le successive RC. Le misure relative al periodo di monitoraggio oggetto della RC dovranno essere trasmesse, riportando per ogni intervallo i consumi misurati, i valori assunti dalle variabili operative, il corrispondente consumo di baseline e le formule dell'algoritmo di calcolo implementate per la determinazione dei risparmi di energia primaria. La frequenza di campionamento dovrà avere un dettaglio almeno giornaliero, per apprezzare le fluttuazioni a livello settimanale, mensile e/o stagionale dei consumi energetici, il trend delle variabili operative e la correttezza della correlazione proposta in fase di [presentazione della proposta progettuale](#) tra le variabili operative ed i consumi energetici. Qualora l'operatore dimostri che le fluttuazioni non intervengono a livello giornaliero, può proporre una durata e una frequenza di campionamento diversa.

ESEMPIO 1

Progetto relativo alla sostituzione di un gruppo frigo condensato ad acqua di potenza superiore ad 1 MW_{fr}, che produce acqua con temperatura di mandata e ritorno di 7 e 12°C.

Il programma di misura, così come indicato nella Guida settoriale "*Allegato 2.5 - Impianti di produzione di energia termica e frigorifera*", ha previsto la misurazione oraria dell'energia elettrica consumata dal gruppo frigo e dell'energia frigorifera prodotta dallo stesso.

In Tabella 7 è [riportato](#) un estratto dei dati rilevati dagli strumenti di misura installati ed i calcoli delle seguenti grandezze:

1. fattore di carico ed EER ex post;
2. EER di baseline normalizzato;
3. consumi di energia elettrica di baseline normalizzati;
4. risparmi energetici orari.

DATA MISURA - PERIODO DI MONITORAGGIO EX POST		Misure dei consumi EX POST		Misure delle variabili operative EX POST			Consumo di BASELINE normalizzato			Risparmi
Giorno	Ora	Energia elettrica in ingresso (kWh)	Consumo di Energia elettrica normalizzato [tep *10 ⁻³]	Energia frigorifera oraria prodotta (kWh)	EER	Fattore di carico [%]	EER normalizzato	Consumo di Energia elettrica normalizzato [kWh]	Consumo di Energia elettrica normalizzato [tep *10 ⁻³]	tep *10 ⁻³
01/06/2019	1	166,90	31,21	717,34	4,30	0,40	4,23	169,60	31,72	0,50
01/06/2019	2	213,90	40,00	949,88	4,44	0,53	4,37	217,25	40,63	0,63
01/06/2019	3	36,70	6,86	174,36	4,75	0,10	4,23	41,22	7,71	0,85
...
01/06/2019	1	185,80	34,74	821,99	4,42	0,46	4,29	191,43	35,80	1,05
01/06/2019	2	79,10	14,79	388,83	4,92	0,22	4,44	87,60	16,38	1,59
01/06/2019	3	106,70	19,95	520,68	4,88	0,29	4,51	115,33	21,57	1,61
...

Tabella 7: esempio di prospetto del file di rendicontazione

6.15 La rendicontazione dei risparmi a consuntivo - RC

Fermo restando quanto previsto dall'art. 19 del D.M. 21 maggio 2021 che ha introdotto l'art. 16, comma 3-bis al Decreto e s.m.i., a partire dall'approvazione del progetto PC:

- il soggetto titolare ha tempo **12 mesi per avviare i lavori** per tutti gli interventi che costituiscono il progetto, trascorsi i quali l'ammissione del progetto agli incentivi perde efficacia;
- a decorrere dall'**avvio del programma di misura**, che deve avvenire entro **36 mesi** dalla data di avvio della realizzazione del progetto, sono contabilizzati i risparmi conseguiti per tutti gli interventi che costituiscono il progetto per una durata pari al numero di anni della vita utile.

Modifica introdotta dal D.M. 21 maggio 2021

FREQUENZA DI RENDICONTAZIONE

L'Allegato 1 al punto 3.4 indica che il periodo di monitoraggio delle singole RC presentate successivamente all'approvazione del PC è annuale. Limitatamente ai progetti caratterizzati da elevati risparmi, è possibile proporre, in sede di presentazione del PC, periodi di monitoraggio rispettivamente pari a rendicontazioni semestrali, qualora il numero di Certificati Bianchi annui del progetto sia almeno pari a 500, o in alternativa, rendicontazioni trimestrali, qualora il numero di Certificati Bianchi annui del progetto sia almeno pari a 1.000.

In ogni caso, la **RC deve essere presentata entro 120 giorni** dalla fine di ogni periodo di monitoraggio.

Il GSE verifica la coerenza dei dati e delle informazioni inviati in sede di presentazione delle RC con i dati e le informazioni trasmesse in fase di presentazione dei PC, per l'ammissibilità del progetto realizzato.

Unitamente alla prima RC deve essere trasmessa:

- a. documentazione attestante la data di avvio della realizzazione del progetto;
- b. matricola dei misuratori installati;
- c. matricole/codici identificativi dei principali componenti installati.

Modifica introdotta dal D.M. 21 maggio 2021

AGGIORNAMENTO DEL FATTORE K

L'Allegato 2 al punto 1.3 indica che:

All'atto della presentazione della domanda, il soggetto proponente può richiedere che, per la metà della durata della vita utile del progetto, il volume di Certificati Bianchi erogati sia moltiplicato per il fattore $K1=1,2$. In tali casi, per la rimanente durata della vita utile, il numero di Certificati Bianchi erogati a seguito delle rendicontazioni dei risparmi effettivamente conseguiti e misurati è moltiplicato per il fattore $K2=0,8$. Esclusivamente nei casi di progetti di efficienza energetica nel settore civile e dei trasporti, il soggetto proponente può richiedere un fattore $K1=1,5$ ed un fattore $K2=0,5$.

CHIARIMENTO 14

All'atto della presentazione della prima rendicontazione RC/RS è facoltà del soggetto proponente richiedere un'anticipazione dei risparmi per la metà della durata della vita utile del

progetto tramite l'applicazione del fattore moltiplicativo K ai risparmi effettivamente rendicontati.

ESEMPIO 1

Si vuole presentare la prima rendicontazione di un intervento relativo alla sostituzione del generatore di vapore di uno stabilimento industriale. L'intervento ricade nel settore industriale e nella tipologia sostituzione di "Impianti di produzione di energia termica" con vita utile pari a 7 anni. Il periodo di rendicontazione è annuale e durante il primo anno, applicando il programma di misura approvato nel PC, si è rilevato un risparmio di 100 tep. Sarà pertanto possibile richiedere l'applicazione del fattore $K_1=1,2$ che determinerà nella prima RC un'emissione di 120 TEE.

A titolo esemplificativo si riporta di seguito l'applicazione del fattore K ai risparmi ipotetici del progetto per tutta la vita utile:

1° anno 100 tep → 120 TEE ($K_1=1,2$);

2° anno 110 tep → 132 TEE ($K_1=1,2$);

3° anno 120 tep → 144 TEE ($K_1=1,2$);

4° anno 90 tep (50 tep nel I semestre e 40 tep nel II semestre) → 92 TEE ($K_1=1,2$ per I semestre e $K_2=0,8$ per II semestre);

5° anno 100 tep → 80 TEE ($K_2=0,8$);

6° anno 80 tep → 64 TEE ($K_2=0,8$);

7° anno 90 tep → 72 TEE ($K_2=0,8$)

ESEMPIO 2

Si vuole presentare la prima rendicontazione di un intervento relativo alla sostituzione delle lampade con lampade a led in un centro commerciale. L'intervento ricade nel settore civile e nella tipologia sostituzione di "Sistemi per l'illuminazione privata" con vita utile pari a 5 anni. Il periodo di rendicontazione è annuale e durante il primo anno, applicando il programma di misura approvato nel PC, si è rilevato un risparmio di 50 tep.

Sarà pertanto possibile richiedere l'applicazione del fattore $K_1=1,5$ che determinerà nella prima RC un'emissione di 75 TEE.

A titolo esemplificativo si riporta di seguito l'applicazione del fattore K ai risparmi ipotetici del progetto per tutta la vita utile:

1° anno 50 tep → 75 TEE ($K_1=1,5$);

2° anno 46 tep → 69 TEE ($K_1=1,5$);

3° anno 48 tep (22 tep nel I semestre e 26 tep nel II semestre) → 46 TEE ($K_1=1,5$ per I semestre e $K_2=0,5$ per II semestre);

4° anno 56 tep → 28 TEE ($K_2=0,5$);

5° anno 52 tep → 26 TEE ($K_2=0,5$).

7 IL PROGETTO STANDARDIZZATO (PS)

Ai sensi del Decreto e s.m.i., il **metodo standardizzato** quantifica il risparmio energetico addizionale rendicontato sulla base di un algoritmo di calcolo e della misura diretta di un idoneo **campione rappresentativo** dei parametri di funzionamento che caratterizzano il **progetto standardizzato** sia nella configurazione *di baseline sia in quella post intervento*, in conformità ad un programma di misura approvato dal GSE, secondo quanto previsto dal punto 2 dell'Allegato 1 al Decreto e s.m.i.

Ai fini dell'analisi preliminare, il **progetto standardizzato deve essere composto da interventi per i quali sia verificata la ripetitività delle condizioni di funzionamento, la non convenienza economica della misura dedicata ai singoli interventi ovvero la difficoltà operativa relativa all'installazione di misuratori dedicati ai singoli interventi.**

L'algoritmo per il calcolo dei risparmi definito dalla scheda PS, in base alla tipologia di progetto, è applicato estendendo le risultanze delle misurazioni effettuate sul campione rappresentativo, verificato in sede di presentazione dell'istanza, all'insieme degli interventi realizzati nell'ambito del progetto (di seguito perimetro del progetto).

Ai fini dell'accesso al meccanismo, il PS deve aver generato **una quota di risparmio addizionale non inferiore a 5 TEP** nel corso dei primi 12 mesi del periodo di monitoraggio, *“fatto salvo quanto diversamente indicato nelle tipologie di progetto PS approvate”*.

In ottemperanza a quanto previsto nel punto 4 dell'Allegato 1 al Decreto e s.m.i. il PS deve contenere, pena inammissibilità, le informazioni minime già descritte nel paragrafo 5.3, rese dal proponente del progetto in forma sostitutiva di atto notorio ai sensi del D.P.R. n. 445/2000.

Al fine di agevolare la presentazione del PS, di seguito si riportano i criteri per la verifica di ammissibilità e l'applicazione della metodologia standardizzata dei risparmi e i contenuti da inserire nella “relazione tecnica di progetto PS”, contenente una struttura che consenta di individuare le informazioni minime utilizzate nel procedimento istruttorio relative alla descrizione del perimetro del progetto, del campione rappresentativo e delle modalità per la verifica dei risparmi.

7.1 Verifica preliminare del progetto al metodo standardizzato

Il metodo di valutazione standardizzato quantifica il risparmio energetico addizionale conseguibile attraverso il PS presso uno o più stabilimenti, edifici o siti comunque denominati, per il quale sia dimostrabile:

- a. la replicabilità del progetto, ovvero sia degli interventi che lo compongono in contesti assimilabili e a pari condizioni operative;
- b. la non convenienza economica dell'investimento per l'installazione e *la gestione dei misuratori dedicati ai singoli interventi*, a fronte del valore economico indicativo dei Certificati Bianchi ottenibili in virtù del risparmio energetico conseguibile dalla realizzazione del progetto *oppure la difficoltà operativa relativa all'installazione di misuratori dedicati ai singoli interventi.*

Modifica introdotta dal D.M. 21 maggio 2021**NON CONVENIENZA ECONOMICA/DIFFICOLTÀ OPERATIVE
ALL'INSTALLAZIONE DEI MISURATORI NEI PS**

L'Allegato 1 al punto 2.1 lettera b) riporta:

la non convenienza economica dell'investimento relativo all'installazione e alla gestione dei misuratori dedicati ai singoli interventi, a fronte del valore economico indicativo dei certificati bianchi ottenibili dalla realizzazione del progetto, ovvero la difficoltà operativa relativa all'installazione dei misuratori dedicati ai singoli interventi per misurare i consumi e le variabili operative.

Con questo punto il D.M. 21 maggio 2021 specifica la possibilità di considerare, ai fini dell'analisi della non convenienza economica dell'investimento di installazione di misuratori dedicati ai singoli interventi prevista per i progetti standardizzati, oltre ai costi di installazione, anche i costi di gestione dei misuratori. Inoltre, introduce la possibilità alternativa di considerare la difficoltà operativa relativa all'installazione dei misuratori.

CHIARIMENTO 15

Nel caso in cui non si riscontri una difficoltà operativa relativa all'installazione dei misuratori dedicati ai singoli interventi, nella presentazione del PS deve essere fornita un'analisi della non convenienza economica dell'installazione dei misuratori e dell'attività di misura dei singoli interventi a fronte del valore economico indicativo dei Certificati Bianchi ottenibili dalla realizzazione del progetto. In particolare, l'analisi della non convenienza economica dell'installazione dei misuratori deve dimostrare che il costo di investimento da sostenere per l'installazione e la gestione dei misuratori dedicati ai singoli interventi sia pari o maggiore al 20% del valore economico indicativo dei Certificati Bianchi ottenibili per l'intero arco della vita utile del progetto in virtù del risparmio energetico conseguibile a seguito della realizzazione degli interventi proposti. A tal proposito, è necessario fornire, in fase di presentazione del PS, documentazione che consenta di verificare il costo che si sarebbe sostenuto nel caso in cui si fosse adottato un sistema di misura dedicato ai singoli interventi (es. preventivi di spesa), integrando eventualmente tali informazioni con la documentazione relativa al costo effettivamente sostenuto per il singolo misuratore (es. fatture) in fase di presentazione della richiesta di verifica e certificazione dei risparmi standardizzata (RS).

CHIARIMENTO 15.1

Nel caso in cui si riscontri una difficoltà operativa relativa all'installazione dei misuratori dedicati ai singoli interventi, nella presentazione del PS deve essere fornita documentazione (es. schemi funzionali, unifilari, layout impiantistici, etc.) che consenta di dimostrare le criticità connesse al monitoraggio dei componenti oggetto d'intervento e/o delle relative variabili operative. Inoltre, la difficoltà operativa può essere declinata nell'indisponibilità degli impianti nella situazione ante e/o post intervento tale per cui non risulti possibile effettuare il monitoraggio dei componenti oggetto d'intervento.

ESEMPIO 1

In un comune si vogliono sostituire con lampade a led le lampade degli impianti di illuminazione pubblica per i quali è presente una configurazione mista tra:

- impianti nei quali sono disponibili i consumi ante intervento (tipicamente impianti di proprietà del comune);
- impianti nei quali non sono disponibili i consumi ante intervento in quanto sono impianti di proprietà del distributore locale di energia elettrica i cui consumi/costi sono definiti a “forfait”.

Per gli impianti di proprietà del distributore locale, nella situazione ex ante, si riscontra l'assenza dei misuratori di energia elettrica e l'impossibilità da parte del Comune di installare i misuratori, in quanto tali impianti non risultano nella sua disponibilità.

Sarà pertanto possibile presentare un PS nel quale potranno essere utilizzati come campione gli impianti che dispongono, nella situazione ante e post intervento, delle misure di energia elettrica ed estendere il calcolo dei risparmi alla restante popolazione costituita da impianti per i quali è stata dimostrata la difficoltà operativa nell'installazione dei misuratori in quanto di proprietà del distributore locale nella situazione ante intervento.

Modifica introdotta dal D.M. 21 maggio 2021**DEFINIZIONE DELLA VITA UTILE NEL CASO DI MULTINTERVENTO PS**

L'Allegato 1 al punto 2.2 indica che:

Ai fini dell'accesso al meccanismo, qualora il PS sia costituito da più interventi, questi ultimi dovranno essere caratterizzati da richieste di verifica e certificazione dei risparmi “RS” che rendano espliciti i risparmi addizionali imputabili ai singoli interventi aventi la medesima data di inizio del periodo di monitoraggio.

CHIARIMENTO 16

I PS potranno essere costituiti da più interventi anche caratterizzati da vita utile differente. Tali PS dovranno avere programmi di misura tali da poter suddividere i risparmi generati dai singoli interventi proposti, al fine di rendicontare nelle RS gli interventi per il loro caratteristico numero di anni di vita utile. Si segnala, inoltre, che le rendicontazioni, per ciascun intervento, dovranno presentare la medesima data di inizio del periodo di monitoraggio. La somma dei risparmi generati dagli interventi che costituiscono il PS, nel corso dei primi 12 mesi del periodo di monitoraggio, deve raggiungere una quota di risparmio addizionale non inferiore a 5 TEP, fatto salvo quanto diversamente indicato nelle tipologie di progetto PS approvate.

ESEMPIO 1

In un Comune si vogliono sostituire le lampade degli impianti di illuminazione pubblica con lampade a led e congiuntamente realizzare dei nuovi impianti d'illuminazione a led in alcune vie precedentemente non illuminate.

Tali interventi rientrano rispettivamente nelle tipologie indicate nella Tabella 1 dell'Allegato 2 al D.M. 10 maggio 2018 e s.m.i. di sostituzione e di nuova installazione di "Sistemi per l'illuminazione pubblica".

Sarà possibile presentare un PS i cui risparmi vengono determinati in due file distinti di rendicontazione: uno relativo agli interventi di sostituzione e uno relativo agli interventi di nuova installazione. In tal modo, sarà possibile rendicontare l'intervento di sostituzione per i 5 anni di vita utile e l'intervento relativo alla nuova installazione per i 7 anni di vita utile.

In particolare, con rendicontazioni annuali:

- le prime 5 RS renderanno i risparmi generati degli interventi di sostituzione e di nuova installazione;
- le successive 2 RS renderanno i soli interventi di nuova installazione.

7.2 Tipologia di interventi ammissibili

L'elenco delle tipologie di interventi incentivabili attraverso la modalità standardizzata è stato approvato e pubblicato mediante l'entrata in vigore del D.M. 10 maggio 2018 e s.m.i.

7.3 Contenuti minimi della relazione tecnica del Progetto PS o relativa RVP

Nell'ambito della presentazione della proposta progettuale, sulla base delle indicazioni specifiche riportate nella scheda PS, il soggetto proponente dovrà inviare la relazione tecnica comprensiva di:

- a. descrizione dettagliata del progetto di efficienza energetica, al fine di individuare i parametri di funzionamento che lo caratterizzano, ovvero sia le variabili operative;
- b. descrizione dettagliata degli interventi che compongono il progetto, comprensiva delle assunzioni da utilizzare per la verifica della replicabilità degli interventi e della rappresentatività del campione sul quale si effettuano le misure dirette in relazione all'intero perimetro del progetto;
- c. descrizione del programma di misura comprensiva dei parametri da misurare e le modalità di misura e le ipotesi compiute ai fini della standardizzazione dei risparmi energetici conseguibili;
- d. la descrizione del programma di misura che s'intende adottare per la valutazione dei risparmi di energia primaria, inclusi:
 - le ipotesi compiute ai fini della standardizzazione dei risparmi energetici conseguibili e la metodologia adottata per l'estensione delle risultanze delle misurazioni effettuate sul campione rappresentativo all'insieme degli interventi realizzati nell'ambito del progetto approvato dal GSE;
 - il risparmio energetico previsto per tutti gli interventi che compongono il PS;
 - la strumentazione utilizzata, comprensiva dell'analisi dei costi relativi all'installazione e alla gestione dei misuratori dedicati ai fini della verifica della non convenienza economica dell'investimento relativo all'installazione e alla gestione dei misuratori dedicati ai singoli interventi oppure elementi relativi alla difficoltà operativa relativa all'installazione dei misuratori dedicati ai singoli interventi per misurare i consumi e le variabili operative;
- e. prospetto del file di rendicontazione che sarà trasmesso con le successive RS. Il foglio di calcolo dovrà riportare il dettaglio delle grandezze che saranno misurate sul campione rappresentativo, con la frequenza di campionamento definita in fase di approvazione del PS, le formule dell'algoritmo di calcolo implementate per la determinazione dei risparmi di energia primaria e la

metodologia per l'estensione della misura delle grandezze di riferimento sul campione statico a tutti gli interventi che compongono il progetto.

7.4 La metodologia standardizzata per il calcolo dei risparmi energetici

Il risparmio conseguibile dal PS è rendicontato attraverso una metodologia standardizzata che, in base alla tipologia di progetto, definisce:

- le variabili operative per la definizione del campione rappresentativo ai fini della verifica della ripetibilità delle medesime condizioni all'intero perimetro del progetto;
- gli algoritmi per il calcolo del consumo atteso nella configurazione post intervento ai fini della definizione del risparmio energetico addizionale.

Al fine di verificare l'ammissibilità del progetto al metodo standardizzato è necessario definire un idoneo campione rappresentativo. In particolare, per l'estensione del risparmio del campione rappresentativo all'intero perimetro del progetto sarà necessario verificare la ripetibilità dei parametri caratteristici, variabili operative e delle condizioni di funzionamento degli impianti, degli edifici o dei siti comunque denominati sui quali si effettuano le misure dirette.

7.5 Definizione del programma di misura

I parametri caratteristici da utilizzare al fine di definire il campione rappresentativo sono indicati, in base alla tipologia di progetto, nelle schede di PS approvate con decreto ministeriale.

Come disposto al punto 2.6 dell'Allegato 1 al Decreto e s.m.i. dovranno essere presentate le misure dei consumi e [delle variabili operative](#) sul campione rappresentativo relative ad un periodo almeno pari a 12 mesi precedenti la data di avvio della realizzazione del progetto, con frequenza almeno giornaliera. [Il proponente è tenuto ad effettuare una analisi che consenta di identificare le variabili operative che influenzano il consumo dei sistemi oggetto di intervento ed una misura degli stessi.](#)

Qualora sia dimostrabile che le misure relative ad un periodo ed ad una frequenza di campionamento inferiori siano rappresentative dei consumi annuali, sarà possibile proporre una ricostruzione cautelativa dei consumi ex ante in base ai dati misurati.

La descrizione del programma di misura deve prevedere la definizione dello strumento di misura utilizzato per ogni grandezza rilevata, assegnando ad ognuno di essi un codice progressivo che ne consenta l'univoca individuazione sugli schemi allegati.

I risultati della campagna di misura condotta sul campione rappresentativo nei 12 mesi antecedenti la data di avvio della realizzazione del progetto sono trasmessi in forma tabellare con dettaglio almeno giornaliero, valorizzando per ciascuna misurazione il valore delle variabili operative del processo.

I risparmi conseguibili nell'ambito dei PS sono contabilizzati per un numero di anni pari a quelli della vita utile degli interventi a decorrere dalla data in cui viene avviato il programma di misura e comunque entro e non oltre 36 mesi dalla data di avvio della realizzazione del progetto, [fermo restando quanto previsto dall'art. 19 del D.M. 21 maggio 2021 che ha introdotto l'art. 16, comma 3-bis al Decreto e s.m.i.](#)

7.6 La rendicontazione dei risparmi standardizzato - RS

Approvato il PS, le **RS devono essere presentate entro 120 giorni** dalla fine di ogni periodo di monitoraggio. Il GSE verifica la coerenza dei dati e delle informazioni inviati in sede di presentazione delle RS con i dati e le informazioni trasmesse in fase di presentazione dei PS, per l'ammissibilità del progetto realizzato. Unitamente alla prima RS deve essere trasmessa:

- a. documentazione attestante la data di avvio della realizzazione del progetto;
- b. matricola dei misuratori installati;
- c. matricole/codici identificativi dei principali componenti installati.

Le misure relative al periodo di monitoraggio oggetto della RS dovranno essere trasmesse, riportando per ogni intervallo: i consumi misurati, i valori assunti dalle variabili operative e il corrispondente consumo di baseline secondo quanto riportato nelle schede PS.

In fase di prima RS il Soggetto Proponente dovrà dichiarare se intende richiedere che per la metà della durata della vita utile del progetto, il volume di Certificati Bianchi erogati sia moltiplicato per il fattore $K1=1,2$. In tali casi, per la rimanente durata della vita utile, il numero di Certificati Bianchi erogati a seguito delle rendicontazioni dei risparmi effettivamente conseguiti e misurati è moltiplicato per il fattore $K2=0,8$. **Esclusivamente nei casi di progetti di efficienza energetica nel settore civile e dei trasporti, il soggetto proponente può richiedere un fattore $K1=1,5$ ed un fattore $K2=0,5$.**

Per le successive RS, si specifica che il soggetto proponente è tenuto ad indicare ogni modifica progettuale o variazione delle grandezze misurate sul campione rappresentativo o la numerosità degli impianti, edifici o siti comunque denominati che costituiscono l'intero perimetro del progetto.

III PARTE: Ulteriori modifiche introdotte dal D.M. 21 maggio 2021

In questa sezione si riportano le ulteriori modifiche introdotte dal D.M. 21 maggio 2021 (**Capitolo 8 ULTERIORI MODIFICHE INTRODOTTE DAL D.M. 21 maggio 2021**) in merito:

- alle misure straordinarie e transitorie derivanti dall'emergenza sanitaria COVID-19;
- ai risparmi aggiuntivi per interventi realizzati in attuazione di diagnosi energetica;
- ai componenti rigenerati.

8 ULTERIORI MODIFICHE INTRODOTTE DAL D.M. 21 MAGGIO 2021

Modifica introdotta dal D.M. 21 maggio 2021

RISPARMI AGGIUNTIVI PER INTERVENTI REALIZZATI IN ATTUAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICA

L'Allegato 2 al punto 1.5 indica che:

Nei casi in cui l'intervento di efficienza energetica ammesso al meccanismo dei Certificati Bianchi venga realizzato in attuazione di diagnosi energetiche eseguite in conformità all'Allegato 2 del decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102 presso gli stabilimenti, gli edifici e/o i siti interessati dall'intervento medesimo, ed il relativo soggetto titolare del progetto si sia dotato di sistemi di gestione aziendale energetici o ambientali certificati ISO 50001, EMAS, ISO 14001 o ISO 14005, o da sistemi di certificazioni ambientale di prodotto, ovvero da studi di carbon footprint, water footprint o dei flussi di massa rispettivamente secondo la ISO 14067, ISO 14046, o ISO 14052, è riconosciuto un risparmio energetico addizionale per l'intero periodo di vita utile pari al 2%, fino ad un valore massimo di complessivi ulteriori 40 TEP.

CHIARIMENTO 17

All'atto della presentazione del PC/PS dovrà essere trasmessa la diagnosi energetica del sito oggetto d'intervento, dalla quale risulti, tra gli interventi raccomandati, il progetto per il quale si richiede l'accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi. Inoltre, dovrà essere fornita:

- documentazione attestante che la diagnosi energetica sia la medesima in possesso di ENEA (ricevuta di invio, etc.);
- documentazione che attesti che il soggetto titolare del progetto si sia dotato di uno o più sistemi di gestione aziendale energetici o ambientali certificati o di studi richiamati nel sopracitato punto 1.5 dell'Allegato 2. In tal caso, si potrà beneficiare, per l'intero periodo di vita utile dell'intervento, di un incremento dei risparmi rendicontati pari al 2% fino ad un valore complessivo di 40 TEP per l'intera vita utile.

ESEMPIO 1

In un centro commerciale, a seguito della realizzazione della diagnosi energetica, si vogliono sostituire i gruppi frigo presenti nella centrale frigorifera. Tale intervento è riportato in diagnosi tra gli interventi raccomandati ed il soggetto titolare del progetto si è dotato di sistemi di gestione aziendale energetici o ambientali certificati ISO 50001. A seguito dell'implementazione del programma di misura si prevede di rendicontare un risparmio annuo pari a 300 tep, pertanto, incrementando del 2% i risparmi per l'intera vita utile del progetto, si potranno ottenere 40 tep (con 42 tep si supera il massimale nell'ultima rendicontazione) aggiuntivi nel corso dell'intera vita utile, pari a 7 anni, prevista per la tipologia "Gruppi frigo e pompe di calore, centrali frigorifere, per la climatizzazione degli ambienti e/o surgelazione".

Modifica introdotta dal D.M. 21 maggio 2021

COMPONENTI RIGENERATI

Tra le informazioni e la documentazione da fornire in sede di presentazione dei progetti indicate al punto 4.1 lettera c) dell'Allegato 1 al D.M. 21 maggio 2021 relativamente alla descrizione dell'intervento si richiede:

nel caso di utilizzo di componenti rigenerati, documentazione che consenta di verificare che i componenti siano effettivamente rigenerati;

CHIARIMENTO 18

Per dimostrare che il componente verrà/è stato rigenerato è necessario trasmettere documentazione che consenta di identificare i processi sostanziali di riparazione e manutenzione straordinaria effettuati e che consenta di verificare il ripristino delle normali condizioni di operatività.

A titolo esemplificativo il soggetto proponente potrà trasmettere, all'interno della documentazione del PC, l'offerta della società esecutrice della rigenerazione con indicate tutte le attività previste, impegnandosi inoltre a trasmettere, nella prima RC, la relazione finale/verbale delle attività eseguite, redatto dalla società esecutrice della rigenerazione con l'indicazione dell'avvenuto ripristino delle normali condizioni di operatività.

Modifica introdotta dal D.M. 21 maggio 2021**MISURE STRAORDINARIE E TRANSITORIE DERIVANTI DALL'EMERGENZA SANITARIA COVID-19**

L'art. 19 del D.M. 21 maggio 2021 introduce l'art. 16, comma 3-bis, al Decreto e s.m.i. che definisce le misure straordinarie e transitorie che è possibile adottare al fine di limitare gli effetti sul meccanismo dei Certificati Bianchi derivanti dall'emergenza sanitaria legata al COVID-19. In particolare:

- per la rendicontazione dei risparmi conseguiti dai progetti presentati ai sensi del D.M. 11 gennaio 2017 e ai sensi del D.M. 28 dicembre 2012, ad eccezione dei progetti di valutazione standardizzata di cui all'art. 4 dell'Allegato A delle linee guida EEN 9/11 dell'ARERA, al termine della vita utile del progetto, il soggetto proponente può presentare un'ulteriore richiesta di rendicontazione avente un periodo di monitoraggio pari ai giorni rientranti nel periodo dell'emergenza sanitaria. Qualora i titoli di efficienza energetica derivanti da tale ulteriore rendicontazione siano superiori a quelli rendicontati durante il periodo emergenziale, il GSE riconosce esclusivamente i titoli di efficienza energetica eccedenti;
- fermo restando che, come stabilito al punto 1.7 dell'Allegato I al D.M. 11 gennaio 2017 e s.m.i., la data di avvio della realizzazione del progetto deve rientrare nei primi 12 mesi dalla data di approvazione di un progetto a consuntivo, il periodo emergenziale di cui sopra può non concorrere al calcolo dei primi 12 mesi dalla data di approvazione del progetto;
- fermo restando che, come stabilito ai punti 1.8 e 2.12 dell'Allegato I al D.M. 11 gennaio 2017 e s.m.i., i risparmi conseguiti nell'ambito dei progetti a consuntivo e dei progetti standardizzati devono essere contabilizzati entro e non oltre 36 mesi dalla data di avvio della realizzazione del progetto, il periodo emergenziale di cui sopra può non concorrere al calcolo dei 36 mesi dalla data di avvio della realizzazione del progetto.

CHIARIMENTO 19

I progetti (PPPM, RVC-A, PC e PS) nei quali si è riscontrata nelle rispettive rendicontazioni (RVC-C, RVC-A, RC e RS) una riduzione dei risparmi durante il periodo di emergenza sanitaria, il quale ha avuto inizio il 31 gennaio 2020, potranno presentare **un'unica ulteriore rendicontazione**:

1. con data di avvio coincidente con il giorno immediatamente successivo alla data di fine vita utile o in alternativa con data di avvio del monitoraggio coincidente con il giorno immediatamente successivo alla data in cui termina il periodo di emergenza sanitaria;
2. con durata pari ai giorni della vita utile rientranti nell'emergenza sanitaria.

Si specifica che il GSE riconosce, per tale ulteriore rendicontazione, esclusivamente i titoli di efficienza energetica eccedenti rispetto a quelli rendicontati durante il periodo emergenziale di medesima durata.

ESEMPIO 1

Il periodo di rendicontazione dell'ultima RVC-C di un progetto va dal 01/01/2020 al 31/12/2020 e la data di fine vita utile è il 31/12/2020. Sarà possibile presentare un'ulteriore RVC-C con periodo di rendicontazione dal 01/01/2021 al 02/12/2021 (nella precedente RVC-C 335 giorni rientrano nell'emergenza sanitaria) in quanto in tale periodo i TEE sono pari a

500, mentre nel periodo 31/01/2020 – 31/12/2020 i TEE sono stati pari a 400. I TEE rendicontabili nell'ulteriore RVC-C saranno pertanto pari a 100 TEE.

Si specifica, inoltre, che si potrà scegliere alternativamente per l'esempio in oggetto di presentare un'ulteriore RVC-C con data di avvio del monitoraggio coincidente con il giorno immediatamente successivo alla data in cui termina il periodo di emergenza sanitaria e di durata sempre pari a 335 giorni.

9 PRINCIPALI DEFINIZIONI

- a. Certificato Bianco o anche titolo di efficienza energetica (TEE): documento attestante il risparmio energetico riconosciuto. La dimensione commerciale di ogni Certificato Bianco è pari a una tonnellata equivalente di petrolio (di seguito «TEP»);
- b. componente rigenerato: un componente già utilizzato, che necessita di essere sottoposto a processi sostanziali di riparazione e manutenzione straordinaria che consentano di ripristinare le normali condizioni di operatività;
- c. consumo di baseline: consumo di energia primaria del sistema tecnologico assunto come punto di riferimento ai fini del calcolo dei risparmi energetici addizionali per i quali sono riconosciuti i Certificati Bianchi. Il consumo di baseline è pari al valore del consumo antecedente alla realizzazione del progetto di efficienza energetica, fermo restando quanto previsto all'art. 6, comma 6 e dal punto 1.3 dell'Allegato 1 al Decreto e s.m.i. Nel caso di nuovi impianti, edifici o siti comunque denominati per i quali non esistono valori di consumi energetici antecedenti all'intervento, il consumo di baseline è pari al consumo di riferimento;
- d. consumo di riferimento: consumo di energia primaria del progetto di riferimento, cioè il consumo che, in relazione al progetto proposto, è attribuibile all'intervento, o all'insieme di interventi, realizzati con i sistemi o con le tecnologie che, alla data di presentazione del progetto, costituiscono l'offerta standard di mercato in termini tecnologici e/o lo standard minimo fissato dalla normativa;
- e. data di avvio della realizzazione del progetto: data di inizio dei lavori di realizzazione dell'intervento. Non rilevano ai fini della determinazione della data di inizio dei lavori il momento di acquisto del terreno, i lavori preparatori, quali la richiesta di permessi o la realizzazione di studi di fattibilità preliminari;
- f. data di prima attivazione del progetto: data nella quale il progetto inizia a produrre risparmi addizionali di energia primaria;
- g. distributore: la persona giuridica che effettua attività di trasporto dell'energia elettrica e gas attraverso le reti di distribuzione affidate in concessione in un ambito territoriale di competenza, o in sub-concessione dalla impresa distributrice titolare della concessione, e la persona fisica o giuridica che effettua attività di trasporto di gas naturale attraverso reti di gasdotti locali per la consegna ai clienti finali;
- h. energia elettrica o gas complessivamente distribuiti sul territorio nazionale: rispettivamente la somma dell'energia elettrica, a tutti i livelli di tensione, o la somma del gas trasportati ai clienti finali da tutti i soggetti aventi diritto ad esercitare l'attività di distribuzione ai sensi della vigente normativa, ivi inclusi gli autoconsumi dei medesimi soggetti;

- i. energia elettrica o gas distribuiti da un distributore: rispettivamente l'energia elettrica, a tutti i livelli di tensione, o il gas trasportati ai clienti finali connessi alla rete dello stesso distributore avente diritto ad esercitare l'attività di distribuzione ai sensi della vigente normativa, ivi inclusi gli autoconsumi del distributore medesimo;
- j. obblighi quantitativi nazionali: la quota degli obiettivi quantitativi nazionali che deve essere conseguita, rispettivamente, dai singoli distributori di energia elettrica e di gas naturale;
- j bis. [progetto di efficientamento energetico integrato](#): insieme di interventi realizzati contestualmente dal medesimo soggetto titolare del progetto e riferiti all'intero componente, mezzo di trasporto, linea produttiva o parte di essa, edificio o parte di esso. L'intervento di efficientamento energetico può comprendere la sostituzione o nuova installazione di componenti e dispositivi, nonché la modifica del layout di linee produttive. Sono in ogni caso esclusi interventi manutentivi ed altri interventi finalizzati al ripristino delle normali condizioni di esercizio dei componenti interessati dal progetto. Gli interventi non ammissibili riportati nell'Allegato 3 alla Guida operativa diventano ammissibili qualora realizzati congiuntamente ad altri interventi di cui alla tabella 1 dell'Allegato 2 al presente decreto in un progetto di efficientamento energetico integrato. Nel caso di efficientamento energetico degli edifici, l'intervento può interessare, anche contestualmente, l'involucro, gli impianti e i dispositivi tecnologici;
- k. periodo di monitoraggio di una RC o RS: il periodo nel corso del quale sono contabilizzati i risparmi energetici oggetto della richiesta, secondo quanto specificato all'Allegato 1 al Decreto e s.m.i.;
- l. progetto a consuntivo - PC: il progetto con metodo di valutazione dei risparmi a consuntivo di cui all'Allegato 1 al Decreto e s.m.i., in conformità al programma di misura;
- m. progetto di efficienza energetica (di seguito anche «progetto»): intervento o insieme di interventi realizzati dal medesimo soggetto titolare del progetto presso uno o più stabilimenti, edifici o siti comunque denominati, valutabile con il medesimo metodo in conformità ad un programma di misura approvato dal GSE;
- n. progetto di efficienza energetica ammissibile: progetto di efficienza energetica che genera risparmi energetici addizionali e per il quale si dispone di idonea documentazione attestante che per la messa in opera sono utilizzati nuovi componenti, o componenti rigenerati per i quali non sia stato percepito in precedenza un incentivo a carico del meccanismo dei Certificati Bianchi, al netto degli impianti già esistenti afferenti o funzionali al medesimo progetto, e che la data di avvio della realizzazione del progetto è successiva alla data di presentazione dell'istanza di accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi, [salvo quanto previsto dal punto 1.7 dell'Allegato 1 al Decreto e s.m.i.](#);
- o. progetto di riferimento: l'intervento o l'insieme di interventi che, in relazione al progetto proposto, è realizzato con i sistemi o con le tecnologie che, alla data di presentazione del progetto, costituiscono lo standard di mercato in termini tecnologici e normativi;
- p. progetto standardizzato - PS: il progetto con metodo di valutazione dei risparmi standardizzato di cui all'Allegato 1 al Decreto e s.m.i., in conformità al programma di misura;
- q. richiesta certificazione risparmi a consuntivo - RC: la richiesta di verifica e certificazione dei risparmi conseguiti dalla realizzazione del progetto a consuntivo;
- r. richiesta certificazione risparmi standardizzata - RS: la richiesta di verifica e certificazione dei risparmi conseguiti dalla realizzazione del progetto standardizzato;

- s. risparmio energetico addizionale: la differenza, in termini di energia primaria (espressa in TEP), fra il consumo di baseline e il consumo energetico conseguente alla realizzazione di un progetto. Tale risparmio è determinato, con riferimento al medesimo servizio reso, assicurando una normalizzazione delle condizioni che influiscono sul consumo energetico;
- t. Società di Servizi Energetici o SSE o ESCO: società che attraverso interventi di risparmio energetico, anche finanziati autonomamente o tramite terzi, consegue un aumento dell'efficienza del sistema di domanda e offerta di energia del cliente, assumendo la responsabilità del risultato nel rispetto del livello di servizio concordato;
- u. soggetto proponente: soggetto in possesso dei requisiti di ammissibilità di cui all'art. 5, comma 1 del Decreto e s.m.i., che presenta l'istanza per la richiesta di incentivo al GSE; può anche non coincidere con il titolare del progetto e, in tal caso, l'istanza per la richiesta di incentivo al GSE è presentata su delega del soggetto titolare;
- v. soggetto titolare del progetto: soggetto che sostiene l'investimento per la realizzazione del progetto di efficienza energetica;
- w. vita utile del progetto: periodo durante il quale vengono riconosciuti i Certificati Bianchi al progetto, nel rispetto dei limiti di cui all'Allegato 2 al Decreto e s.m.i.;
- x. Scheda Progetto Standardizzato (PS): Scheda contenente le indicazioni specifiche per tipologia di progetto standardizzato;
- y. perimetro Progetto Standardizzato: l'insieme di tutti gli interventi che costituiscono il Progetto standardizzato, ivi inclusi gli interventi del campione rappresentativo;
- z. [Accredia: organismo nazionale italiano di accreditamento ai sensi del decreto ministeriale 22 dicembre 2009 concernente prescrizioni relative all'organizzazione e al funzionamento dell'unico organismo nazionale italiano autorizzato a svolgere attività di accreditamento in conformità al regolamento \(CE\) n. 765/2008, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 19 del 25 gennaio 2010, per l'attestazione della competenza, l'indipendenza e l'imparzialità degli organismi di certificazione, ispezione e verifica, e dei laboratori di prova e taratura;](#)
- aa. [FIRE: Federazione italiana per l'uso razionale dell'energia, che detiene, su incarico del Ministero dello sviluppo economico, l'elenco dei responsabili per la conservazione e l'uso razionale dell'energia \(energy manager\) individuati ai sensi della legge 9 gennaio 1991, n. 10 recante norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia](#)



CERTIFICATI BIANCHI
Allegato 2.1 alla Guida Operativa

Guide Settoriali

IL SETTORE INDUSTRIALE
DELLA PRODUZIONE DI PIASTRELLE CERAMICHE

INDICE

1	DESCRIZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO	3
2	DESCRIZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE DISPONIBILI E DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA.....	8
2.1	Atomizzatori.....	9
2.2	Essiccatori	10
2.3	Forni di cottura	11
2.4	Ulteriori interventi di efficienza energetica.....	13
3	INDIVIDUAZIONE DEGLI ALGORITMI DI CALCOLO DEI RISPARMI	14
4	METODOLOGIA ADOTTATA PER LA PRESENTE GUIDA	16
5	BIBLIOGRAFIA	18

1 DESCRIZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

Il settore della ceramica può essere differenziato, in base alla produzione, in:

- piastrelle di ceramica;
- ceramica sanitaria;
- stoviglie;
- refrattari.

Le aziende italiane attive nell'intero settore al 2014 sono state 223 ed hanno occupato circa 25.600 addetti. Il settore delle piastrelle ceramiche rappresenta quello principale, infatti, nel 2015, erano presenti circa 150 aziende con 19.000 addetti ed un fatturato pari a 5,1 milioni di euro, di cui ben l'84% imputabile alle vendite estere.

Le maggiori imprese italiane operanti in questo settore sono localizzate in precisi distretti industriali: Sassuolo-Scandiano, Imola-Faenza, Impruneta, Vietri sul mare e nel Veneto.

La categoria di prodotti "piastrelle di ceramica per pavimento e rivestimento" comprende differenti tipologie di prodotto, non solo dal punto di vista dei formati, ma anche per le particolari caratteristiche estetiche e meccaniche e per le tecniche e tecnologie di fabbricazioni utilizzate. Una possibile classificazione è la seguente¹:

- *monocottura*: si tratta di piastrelle ceramiche ottenute per pressatura e smaltatura. Vengono prodotte attraverso un processo di monocottura: lo smalto viene applicato sul supporto essiccato; segue una sola cottura del supporto e dello smalto. Si trovano in commercio di colore bianco/grigio (monocottura chiara) o anche rosso (monocottura rossa) e a supporto greificato o poroso;
- *maiolica/cottoforte*: sono anch'esse piastrelle smaltate ottenute per pressatura. Vengono prodotte attraverso il processo di bicottura: viene applicato lo smalto dopo la cottura del supporto e viene successivamente cotto lo smalto. La struttura risulta porosa, con percentuale d'acqua maggiore del 10-12% per la maiolica e maggiore del 7-8% per il cottoforte;
- *grès porcellanato smaltato*: sono piastrelle ceramiche smaltate a supporto greificato ottenute per pressatura. Il ciclo di produzione è la monocottura;
- *grès porcellanato non smaltato*: sono piastrelle ceramiche non smaltate a supporto greificato ottenute per pressatura e la cui superficie può essere levigata. Tale prodotto è quasi scomparso dal mercato;
- *altri (clinker, cotto)*: si tratta in entrambi i casi di piastrelle ottenute per estrusione. Riguardo al clinker, sono un tipo di piastrelle a supporto greificato (smaltato o meno) ottenute per estrusione a partire da impasti di diverse materie prime. Il cotto, dal tipico colore rosso e avente struttura porosa, è ottenuto da un impasto di argille e altre rocce. È in genere non smaltato.

¹ Fonte: D.M. 29 gennaio 2007 "Emanazione di linee guida per l'individuazione e applicazione delle migliori tecniche disponibili in materia di vetro, fritte vetrose e prodotti ceramici, per le attività elencate nell'all. I del Decreto Legislativo 18 febbraio 2005, numero 59"

La produzione nazionale di piastrelle di ceramica si è caratterizzata nell'ultimo ventennio da una marcantissima trasformazione tipologica che ha portato alla progressiva perdita di rilevanza delle tipologie di prodotto tradizionali a favore della nuova tipologia denominata "grès porcellanato", che ha sempre più caratterizzato l'immagine della produzione italiana sui mercati internazionali. La classificazione è riassunta nella tabella seguente.

Denominazione	Stato della superficie	Ciclo di fabbricazione	Destinazione prevalente
Monocottura	Smaltata	Monocottura	Pavimentazione interni/ Rivestimento interni
Maiolica/cottoforte	Smaltata	Bicottura	Rivestimento interni
Grès porcellanato non smaltato	Non smaltata	Monocottura	Pavimentazione e rivestimento interni/ esterni
Grès porcellanato smaltato	Smaltata	Monocottura	Pavimentazione e rivestimento interni/ esterni
Altri	Smaltata/non smaltata	Monocottura	-

Tabella 1: Possibile classificazione delle ceramiche (Fonte: D.M. 29 gennaio 2007)

Ad oggi, nel portafoglio prodotti, il grès porcellanato rappresenta la quota parte più rilevante della produzione, oltre l'80%, seguito dalle monocotture, pari a circa il 10%, e dalle bicotture, pari circa il 5%. La restante parte è riferita ad altri prodotti di nicchia poco significativi a livello di produzione.

Nella [Figura 1](#) sono indicate le principali fasi del processo produttivo ed i relativi macchinari impiegati. Sono [inoltre evidenziate](#) in rosso le utenze che necessitano di energia termica, mentre tutte le altre utenze sono di tipo elettrico. I riquadri tratteggiati rappresentano fasi di processo presenti solo per alcune tipologie di prodotto.

Fase di preparazione delle materie prime

– Stoccaggio materie prime

Le materie prime necessarie alla formazione dell'impasto (argille, sabbie, sostanze feldspatiche-carbonatiche, etc.) sono trasportate nello stabilimento per mezzo di camion e scaricate in apposite aree di stoccaggio distinte per tipologia di materia. Il processo produttivo viene avviato in modo automatico, grazie a sistemi che dosano le quantità delle diverse materie in base alla ricetta scelta. Si possono aggiungere additivi e/o pigmenti in base al tipo di prodotto finito prescelto.

– Macinazione

Nella fase di macinazione l'obiettivo è quello di produrre una polvere con una determinata granulometria e con un determinato contenuto d'acqua, idoneo alla successiva fase di pressatura. La macinazione può essere realizzata secondo tre metodi differenti:

- processo a secco tradizionale;
- processo a secco con granulazione;
- processo ad umido.

Il processo più utilizzato è l'ultimo, secondo cui la materia prima viene macinata in presenza di una certa quantità d'acqua. Il risultato è un composto definito "barbottina" dotato di un contenuto d'acqua pari a circa il 30-40%, che viene dapprima inviato ad apposite vasche dotate di agitatori e successivamente passato all'atomizzatore.

– *Atomizzazione*

Questa è la seconda e ultima fase della preparazione dell'impasto; è presente un essiccatoio a spruzzo (spray dry) che provoca l'istantanea evaporazione di gran parte dell'acqua presente nella barbottina grazie ad un forte getto di aria calda (500-600°C) che intercetta le goccioline spruzzate di barbottina. Il contenuto d'acqua presente nella barbottina viene ridotto da circa il 35% al 6-7%. In questa seconda fase di preparazione dell'impasto viene consumata prevalentemente energia termica che serve per far evaporare l'acqua presente nella barbottina. L'atomizzatore può funzionare con un combustore, dove in genere viene bruciato gas naturale, in aggiunta ad eventuale calore recuperato dal cogeneratore o dai forni di cottura.

Fase di formatura

La formatura è la fase, espletata tramite l'operazione di estrusione o pressatura, che consente di compattare secondo una determinata forma l'impasto precedentemente macinato. In genere, la modalità di pressatura è la più adottata, essa consente di ottenere un prodotto compattato e crudo mediante la pressione di circa 20-50 MPa.

Fase di essiccazione

In questa fase l'obiettivo è quello di rimuovere dal prodotto pressato l'acqua presente in eccesso. Il reparto di essiccamento, che può essere composto da essiccatoi orizzontali o verticali, sfrutta prevalentemente l'energia termica, sotto forma di aria calda a 80 – 160°C. Il vettore elettrico viene utilizzato solamente per la movimentazione del materiale.

Fase di preparazione smalti e smaltatura

Gli smalti, prima di poter essere applicati sopra la superficie della piastrella devono essere preparati all'interno dello stabilimento. La preparazione consiste nella macinazione ad umido di alcuni componenti al fine di ottenere una sospensione acquosa di particelle fini. Sia nella fase di preparazione degli smalti, che nella vera e propria fase di smaltatura, viene utilizzato prevalentemente il vettore elettrico.

Fase di cottura

Durante questa fase il supporto e lo smalto della piastrella vengono cotti in forni a rulli ad alta temperatura (circa 1.200°C) in modo da conferire al prodotto finito le caratteristiche meccaniche di resistenza necessarie e desiderate. Il reparto di cottura è la fase maggiormente energivora dell'intero processo, richiede infatti molta energia termica che viene fornita grazie al gas naturale; il vettore elettrico viene utilizzato per la movimentazione delle piastrelle dall'inizio alla fine del forno a rulli e per il funzionamento dei filtri. In questa fase la piastrella subisce un ciclo di pre-riscaldamento (preforno e preriscaldamento), cottura e successivamente di raffreddamento (raffreddamento rapido, raffreddamento lento e finale). Dopo questa fase, la piastrella cotta ha una dimensione inferiore di circa il 7% rispetto a quando è cruda.

Fase di operazioni di fine linea

In seguito alla cottura si possono prevedere alcune operazioni di finitura della piastrella, tra cui ad esempio la rettifica, il taglio, la lappatura o la smussatura. In queste tre fasi il vettore elettrico viene utilizzato per azionare i macchinari necessari alle operazioni richieste.

Fase di scelta, imballaggio e spedizione

A valle di tutto il processo produttivo vi è la fase di scelta, in cui si classificano le piastrelle in base alla qualità raggiunta, la fase di imballaggio e la successiva spedizione. In queste ultime fasi del processo produttivo, il vettore elettrico viene utilizzato per azionare la macchina di scelta automatica ed i nastri trasportatori, una quota parte di calore può essere utilizzata in forni termoretraibili per l'imballaggio finale.

L'approvvigionamento energetico (energia elettrica e gas metano) avviene prevalentemente dalla rete nazionale. Inoltre, negli stabilimenti sono molto spesso presenti impianti di cogenerazione (di varie configurazioni) in assetto di autoconsumo, con recuperi termici a servizio di atomizzatori, essiccatoi o del sistema di riscaldamento ambiente.

Nel processo produttivo descritto, il vettore elettrico è utilizzato in quasi tutte le fasi in quanto aziona i diversi motori elettrici presenti, i filtri, ovvero è impiegato per il trasporto del materiale attraverso i nastri trasportatori. La restante quota energetica è imputabile al calore ottenuto grazie allo sfruttamento di energia primaria quale il gas naturale negli essiccatoi, nell'atomizzatore e nel forno di cottura. Generalmente il gas naturale è la fonte energetica a cui è riconducibile la maggior parte della spesa energetica delle imprese.

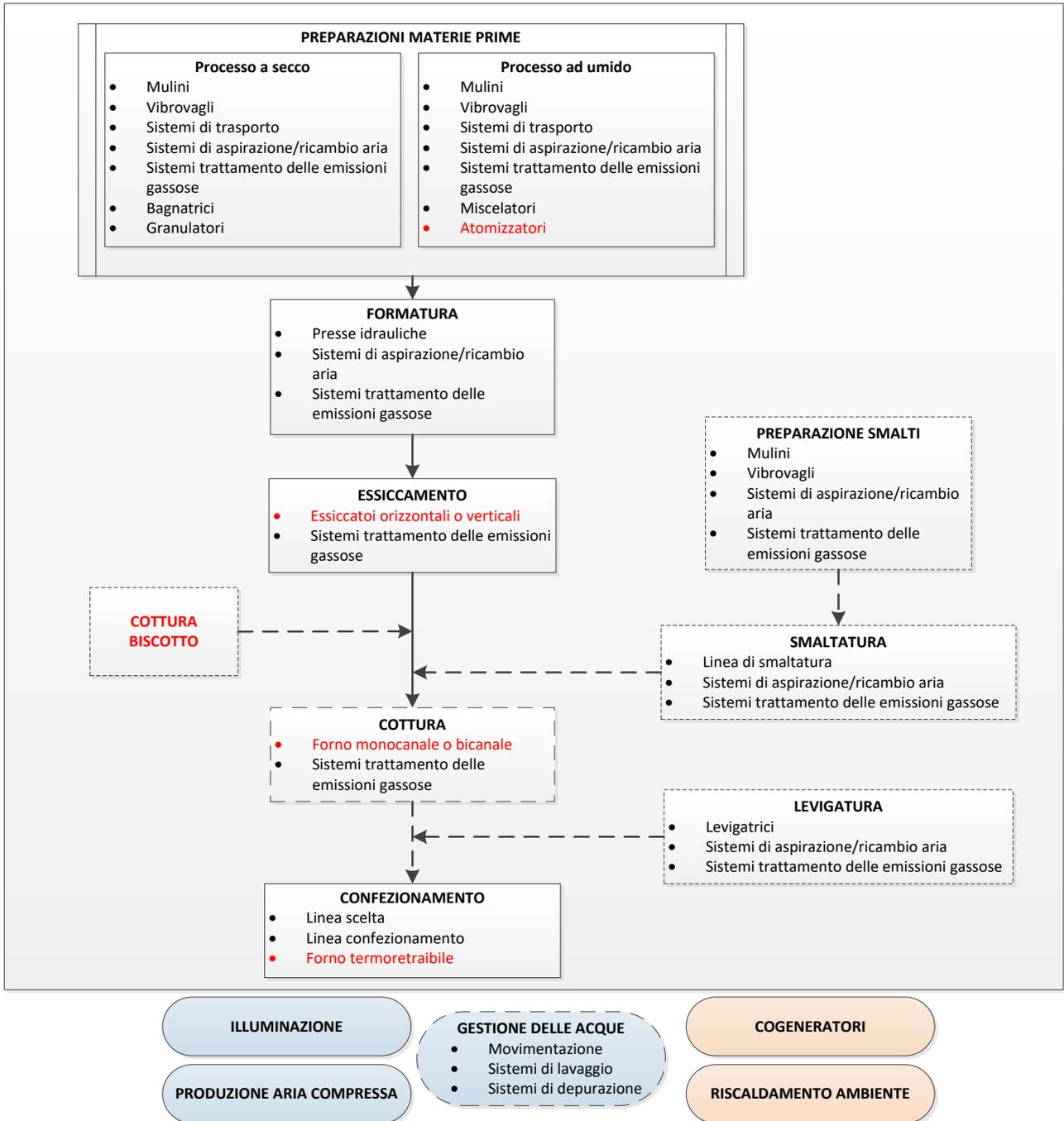


Figura 1: Processo di produzione delle piastrelle di ceramica

2 DESCRIZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE DISPONIBILI E DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA

Indicazioni sulle migliori tecniche disponibili per la fabbricazione delle ceramiche sono riportate nel BRef elaborato nell'ambito delle direttive IIIP e IED e, per il caso italiano, nel D.M. 29 gennaio 2007. I dati, tuttavia, non risultano aggiornati all'attuale stato dell'arte, in quanto risalenti al 2007. Con riferimento ai progetti di efficienza energetica presentati nell'ambito del meccanismo dei certificati bianchi, nonché alla letteratura di settore e alle soluzioni tecnologiche ad oggi installabili, di seguito è presente una descrizione degli interventi di efficienza energetica relativi al settore ceramico presenti in tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

Tipologie di intervento del settore ceramico <i>tabella 1 del D.M.11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.</i>	Vita utile		
	Nuova installazione	Sostituzione	Efficientamento integrato
Essiccatori	10	7	5
Sistemi di controllo e regolazione della portata del gas metano e dell'aria interna in essiccatori ceramici	5	3	-
Ottimizzazione della distribuzione del profilo di velocità dell'aria e bruciatori ad alta velocità di fiamma in atomizzatori	7	5	-
Abbattitore a barbottina	7	5	-
Altri sistemi di recupero del calore	3	-	-
Forni di cottura	10	7	5
Bruciatori auto recuperativi in forni ceramici e ottimizzazione fluidodinamica della geometria interna	7	5	-
Sistemi di preriscaldamento dell'aria comburente dei forni ceramici tramite il recupero di calore dai forni stessi	5	-	-
Sistema di distribuzione e diffusione del calore per climatizzazione e recupero di calore dal camino di raffreddamento finale dei forni ceramici	-	5	5
Forni lavorazione secondarie (forno termoretraibile)	10	7	5
Economizzatori sulla linea fumi di impianti di produzione di energia termica	7	5	-

Tabella 2: tipologie di intervento del settore ceramico tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

Si precisa che, per la realizzazione degli interventi riportati nella Tabella 3, il calcolo dei risparmi dovrà essere effettuato con riferimento al consumo specifico del "sistema tecnologico assunto come punto di riferimento". Tale condizione è da applicare, ad esempio, anche ai sistemi di automazione e controllo che rientrano tra le misure comportamentali "adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti". Pertanto, la realizzazione dei suddetti interventi verrà incentivata in relazione alla riduzione dei consumi specifici, rispetto alle condizioni ex ante, del sistema tecnologico assunto come punto di riferimento.

Sistema tecnologico assunto come punto di riferimento	Tipologie di intervento secondo la tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.
Atomizzatori	Ottimizzazione della distribuzione del profilo di velocità dell'aria e bruciato ad alta velocità di fiamma in atomizzatori
	Abbattitore barbottina
	Altri sistemi di recupero del calore
	Misure comportamentali: adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti
	Misure comportamentali: variazione delle materie in ingresso nel processo produttivo, compreso l'utilizzo di materiale di scarto della lavorazione, a parità di prodotto finito o semilavorato
Essiccatori	Sistema di controllo e regolazione della portata del gas metano e dell'aria calda interna in essiccatori ceramici
	Altri sistemi di recupero del calore
	Misure comportamentali: adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti

	Misure comportamentali: variazione delle materie in ingresso nel processo produttivo, compreso l'utilizzo di materiale di scarto della lavorazione, a parità di prodotto finito o semilavorato
Forni di cottura	Bruciatori auto recuperativi in forni ceramici e ottimizzazione fluidodinamica della geometria interna
	Sistemi di preriscaldamento dell'aria comburente dei forni ceramici tramite il recupero di calore dai fumi dei forni stessi
	Misure comportamentali: adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti
	Misure comportamentali: variazione delle materie in ingresso nel processo produttivo, compreso l'utilizzo di materiale di scarto della lavorazione, a parità di prodotto finito o semilavorato
Impianti di produzione di energia termica	Economizzatori sulla linea fumi di impianti di produzione di energia termica

Tabella 3: correlazione tra "sistema tecnologico assunto come punto di riferimento" e tipologie di intervento

2.1 Atomizzatori

I consumi energetici legati a questa fase del processo sono prevalentemente di natura termica e connessi al riscaldamento dell'aria necessaria all'evaporazione del contenuto d'acqua della barbottina.

I possibili interventi volti a migliorare l'efficienza energetica di un atomizzatore e a ridurre i consumi di gas sono legati a installazione o sostituzione:

1. di sistemi di "ottimizzazione della distribuzione del profilo di velocità dell'aria e bruciatori ad alta velocità di fiamma";
2. di "abbattitori a barbottina";
3. "altri recuperi di calore" a servizio degli atomizzatori.

In questi casi il consumo di baseline corrisponde al consumo della situazione ex ante intervento, in quanto tali interventi avranno l'effetto di ridurre il consumo specifico del "sistema tecnologico assunto come punto di riferimento".

Nel caso si agisca sull'atomizzatore nella sua interezza, con un intervento di nuova installazione o di sostituzione, la tipologia di intervento riportata in tabella 1 del D.M. [11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.](#) a cui fare riferimento è "Essiccatori".

A seconda che l'intervento preveda la nuova installazione o la sostituzione del componente, si dovranno considerare i risparmi addizionali rispetto alla soluzione di riferimento o alla situazione ex ante.

Per interventi di nuova installazione, dall'analisi delle prestazioni degli atomizzatori standard attualmente presenti sul mercato, si evince che l'efficienza energetica di riferimento, in termini di $\text{kcal/kg}_{\text{barbottina essiccata}}$ e $\text{kWh/ton}_{\text{barbottina essiccata}}$, può essere assunta pari ai valori indicati nella tabella seguente.

In fase di presentazione di un progetto si renderà quindi necessario fornire i quantitativi e le dimensioni delle piastrelle prodotte.

Si precisa che, ai fini del calcolo del consumo specifico termico è necessario tenere in considerazione tutti gli apporti termici utilizzati dall'atomizzatore, ovvero quelli derivanti dalla combustione del gas metano e quelli provenienti dalle varie sezioni di recupero di calore presenti in stabilimento.

Macchinario	Consumi specifici - Termici			Consumi specifici - Elettrici			Tipologia di prodotto in uscita dalle fasi di lavorazione
	Gres porcellanato	Monocottura chiara	Monocottura rosa	Gres porcellanato	Monocottura chiara	Monocottura rosa	
	Kcal/kg	Kcal/kg	Kcal/kg	kWh/ton	kWh/ton	kWh/ton	
Atomizzatori	314	311	460	7,6	6,0	14,0	Barbottina essiccata

Tabella 4 - Consumi specifici di riferimento degli atomizzatori

Un ulteriore intervento è legato al recupero di calore dai fumi di cottura dai quali, previa depurazione degli stessi, è possibile recuperare un cascame termico ad una temperatura di circa 200-250°C da destinare all'atomizzatore stesso. Tale intervento rientra nella tipologia indicata dal D.M. [11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.](#) "Altri sistemi di recupero del calore".

Ai fini del calcolo dei risparmi è necessario considerare il miglioramento del consumo specifico termico ex ante dell'atomizzatore (comprensivo di tutti gli apporti termici presenti nella situazione ex ante), al netto del recupero di calore.

2.2 Essiccatori

I consumi energetici degli essiccatori, con configurazione verticale o orizzontale, sono prevalentemente di natura termica, connessi al riscaldamento dell'aria necessaria all'evaporazione del contenuto d'acqua delle piastrelle prima della fase di cottura.

I possibili interventi volti a migliorare l'efficienza energetica di un essiccatore con la conseguente riduzione dei consumi di metano sono legati a installazione o sostituzione:

1. di "sistemi di controllo e regolazione della portata del gas metano e dell'aria calda";
2. "altri recuperi di calore" a servizio degli essiccatori.

L'adozione congiunta di questi due interventi costituisce un esempio di efficientamento integrato degli essiccatori. Nei casi di efficientamento integrato, ovvero nel caso si adottino anche uno solo dei suddetti interventi, il consumo di baseline corrisponde al consumo della situazione ex ante intervento, in quanto tali interventi avranno l'effetto di ridurre il consumo specifico del "sistema tecnologico assunto come punto di riferimento".

Nel caso si agisca sull'essiccatore nella sua interezza, con un intervento di nuova installazione o di sostituzione, la tipologia di intervento riportata in tabella 1 D.M. [11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.](#), a cui fare riferimento è "Essiccatori".

A seconda che l'intervento preveda la nuova installazione o la sostituzione del componente, si dovranno considerare i risparmi addizionali rispetto alla soluzione di riferimento o alla situazione ex ante.

Dall'analisi delle prestazioni degli essiccatori standard attualmente presenti sul mercato, si evince che l'efficienza energetica di riferimento, in termini di kcal/kg_{piastrella essiccata} e kWh/ton_{piastrella essiccata}, può essere assunta pari ai valori indicati nella tabella seguente. In fase di presentazione di un progetto si renderà quindi necessario fornire i quantitativi e le dimensioni delle piastrelle prodotte.

In analogia con quanto detto per gli atomizzatori, anche per gli essiccatori, ai fini del calcolo del consumo specifico termico, è necessario tenere in considerazione tutti gli apporti termici utilizzati dall'essiccatore, ovvero quelli derivanti dalla combustione del gas metano e quelli provenienti dalle varie sezioni di recupero di calore presenti in stabilimento.

Macchinario	Consumi specifici - Termici			Consumi specifici - Elettrici			Tipologia di prodotto in uscita dalle fasi di lavorazione
	Gres porcellanato	Monocottura chiara	Monocottura rosa	Gres porcellanato	Monocottura chiara	Monocottura rosa	
	Kcal/kg	Kcal/kg	Kcal/kg	kWh/ton	kWh/ton	kWh/ton	
Essiccatori vet	92	101	89	10,6	7,6	5,9	Piastrelle essiccate
Essiccatori oriz	106	102	--	8,5	7,6	--	Piastrelle essiccate

Tabella 5: Consumi specifici di riferimento degli essiccatori

Un ulteriore intervento è legato al recupero di calore dall'aria di raffreddamento dei forni (circa 200°C) utilizzata come reintegro e come aria comburente dell'essiccatore. Tale intervento rientra nella tipologia indicata dal D.M. [11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.](#) "Altri sistemi di recupero del calore".

Ai fini del calcolo dei risparmi è necessario considerare il miglioramento del consumo specifico termico ex ante dell'essiccatore (comprensivo di tutti gli apporti termici presenti nella situazione ex ante), al netto del recupero di calore.

2.3 Forni di cottura

I consumi energetici legati a questo processo sono prevalentemente di natura termica, connessi alla fase di cottura delle piastrelle ceramiche.

I possibili interventi volti a migliorare l'efficienza di un forno con conseguente riduzione dei consumi di metano riguardano:

1. l'installazione o sostituzione di bruciatori auto recuperativi e l'ottimizzazione fluidodinamica della geometria interna;
2. l'installazione di sistemi di preriscaldamento dell'aria comburente tramite il recupero di calore dai fumi dei forni stessi.

L'adozione congiunta di questi due interventi costituisce un esempio di efficientamento integrato dei forni di cottura. Un altro esempio di efficientamento integrato dei forni di cottura è relativo alla sostituzione di bruciatori auto recuperativi e alla contestuale adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti. Nei casi di efficientamento integrato, ovvero nel caso si adottino anche uno solo dei suddetti interventi, il consumo di base corrisponde al consumo della situazione ex ante intervento, in quanto tali interventi avranno l'effetto di ridurre il consumo specifico del "sistema tecnologico assunto come punto di riferimento".

Nel caso si agisca sul forno di cottura nella sua interezza, con un intervento di nuova installazione, di sostituzione, la tipologia di intervento riportata in tabella 1 del D.M. [11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.](#), a cui fare riferimento è "Forni di cottura".

A seconda che l'intervento preveda la nuova installazione o la sostituzione del componente, si dovranno considerare i risparmi addizionali rispetto alla soluzione di riferimento o alla situazione ex ante.

Il consumo specifico dei forni risulta influenzato da diverse variabili quali la tipologia di prodotto, la capacità di carico del forno, e pertanto le dimensioni e la geometria delle piastrelle, lo spessore, i tempi di cottura, i minuti di vuoto, la tipologia di ricetta, etc.

Tra le variabili più significative si evidenzia sicuramente la tipologia di prodotto, la dimensione delle piastrelle e lo spessore.

Dall'analisi delle prestazioni dei forni standard attualmente presenti sul mercato, si evince che il consumo specifico di riferimento, in termini di kcal/kg_{piastrella cotta} e kWh/ton_{piastrella cotta}, può essere assunto pari ai valori indicati nella tabella seguente.

I valori di seguito indicati sono riferiti a mix produttivi:

- distinti per tipologia di prodotto;
- suddivisi per cluster in funzione delle superfici delle piastrelle;
- riferiti a spessori compresi tra 6 mm e 22 mm.

Macchinario	Superficie piastrella		Consumi specifici - Termici			Consumi specifici - Elettrici			Tipologia di prodotto in uscita dalle fasi di lavorazione
	da	a	Gres porcellanato	Monocottura chiara	Monocottura rosa	Gres porcellanato	Monocottura chiara	Monocottura rosa	
	mq	mq	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kWh/ton	kWh/ton	kWh/ton	
Forni di cottura	0,00	0,40	500	450	500	19,8	16,6	19,8	Piastrelle cotte
	0,41	0,80	520	470	520				
	0,81	1,20	550	500	550				
	1,21	1,70	580	520	580				
	1,71	2,8	610	550	610				
	2,81	3	640	550	640				

Tabella 6: Consumi specifici di riferimento dei forni

Si precisa che, per spessori inferiori ai 6 mm, i dati sopra indicati devono essere aumentati del 15%.

Per superfici superiori ai 3 mq e spessori superiori a 22 mm è necessario effettuare analisi specifiche.

Nel caso di sostituzione o di **efficientamento integrato** del forno di cottura il consumo di baseline è riferito al consumo specifico del forno ex ante. In ogni caso la baseline deve prendere in considerazione le variabili sopra indicate (tipologia di prodotto, dimensioni e spessori). In fase di presentazione di un progetto sarà necessario fornire informazioni puntuali, con dettaglio orario, sulle caratteristiche del prodotto, i tempi di cottura, i minuti di vuoto e la tipologia di ricetta. **Qualora tra la situazione ex ante ed ex post vi sia solamente una variazione del formato di piastrelle prodotte, il consumo di baseline termico per il nuovo formato prodotto (formato X) potrà essere determinato moltiplicando il consumo specifico termico ex ante del forno, relativo al formato prodotto nella condizione ex ante (formato Y), per la variazione relativa tra il consumo specifico termico di riferimento del formato ex ante (formato Y) e il consumo specifico termico di riferimento del formato ex post (formato X).** Di seguito la formula esplicativa:

$$Cst_{baseline}(\text{formato } X) = Cst_{baseline}(\text{formato } Y) \cdot (1 + \Delta)$$

dove

$Cst_{baseline}(\text{formato } X)$ è il consumo specifico termico del forno ex ante per il formato X non prodotto nelle condizioni ex ante [kcal/kg];

$Cst_{baseline}(\text{formato } Y)$ è il consumo specifico termico del forno ex ante per il formato Y determinato sulla base delle misure effettuate [kcal/kg];

Δ è la variazione del consumo specifico termico di riferimento nel passaggio dal formato Y al formato X:

$$\Delta = \frac{Cst_{riferimento}(\text{formato } X) - Cst_{riferimento}(\text{formato } Y)}{Cst_{riferimento}(\text{formato } Y)}$$

$C_{st_{riferimento}}$ (formato X) è il consumo specifico termico del forno di riferimento per il formato X non prodotto nelle condizioni ex ante [kcal/kg];

$C_{st_{riferimento}}$ (formato Y) è il consumo specifico termico del forno di riferimento per il formato Y prodotto nelle condizioni ex ante [kcal/kg].

Un ulteriore intervento di efficienza energetica che riguarda i forni di cottura è rappresentato dall'efficientamento del *“Sistema di distribuzione e diffusione del calore per climatizzazione e recupero di calore dal camino di raffreddamento finale dei forni ceramici”*.

Il programma di misura dovrà prevedere la misura di tutta l'energia termica recuperata e destinata al riscaldamento ambientale, raffrontata con il reale fabbisogno dello stabilimento. Pertanto, in fase di presentazione di un progetto, sarà necessario trasmettere un Attestato di Prestazione Energetica del sito oggetto di intervento al fine di verificare che i risparmi conseguiti, normalizzati rispetto ai gradi giorno nominali, non eccedano il reale fabbisogno.

2.4 Ulteriori interventi di efficienza energetica

Relativamente alla fase di formatura, un intervento di efficienza energetica riportato nella tabella 1 del D.M. [11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.](#) riguarda l'installazione di presse idrauliche ad elevata efficienza (tipologia di intervento *“Presse ad eccezione di presse idrauliche per stampaggio di materie plastiche”*). Nel caso si tratti di una nuova installazione, i consumi specifici di baseline sono quelli indicati nella tabella seguente.

Macchinario	Consumi specifici - Termici			Consumi specifici - Elettrici			Tipologia di prodotto in uscita dalle fasi di lavorazione
	Gres porcellanato	Monocottura chiara	Monocottura rosa	Gres porcellanato	Monocottura chiara	Monocottura rosa	
	Kcal/kg	Kcal/kg	Kcal/kg	kWh/ton	kWh/ton	kWh/ton	
Presse	--	--	--	15,0	12,8	10,5	Piastrelle pressate

Tabella 7: Consumi specifici di riferimento delle presse e dei mulini ad umido

Ulteriori interventi di efficienza energetica riportati in tabella 1 del D.M. [11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.](#) che non riguardano strettamente il processo produttivo della ceramica e che dunque risultano essere trasversali a tutta l'industria in generale, sono relativi all'installazione o sostituzione di:

- sistemi di power quality;
- [motori elettrici, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter;](#)
- impianti per la climatizzazione degli ambienti in ambito industriale con sistemi radianti ad alta temperatura;
- impianti di produzione di energia termica;
- economizzatori sulla linea fumi di impianti di produzione di energia termica;
- sistemi di trattamento degli effluenti gassosi;
- gruppi frigo e pompe di calore, [centrali frigorifere](#), ivi compresi gli impianti di surgelazione e refrigerazione;
- impianti di produzione dell'aria compressa;
- sistemi per l'illuminazione;
- [sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter;](#)
- [realizzazione e riqualificazione profonda di edifici;](#)
- [isolamento termico di superfici disperdenti opache degli edifici;](#)
- [altri sistemi di free-cooling.](#)

3 INDIVIDUAZIONE DEGLI ALGORITMI DI CALCOLO DEI RISPARMI

Nel seguente capitolo sono indicati gli algoritmi da utilizzare per il calcolo dei risparmi energetici addizionali per ciascuna tipologia di intervento.

Si precisa che, nei casi in cui nelle seguenti tabelle le formule non sono espressamente esplicitate, l'algoritmo dovrà essere indicato dal soggetto proponente.

Sistema tecnologico assunto come punto di riferimento	Intervento secondo la tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.	Formula
Presse	Presse ad eccezione di presse idrauliche per stampaggio di materie plastiche	3
Atomizzatori	Ottimizzazione della distribuzione del profilo di velocità dell'aria e bruciato ad alta velocità di fiamma in atomizzatori	2
	Abbattitore barbottina	1
	Altri sistemi di recupero del calore	--
	Misure comportamentali: adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti	--
	Misure comportamentali: variazione delle materie in ingresso nel processo produttivo, compreso l'utilizzo di materiale di scarto della lavorazione, a parità di prodotto finito o semilavorato	--
Essiccatori	Essiccatori	1
	Sistema di controllo e regolazione della portata del gas metano e dell'aria calda interna in essiccatori ceramici	2
	Altri sistemi di recupero del calore	--
	Misure comportamentali: adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti	1
	Misure comportamentali: variazione delle materie in ingresso nel processo produttivo, compreso l'utilizzo di materiale di scarto della lavorazione, a parità di prodotto finito o semilavorato	--
Forni di cottura	Forni di cottura	1
	Bruciatori auto recuperativi in forni ceramici e ottimizzazione fluidodinamica della geometria interna	2
	Sistemi di preriscaldamento dell'aria comburente dei forni ceramici tramite il recupero di calore dai fumi dei forni stessi	2
	Misure comportamentali: adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti	1
	Misure comportamentali: variazione delle materie in ingresso nel processo produttivo, compreso l'utilizzo di materiale di scarto della lavorazione, a parità di prodotto finito o semilavorato	--
Impianti di produzione di energia termica	Economizzatori sulla linea fumi di impianti di produzione di energia termica	*

Tabella 8: Corrispondenza tra interventi e formule da adottare per il calcolo dei risparmi

Per le installazioni riferite alla Tabella 8, gli algoritmi di calcolo dei risparmi da utilizzare sono i seguenti:

* Per la formula di calcolo dei risparmi da utilizzare si faccia riferimento alla guida settoriale "IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA TERMICA E FRIGORIFERA"

Formula	Algoritmo
1	$RISP = [(Cst_{baseline} - Cst_{expost}) \cdot f_t + (Cse_{baseline} - Cse_{expost}) \cdot f_e] \cdot P$
2	$RISP = (Cst_{baseline} - Cst_{expost}) \cdot f_t \cdot P$
3	$RISP = (Cse_{baseline} - Cse_{expost}) \cdot f_e \cdot P$

Tabella 9: Algoritmi di calcolo dei risparmi

dove:

- $Cst_{baseline}$ è il consumo specifico di energia termica di baseline per tonnellata di prodotto [MWh/t];
- Cst_{expost} è il consumo specifico di energia termica ex post per tonnellata di prodotto [MWh/t];
- $Cse_{baseline}$ è il consumo specifico di energia elettrica di baseline per tonnellata di prodotto [MWh/t];
- Cse_{expost} è il consumo specifico di energia elettrica ex post per tonnellata di prodotto [MWh/t];
- P = tonnellate di prodotto lavorato [t];
- f_e = fattore di conversione pari a 0,187 tep/MWh, in caso di prelievo di energia elettrica dalla rete elettrica nazionale;
- f_t = fattore di conversione pari a 0,086 tep/MWh_t.

Per le installazioni relative ad “Altri sistemi di recupero del calore” di cui alla Tabella 8, il programma di misura da adottare dovrà consentire di determinare il calore recuperato e al contempo di quantificare i risparmi conseguiti sul sistema tecnologico assunto come punto di riferimento. In maniera del tutto analoga, per le altre misure comportamentali presenti all’interno della Tabella 8 si dovrà implementare un programma di misura che consenta di quantificare i risparmi conseguiti sul sistema tecnologico assunto come punto di riferimento. Si rappresenta che, per gli interventi di “variazione delle materie in ingresso nel processo produttivo, compreso l’utilizzo di materiale di scarto della lavorazione, a parità di prodotto finito o semilavorato” sarà necessario:

1. fornire documentazione che consenta di verificare la parità del prodotto finito o semilavorato tra la situazione di baseline e la situazione ex post;
2. qualora siano presenti degli effetti indotti sui processi a monte e/o a valle del componente oggetto di intervento, adottare un programma di misura e un algoritmo di calcolo che consentano di quantificare la variazione dei consumi energetici dei processi impattati al fine di valutare gli effettivi benefici legati all’intervento.

4 METODOLOGIA ADOTTATA PER LA PRESENTE GUIDA

Per gli **atomizzatori**, i valori dei consumi specifici termici riportati in Tabella 4 sono stati posti pari al valore medio del range dei consumi indicati nel *“Rapporto integrato ambiente, energia, sicurezza-salute, qualità. L’industria italiana delle piastrelle di ceramica e dei materiali refrattari. ASSOPIASTRELLE – SNAM, 1998”* (di seguito, Rapporto).

I dati sono stati ritenuti attendibili in quanto in linea con i valori medi di consumo specifico ex ante relativi a pratiche presenti nel database GSE. I valori dei consumi specifici elettrici sono stati calcolati riducendo del 5% il valore medio dei consumi riportati nel Rapporto. Tale riduzione è stata effettuata considerando la maggiore efficienza dei motori attualmente installabili rispetto a quelli del '98.

Per gli **essiccatori**, i valori dei consumi specifici termici ed elettrici riportati in Tabella 5 sono stati scelti in riferimento al valore minimo del range indicato nello studio del '98.

Il consumo termico di riferimento è stato validato dal confronto con i valori medi dei consumi ex post di essiccatori (distinti tra verticali ed orizzontali) installati tra il 2009 e il 2014.

Il consumo elettrico di riferimento è stato validato constatando che i consumi specifici elettrici indicati nel D.M. 29 gennaio 2007 e [ss.mm.ii.](#) risultano decisamente inferiori rispetto a quelli indicati nel Rapporto.

Per i **forni**, il valore di consumo specifico termico per il gres porcellanato riportato in Tabella 6 è stato ricavato dall’analisi del database GSE. In particolare, sono stati considerati i consumi specifici ex post di forni installati tra il 2010 e 2015 al netto dei modelli più performanti delle principali ditte costruttrici (Sacmi, modello EKO; SITI B&T; etc.). Dall’analisi sono stati eliminati valori che presentavano significative variazioni rispetto al valor medio a causa principalmente di una produzione di formati differenti rispetto alla media (in termini di superficie – fuori dall’intervallo 0,1 - 3 m² – e spessori – fuori dall’intervallo 6 - 22 mm). Il dato è avvalorato dal fatto che molti operatori hanno indicato come soluzione standard installabile al 2016 i forni Sacmi modello FMS-XTR, ovvero, in generale, forni con sdoppiamento del secondo camino e recuperi di calore ad alta temperatura per il preriscaldamento dell’aria in ingresso al forno. I consumi specifici di tale tipologia di forni sono in linea con quelli definiti dal campione di analisi.

Il consumo specifico termico per la monocottura chiara è stato calcolato considerando una riduzione del 10% dei consumi rispetto a quelli del gres porcellanato. Tale riduzione è stata stimata incrociando i dati delle schede tecniche dei fornitori Sacmi e SITI B&T, con quelli del Rapporto.

Per la monocottura rosa, applicando il medesimo approccio, si è ritenuto corretto considerare gli stessi consumi individuati per il gres porcellanato.

Infine, analizzando nel dettaglio i consumi dei forni per i quali era nota la produzione in termini di dimensioni di piastrelle e spessori, grazie anche al contributo fornito dalle osservazioni di Confindustria Ceramica, è stato

possibile individuare una correlazione tra le dimensioni delle piastrelle ed il consumo specifico, nonché tra gli spessori ed il consumo specifico.

Si segnala che risultano presenti ulteriori variabili che influenzano il consumo specifico termico, come ad esempio i tempi di cottura, i tempi di vuoto del forno, etc. Tuttavia, al fine di semplificare l'analisi, lo studio condotto si è limitato ad individuare le **correlazioni tra** le variabili più significative, ovvero tra dimensioni, spessore e consumo specifico.

Rispetto alle dimensioni delle piastrelle, i dati a disposizione hanno permesso di individuare una certa correlazione tra dimensioni e consumo specifico fino a circa 3 m². Tale correlazione non risultava però rappresentativa per i formati oltre a 3 m², in quanto i dati del campione non risultavano rappresentativi. Si sottolinea che la clusterizzazione dei consumi specifici in funzione del formato delle piastrelle, risente imprescindibilmente anche dell'efficienza del forno in termini di rapporto vuoto-pieno.

Rispetto allo spessore, valgono le stesse considerazioni fatte in merito alle dimensioni, per un intervallo compreso tra 6 e 22 mm.

Il valore del consumo specifico elettrico è stato individuato dall'analisi del database GSE, ovvero dal consumo medio ex post del medesimo cluster di forni utilizzato per la definizione del consumo specifico termico del gres porcellanato.

Per le **presse**, il valore di consumo specifico elettrico per il gres porcellanato riportato in Tabella 7 è stato calcolato considerando, tra le presse ad alta efficienza più diffuse nel '98, il valore più conservativo tra quelli indicati nella figura 5.11 del Rapporto. Il rapporto percentuale tra i consumi specifici elettrici per la monocottura chiara e rosa ed il gres porcellanato, ottenuto dai dati del Rapporto (fig. 5.10), è stato applicato ai consumi di riferimento di quest'ultima tipologia, al fine di individuare il consumo specifico elettrico per la monocottura chiara e rosa.

Si precisa che tutti i dati relativi ai consumi termici di riferimento sono espressi in termini di energia primaria riferita ad un PCI del gas naturale di 8.250 kcal/Smc.

I consumi elettrici di riferimento, invece, sono espressi in termini di energia finale.

5 BIBLIOGRAFIA

- INTEGRAZIONI al Documento di "Osservazioni alla Bozza di Guida Operativa GSE", Confindustria Ceramica, ottobre 2017;
- Osservazioni al documento "GUIDE SETTORIALI per interventi di efficienza energetica nell'ambito del meccanismo dei certificati bianchi IL SETTORE INDUSTRIALE DELLA PRODUZIONE DI PIASTRELLE CERAMICHE" presentato dal GSE l'11 luglio 2017 e alla relativa "NOTA METODOLOGICA" presentata dal GSE il 4 agosto 2017, Confindustria Ceramica, settembre 2017;
- L'efficienza energetica nell'industria: potenzialità di risparmio energetico e impatto sulle performance economiche e sulla competitività delle imprese", RSE, RdS n 17001209, 2017;
- Indagine sugli interventi di efficientamento termico nel settore delle piastrelle di ceramica, Confindustria Ceramica, 2016;
- Guida operativa per il settore di produzione delle piastrelle di ceramica, ENEA, 2014;
- Reference Document on Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry, 2007;
- Decreto Interministeriale 29 gennaio 2007: *"Emanazione di linee guida per l'individuazione e applicazione delle migliori tecniche disponibili in materia di vetro, fritte vetrose e prodotti ceramici, per le attività elencate nell'all. I del Decreto Legislativo 18 febbraio 2005, numero 59"*;
- Profili di Rischio di Comparto Piastrelle, INAIL, 1999;
- Piastrelle ceramiche e energia, Nasseti et. al., realizzazione Centro ceramico di Bologna, 1998;
- Rapporto integrato ambiente, energia, sicurezza-salute, qualità. L' Industria italiana delle piastrelle di ceramica e dei materiali refrattari. ASSOPIASTRELLE – SNAM, 1998;
- <http://www.sacmi.it/>;
- <http://www.sitibt.com/>;
- <http://www.confindustriaceramica.it/>.



CERTIFICATI BIANCHI
Allegato 2.10 alla Guida Operativa

Guide Settoriali

SISTEMI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA A LED
Progetto Standardizzato
2022

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	3
2	DESCRIZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE E DEGLI INTERVENTI INCENTIVABILI.....	3
2.1	LIVELLI MINIMI DI LUMINANZA E ILLUMINAMENTO.....	4
2.2	EFFICIENZA MINIMA DELLE LAMPADE POST INTERVENTO	4
2.3	REGOLAMENTI EUROPEI ILLUMINAZIONE: REGOLAMENTO (UE) 2019/2020.....	4
3	DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	6
3.1	IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE RAPPRESENTATIVO	6
3.2	NON CONVENIENZA ECONOMICA DELL'INSTALLAZIONE DEI MISURATORI.....	7
4	PROGRAMMA DI MISURA.....	8
5	INDIVIDUAZIONE DEL CONSUMO DI BASELINE E DELL'ALGORITMO DI CALCOLO.....	9
5.1	METODOLOGIA DI ESTENSIONE DEI RISPARMI.....	12
6	REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	13
7	RENDICONTAZIONE DEI RISPARMI	14
	<i>Riferimenti normativi.....</i>	<i>15</i>
	<i>Allegato 1 – Fattore di manutenzione</i>	<i>16</i>

1 INTRODUZIONE

Nell'ambito degli interventi di efficienza energetica, gli impianti di illuminazione risultano di grande interesse in quanto la loro riqualificazione garantisce un'importante riduzione del consumo energetico e, pertanto, importanti benefici sia dal punto di vista ambientale sia economico.

La presente guida rappresenta un ausilio per la presentazione dei Progetti Standardizzati (PS) relativi agli interventi di installazione di lampade a LED per nuovi impianti di illuminazione pubblica per i quali non sussista l'obbligo, per tutti gli impianti, di installazione dei misuratori di energia elettrica, ovvero per l'efficientamento di impianti di illuminazione pubblica per i quali è presente una configurazione mista tra:

- impianti nei quali sono disponibili i consumi ante intervento (tipicamente impianti di proprietà del comune) i quali potranno essere presi come campione rappresentativo;
- impianti nei quali non sono disponibili i consumi ante intervento (es. impianti di proprietà del distributore locale di energia elettrica i cui consumi/costi sono definiti a "forfait", impianti nei quali sono presenti carichi esogeni, etc.).

2 DESCRIZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE E DEGLI INTERVENTI INCENTIVABILI

Gli interventi sugli impianti di illuminazione pubblica, incentivabili tramite la metodologia del PS, sono riportati all'interno dell'Allegato 2 al D.M. 10 maggio 2018 e rientrano nell'ambito "Settore reti, servizi e trasporti". Essi sono distinti in due tipologie:

- nuova installazione delle lampade e/o dei corpi illuminanti¹;
- sostituzione della lampada e/o del corpo illuminante nell'area oggetto d'intervento, con redistribuzione o meno del posizionamento delle lampade e/o dei corpi illuminanti.

La tabella seguente riporta, per ciascuna tipologia di intervento, i valori di vita utile (U) da considerare ai fini della rendicontazione dei risparmi.

Tipologia di intervento	Settore	Vita utile	
		Nuova installazione	Sostituzione
Sistemi per l'illuminazione pubblica	reti, servizi e trasporti	7	5

Tabella 1: valori di vita utile ai fini della rendicontazione dei risparmi per i progetti di efficienza energetica nell'ambito dell'illuminazione pubblica

La migliore tecnologia disponibile nell'ambito dei sistemi di illuminazione, che permette di ottenere i migliori risultati in termini di riduzione dei consumi energetici, è la tecnologia a led. Il risparmio generabile da questa tecnologia deriva dalla migliore efficacia delle lampade (valori tipici di questa tecnologia si attestano intorno ai 150-170 lm/W) che a parità di flusso luminoso richiedono l'assorbimento di una minore potenza.

¹ Si specifica che il termine "lampada" indica la sorgente luminosa, mentre il "corpo illuminante" fa riferimento all'insieme di sorgente e apparecchio.

Di seguito si riporta un caso esemplificativo di intervento di efficienza energetica su di un impianto di illuminazione pubblica al fine di fornire esclusivamente un'indicazione di massima sul potenziale di risparmio conseguibile mediante tale intervento, utilizzando la migliore tecnologia disponibile e secondo le seguenti ipotesi:

- l'impianto nella configurazione ante intervento garantisce il rispetto dei livelli minimi di luminanza/illuminamento previsti della norma UNI 13201 e risulta costituito da 200 lampade di tipologia SAP e potenza pari a 100 W con efficacia (lm/W) superiore rispetto a quella minima prevista dal Regolamento (UE) 2019/2020 e ss.mm.ii.;
- l'impianto post intervento, costituito da 200 lampade a LED con efficienza luminosa pari a 160 lm/W e potenza pari a circa 68 W, garantisce:
 - un livello di luminanza/illuminamento pari o superiore a quelli presenti nella configurazione ante intervento;
 - un risparmio energetico pari a circa il 32%;
- le ore di funzionamento equivalenti degli impianti nella configurazione ante intervento e post intervento sono pari a 4.200 ore.

Con tali ipotesi la stima del risparmio energetico addizionale generabile dall'intervento è pari a circa 26,7 MWh/anno, ovvero 5 tep/anno e risulta pertanto rispettata la dimensione minima per i progetti standardizzati.

2.1 LIVELLI MINIMI DI LUMINANZA E ILLUMINAMENTO

Il nuovo impianto di illuminazione pubblica deve garantire il rispetto dei requisiti prestazionali minimi previsti dalla norma UNI 13201, per ciascuna categoria illuminotecnica definita dalla norma UNI 11248.

2.2 EFFICIENZA MINIMA DELLE LAMPADE POST INTERVENTO

Per l'accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi dovranno essere installate lampade e/o corpi illuminanti a LED con prestazioni pari o superiori a quelle riportate nella Tabella 15 del D.M. 27 settembre 2017 ss.mm.ii.

– *Criteri ambientali minimi per l'acquisizione di apparecchi per l'illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per l'illuminazione pubblica* (Tabella).

Efficienza luminosa del modulo LED completo di sistema ottico [lm/W]	Efficienza luminosa del modulo LED senza sistema ottico [lm/W]
≥ 105	≥ 120

Tabella 1: prestazioni minime delle lampade a LED ai fini dell'accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi

La verifica delle suddette prestazioni dovrà essere eseguita per le lampade e/o i corpi illuminanti oggetto di intervento, salvo per i casi esclusi dal D.M. 27 settembre 2017 ss.mm.ii.

2.3 REGOLAMENTI EUROPEI ILLUMINAZIONE: REGOLAMENTO (UE) 2019/2020

A decorrere dal 1° settembre 2021, il Regolamento (UE) 2019/2020 (di seguito indicato anche come *nuovo Regolamento*) ha abrogato il Regolamento (CE) n. 245/2009 precedentemente considerato come normativa di riferimento:

- per la definizione degli assorbimenti dovuti agli alimentatori nel calcolo del parametro “ $P_{baseline}$ ”;

- per la definizione delle lampade di riferimento nel calcolo del parametro “P_{baseline}”, qualora l’intervento si configuri come una “Nuova installazione”;
- per l’individuazione dell’efficienza luminosa minima delle lampade nel calcolo del parametro “Add_{tec}”.

In particolare:

- al punto 1.b) dell’Allegato II del nuovo Regolamento si stabiliscono nuovi valori di efficienza energetica minima per le unità di alimentazione separate funzionanti a pieno carico in funzione della:
 - a) tipologia di sorgente luminosa;
 - b) potenza in uscita dichiarata dell’unità di alimentazione (P_{cg}) o potenza dichiarata della sorgente luminosa (P_{ls}) in [W], secondo i casi.

Pertanto, per i progetti standardizzati (PS) presentati dal 1° settembre 2021, i nuovi valori di efficienza energetica minima per le unità di alimentazione stabiliti dal Regolamento (UE) 2019/2020 sostituiscono i valori previsti dal Regolamento (CE) n. 245/2009 e devono essere considerati per la definizione degli assorbimenti dovuti agli alimentatori nel calcolo del parametro “P_{baseline}”.

- il punto 1.a) dell’Allegato II del nuovo Regolamento individua una nuova definizione dell’efficienza luminosa minima delle sorgenti e una differente denominazione di questa grandezza, indicata come **efficacia minima richiesta**, che si definisce come segue:

$$\varepsilon_{min} = \frac{\Phi_{use}}{P_{onmax}}$$

dove:

- ε_{min} : efficacia minima richiesta ($\frac{lm}{W}$);
- Φ_{use} = flusso luminoso utile;
- P_{onmax} (in W): potenza massima consentita calcolata che è la potenza calcolata mediante la seguente correlazione:

$$P_{onmax} = C \times (L + \Phi_{use}/(F \times \eta)) \times R$$

dove:

- η è una costante utilizzata a fini del calcolo che, pur avendo le dimensioni dell’efficacia in lm/W, non corrisponde a quest’ultima e quindi **all’efficacia minima richiesta** sopra definita. La costante, riportata nella tabella 1 dell’Allegato II del nuovo Regolamento, viene denominata *soglia di efficacia* e assume valori differenti in base al tipo di sorgente luminosa;
- L è il *fattore di perdita finale* espresso in W, costante che assume valori differenti in base al tipo di sorgente luminosa, riportata nella tabella 1 dell’Allegato II del nuovo Regolamento;
- C è il *fattore di correzione* che assume valori differenti in base al tipo di sorgente luminosa. Nella tabella 2 dell’Allegato II del nuovo Regolamento si riportano i “Valori C di base” e “le aggiunte a

C'' , incrementi dei valori di C stabiliti in funzione di particolari caratteristiche della sorgente luminosa;

- F è il *fattore di efficacia* (F) pari a 1,00 per sorgenti luminose non direzionali (NDLS, usando il flusso totale) e 0,85 per sorgenti luminose direzionali (DLS, usando il flusso in un cono);
- R è il *fattore IRC* (indice di resa cromatica) pari a 0,65 per $IRC \leq 25$ e $(IRC + 80)/160$ per $IRC > 25$, arrotondato al secondo decimale.

Pertanto, per i progetti standardizzati (PS) presentati dal 1° settembre 2021:

- le lampade di riferimento devono rispettare il Regolamento (UE) 2019/2020 e ss.mm.ii., ovvero sia devono avere un valore di efficacia (lumen/W) pari o maggiore al valore di **efficacia minima richiesta** per la specifica tipologia di lampada esaminata;
- l'efficienza luminosa minima delle sorgenti calcolata con la nuova metodologia stabilita dal nuovo Regolamento e indicata come efficacia minima sostituisce l'efficienza minima stabilita dal Regolamento (CE) n. 245/2009 e deve essere confrontata con l'efficacia dei punti luce installati nella situazione ante intervento al fine di determinare il valore del coefficiente "Add_{tec}".

3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Nella presentazione di un progetto di nuova installazione o retrofit di un impianto di illuminazione pubblica a LED è necessario fornire tutta la documentazione che consenta di inquadrare correttamente l'intervento, a partire da una chiara descrizione delle aree oggetto di intervento al fine di verificare il rispetto dei livelli minimi di luminanza/illuminamento previsti dalla normativa vigente. È necessario, pertanto, definire accuratamente le aree interessate, classificandole in funzione della categoria illuminotecnica secondo quanto definito dalla norma UNI 11248 e riportando, per ciascuna di esse, i requisiti prestazionali minimi previsti dalla norma UNI 13201. Si richiede quindi di trasmettere il foglio di calcolo, disponibile sul sito istituzionale del GSE, all'interno del quale si richiedono di inserire, per ogni strada oggetto d'intervento, le informazioni di cui sopra oltre alle informazioni riguardanti la tipologia di lampade installate nella situazione di baseline e post intervento, con l'indicazione di numerosità, marca e modello, potenza nominale, efficacia (lumen/W) e valore di efficacia minima richiesta previsto dal Regolamento (UE) 2019/2020 e ss.mm.ii.

Nel caso in cui, a seguito dell'analisi dei rischi, venga fatto un declassamento delle categorie stradali delle vie oggetto di intervento, deve essere fornita adeguata documentazione al fine di verificare i criteri adottati per eseguire il declassamento.

La descrizione del progetto deve prevedere anche il dettaglio della stima dei costi strettamente riconducibili all'intervento. Tale stima può essere fornita anche in forma tabellare, esplicitando per ciascuna voce di costo il relativo importo.

3.1 IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE RAPPRESENTATIVO

Il metodo standardizzato di valutazione e certificazione dei risparmi si basa sull'identificazione dei campioni rappresentativi, i quali dovranno essere individuati tra le strade/vie oggetto d'intervento sui quali verrà eseguito il monitoraggio dei consumi post intervento. Nei casi di retrofit dovranno essere fornite, in fase di

presentazione del progetto, le misure dell'energia elettrica degli impianti di illuminazione relativi alle strade scelte all'interno del campione rappresentativo.

Per ogni campione rappresentativo devono essere effettuati e forniti i calcoli illuminotecnici della configurazione di baseline e post intervento per verificare il rispetto dei livelli minimi di luminanza/illuminamento previsti dalla norma UNI 13201. I calcoli illuminotecnici devono essere effettuati utilizzando lo stesso fattore di manutenzione², al fine di garantire un confronto a parità di condizioni tra la situazione di baseline e la situazione post intervento. È necessario indicare tutte le strade/vie che sono rappresentate dal campione individuato, specificandone le caratteristiche (ad es. categoria illuminotecnica, tipologia e potenza delle lampade ante intervento e post intervento, larghezza della carreggiata, interdistanza dei pali, altezza del punto luce, tipologia di regolazione e/o accensione/spegnimento, etc.) in modo da verificare che tali strade/vie scelte, oltre ad essere omogenee tra di loro, siano omogenee al campione rappresentativo.

Nel caso in cui le strade/vie oggetto d'intervento presentino caratteristiche tali da non consentire l'individuazione di campioni rappresentativi, con caratteristiche omogenee tra di loro, come sopra descritto, sarà possibile individuare i campioni rappresentativi sulla base della medesima tipologia di regolazione e/o accensione/spegnimento delle lampade e/o dei corpi illuminanti, tali da garantire le medesime ore equivalenti di funzionamento. Per tale casistica sarà necessaria la trasmissione, per tutte le vie oggetto d'intervento, dei calcoli illuminotecnici ante intervento e post intervento.

3.2 NON CONVENIENZA ECONOMICA DELL'INSTALLAZIONE DEI MISURATORI

Nella presentazione del PS deve essere fornita un'analisi della non convenienza economica dell'installazione dei misuratori e dell'attività di misura dei singoli interventi a fronte del valore economico indicativo dei Certificati Bianchi ottenibili dalla realizzazione del progetto. In particolare, l'analisi della non convenienza economica dell'installazione dei misuratori deve dimostrare che la somma del costo di investimento da sostenere per l'installazione dei misuratori dedicati ai singoli interventi e dei costi di gestione delle misure da essi derivanti è pari o maggiore al 20% del valore economico indicativo dei Certificati Bianchi ottenibili per l'intero arco della vita utile del progetto in virtù del risparmio energetico conseguibile a seguito della realizzazione degli interventi proposti. A tal proposito, è necessario fornire, in fase di presentazione del PS, documentazione che consenta di verificare il costo che si sarebbe sostenuto nel caso in cui si fosse adottato un sistema di misura dell'energia elettrica dedicato ai singoli interventi (es. preventivi di spesa), integrando tali informazioni con la documentazione relativa al costo effettivamente sostenuto per il singolo misuratore (es. fatture) in fase di presentazione della richiesta di verifica e certificazione dei risparmi standardizzata (RS).

Si specifica, inoltre, che nel caso in cui l'indisponibilità dei consumi reali della situazione ante intervento riguardi impianti nei quali sono presenti carichi esogeni, dovranno essere elencati tali carichi riportando la tipologia e l'assorbimento medio annuale previsto.

Nel caso in cui si riscontri una difficoltà operativa relativa all'installazione dei misuratori dedicati ai singoli interventi, nella presentazione del PS deve essere fornita documentazione (es. schemi funzionali, unifilari,

² Come definito nell'"Allegato 1 - Fattore di manutenzione".

layout impiantistici, etc.) che consenta di dimostrare l'impossibilità di monitorare i componenti oggetto d'intervento e/o le relative variabili operative. Inoltre, la difficoltà operativa può essere declinata nell'indisponibilità degli impianti nella situazione ante intervento tale per cui non risulta possibile effettuare il monitoraggio dei componenti oggetto d'intervento.

4 PROGRAMMA DI MISURA

Nella presentazione di un progetto di installazione di un impianto di illuminazione pubblica è necessario fornire una descrizione del programma di misura adottato per la determinazione dei valori di consumo di baseline e che si intende adottare per la valutazione dei risparmi nella situazione post intervento. Tale descrizione, accompagnata da idonea documentazione (ad es. schede tecniche della strumentazione di misura nel caso in cui siano differenti dai contatori dell'energia elettrica del distributore associati al POD, schemi elettrici con l'indicazione del posizionamento della stessa, etc.) deve contenere informazioni riguardanti la strumentazione di misura ed i punti di rilevazione delle grandezze interessate dall'algoritmo di calcolo con indicazione del codice identificativo (POD). Si precisa che i misuratori devono essere posizionati in modo da rilevare le grandezze interessate (consumo di energia e variabili operative) e da scorporare gli effetti di variabili non relative all'intervento.

Nei casi di retrofit di sistemi di illuminazione pubblica, devono essere trasmesse le misure dei consumi antecedenti alla realizzazione del progetto, relativi agli impianti identificati come campione rappresentativo, i quali devono far riferimento ad un periodo almeno pari a 12 mesi fornendo, qualora le misure derivino dai contatori del distributore di energia elettrica ed in assenza di carichi esogeni, le bollette relative a ciascun POD rientrante nel perimetro del progetto, ovvero le rilevazioni effettuate dagli specifici strumenti di misura di energia elettrica installati. Ad ogni modo è possibile ricorrere ad un periodo ed una frequenza di campionamento inferiori nel caso in cui il proponente dimostri che:

- a) le misure effettuate siano rappresentative dei consumi annuali;
- b) mediante opportuna documentazione tecnica, o dalle misure effettuate per un periodo inferiore ai 12 mesi o con frequenza non giornaliera, il consumo di riferimento scelto come consumo di baseline del progetto è inferiore al consumo ex ante.

Per maggiori dettagli si faccia riferimento ai chiarimenti operativi contenuti all'interno della Guida Operativa.

Nel caso in cui le misure di un POD comprendano anche carichi esogeni, ovvero carichi non relativi agli impianti di illuminazione (ad es. semafori, fontane, etc.), dovrà essere condotta un'analisi specifica al fine di valutarne l'assorbimento da scorporare dai consumi registrati. È possibile, per la situazione ante intervento, procedere ad una ricostruzione cautelativa dei consumi associati a tali utenze, fermo restando l'obbligo, nelle condizioni post intervento, di prevedere una misurazione dei consumi associati al solo impianto di illuminazione.

Qualora il programma di misura preveda l'installazione di strumenti di misura dell'energia elettrica differenti dai contatori dell'energia elettrica del distributore associati al POD, questi ultimi devono rispettare i vincoli di classe di precisione riportati nella Circolare dell'Agenzia delle Dogane n. 17/D del 23 maggio 2011, che

richiede le seguenti classi di precisione, da fornire con riferimento alle indicazioni di cui alla norma CEI-EN 50470:

- Classe di precisione C (tensione maggiore di 100 kV, Potenza maggiore di 2.000 kW);
- Classe di precisione B (tensione maggiore di 100 kV, Potenza minore o uguale a 2.000 kW; per ogni altra tensione).

Pertanto, attraverso un ente di certificazione, deve essere applicata la normativa tecnica CEI EN 50470-1/2/3³ relativa ai contatori di energia attiva utilizzati in ambito residenziale, commerciale e industriale in bassa tensione per la definizione della classe dello strumento.

In merito a misure di energia elettrica attiva a cui risultino solo parzialmente applicabili le norme tecniche di riferimento per la certificazione della classe di precisione, tali misure sono ammissibili qualora l'operatore dimostri, attraverso test report certificati, che la percentuale di errore rientri nel range stabilito dalla classe di precisione B o C (a seconda dei casi) alle condizioni di frequenza di esercizio effettivo delle reti di distribuzione di energia elettrica.

Il programma di misura deve, inoltre, prevedere una ricostruzione adeguata dei dati nel caso di perdita degli stessi durante il periodo di rendicontazione dei risparmi, non superiore ai 7 giorni consecutivi e ai 30 giorni l'anno, anche in riferimento ad eventuali dati non corretti forniti dalla strumentazione di misura, e deve contenere una descrizione del programma di verifica e manutenzione della strumentazione stessa nell'arco della vita utile dell'intervento.

5 INDIVIDUAZIONE DEL CONSUMO DI BASELINE E DELL'ALGORITMO DI CALCOLO

La definizione del corretto valore di baseline da adottare per il calcolo dei risparmi energetici addizionali deve tener conto di quanto stabilito dal D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., secondo cui *“il consumo di baseline è pari al valore del consumo antecedente alla realizzazione del progetto di efficienza energetica, fermo restando quanto previsto all'art. 6, comma 6”*. Nel caso di nuovi impianti, edifici o siti comunque denominati per i quali non esistono valori di consumi energetici antecedenti all'intervento, il consumo di baseline è pari al consumo di riferimento, cioè il consumo che è attribuibile *“all'intervento realizzato con i sistemi o con le tecnologie che, alla data di presentazione del progetto, costituiscono l'offerta standard di mercato e/o lo standard minimo fissato dalla normativa”*.

La definizione della baseline dunque parte dall'analisi della situazione ante intervento, ovvero di riferimento. In particolare deve essere identificato un valore di potenza assorbita dall'impianto a partire dalla numerosità,

³ Le norme tecniche CEI EN 50470 (parti 1-2-3) sono state emanate dal Comitato Elettrotecnico Italiano al fine di definire la classe di precisione (A, B o C). In particolare, la norma CEI EN 50470-1 si occupa delle prescrizioni generali, delle prove e delle condizioni di prova dei contatori e deve essere utilizzata o con la Parte 2 (contatori elettromeccanici) o con la Parte 3 (contatori statici), secondo il tipo di contatore.

tipologia e potenza delle lampade installate e dall'efficienza di eventuali alimentatori presenti nella condizione di baseline.

Deve poi essere valutato il rispetto della norma UNI 13201, in merito ai livelli minimi di luminanza/illuminamento per la situazione di baseline, attraverso la trasmissione dei calcoli illuminotecnici di baseline. Qualora nelle condizioni ante intervento non fosse garantito il rispetto dei livelli minimi di illuminamento, il proponente dovrà adottare un coefficiente di addizionalità normativa pari al rapporto tra i livelli di illuminamento ante intervento e il livello di illuminamento minimo previsto dalla normativa.

L'algoritmo di calcolo dei risparmi relativi ai progetti di efficientamento degli impianti di illuminazione a LED è il seguente:

$$REA = [(P_{baseline} \cdot Add_{tec} \cdot h_{post}) - (E_{post} \cdot Agglux)] \cdot Add_{norm} \cdot 0,187 \cdot 10^{-3} [tep]$$

Dove

- $P_{baseline}$ ⁴ = potenza nominale installata (da scheda tecnica) delle lampade e/o corpi illuminanti presenti nella situazione ante intervento (eventualmente comprensiva degli assorbimenti dovuti agli alimentatori), da confrontare con le misure trasmesse relativamente allo stato ante intervento. Nel caso di nuova installazione la $P_{baseline}$ è la potenza delle lampade e/o corpi illuminanti di riferimento;
- E_{post} = energia elettrica misurata nella situazione post intervento;
- h_{post} è il numero di ore equivalenti di funzionamento delle lampade nella situazione post intervento. Tale grandezza è calcolata come segue:

$$h_{post} = \frac{E_{post}}{P_{post}}$$

essendo P_{post} ⁴ la potenza nominale installata (da scheda tecnica) delle lampade presenti nella situazione post intervento (eventualmente comprensiva degli assorbimenti dovuti agli alimentatori). Si specifica, inoltre, che nel caso di utilizzo di lampade e/o corpi illuminanti che consentono, tramite la regolazione della potenza assorbita, di un flusso luminoso costante nel tempo, la P_{post} potrà coincidere con la potenza a cui viene regolato l'apparecchio;

- Add_{tec} ⁵ è il coefficiente di addizionalità tecnologica e deve essere preso in considerazione nel caso in cui nelle condizioni ante intervento le lampade abbiano una efficacia minima (lumen/W) inferiore rispetto a quella minima prevista dal Regolamento (UE) 2019/2020 e ss.mm.ii per le lampade a vapori di sodio ad alta pressione, la quale rappresenta la tecnologia standard attualmente installabile. Tale

⁴ Si specifica che le definizioni $P_{baseline}$ e P_{post} riportate nella presente guida settoriale mirano a fornire un ulteriore chiarimento rispetto a quanto riportato nella corrispondente scheda di progetto standardizzato "sistemi di illuminazione pubblica a LED" di cui all'Allegato 2, del D.M. 10 maggio 2018. Infatti, quanto riportato per la definizione di P_{ante} nella scheda PS, vuole fornire sia la definizione di P_{ante} da utilizzare nell'algoritmo di calcolo dei risparmi, come specificato meglio nella presente guida settoriale, sia la verifica di coerenza da effettuare per verificare la corrispondenza tra le misure effettuate e le potenze nominali dichiarate mediante il censimento delle lampade nelle condizioni ante intervento. Allo stesso modo la definizione di P_{post} è stata ulteriormente chiarita nella presente guida settoriale, fermo restando la verifica di coerenza richiamata nella scheda PS in analogia con la P_{ante} .

⁵ Si rappresenta che, nel caso in cui il progetto di illuminazione pubblica ricada nella fattispecie di "nuova installazione", il coefficiente Add_{tec} assumerà un valore pari a 1, in quanto le lampade di riferimento non possono avere prestazioni inferiori a quelle indicate nel Regolamento (UE) 2019/2020 e ss.mm.ii. sulla base della definizione di progetto di riferimento di cui all'Art. 2, comma 1, lettera p) del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

- coefficiente, minore o uguale del valore unitario, viene determinato come rapporto tra l'efficienza luminosa delle lampade nella situazione ante intervento e quella minima prevista dal suddetto Regolamento;
- Agg_{lux} è il coefficiente di aggiustamento illuminotecnico e deve essere preso in considerazione nel caso in cui nelle condizioni post intervento si abbiano dei livelli di luminanza/illuminamento inferiori rispetto alle condizioni di baseline. Tale coefficiente, maggiore o uguale del valore unitario, viene determinato come rapporto tra luminanza/illuminamento nella situazione di baseline e nella situazione post intervento ed è necessario a garantire che i risparmi siano calcolati a parità di condizioni di illuminamento;
 - Add_{norm} ⁶ è il coefficiente di addizionalità normativa da utilizzare nel momento in cui nelle condizioni ante intervento i requisiti di luminanza/illuminamento non siano rispettati. Pertanto, attraverso tale parametro si quantifica, in termini di riduzione del risparmio energetico conseguibile mediante il progetto, la parte dell'intervento che si configura come un adeguamento ai requisiti di luminanza/illuminamento previsti dalla normativa. Tale coefficiente, minore o uguale al valore unitario e moltiplicativo del totale dei risparmi calcolati, viene definito dal rapporto tra la luminanza/illuminamento fornito nelle condizioni ante intervento e quello previsto dalla normativa di riferimento. Nei casi in cui, a seguito dell'analisi dei rischi, venga effettuato un declassamento della categoria stradale, tra la situazione ante intervento e la situazione post intervento, il livello di illuminamento minimo da considerare ai fini della verifica del rispetto dei requisiti di luminanza/illuminamento previsti dalla normativa, sono quelli riferiti alla nuova categoria individuata.

Si precisa che i diversi coefficienti presenti nell'algoritmo devono essere calcolati come media ponderata sulla potenza totale delle lampade sottese a ciascun misuratore, in particolare:

- il coefficiente Agg_{lux} deve essere ponderato rispetto alla potenza nominale post intervento;
- il coefficiente Add_{norm} deve essere ponderato rispetto alla differenza tra la potenze nominali di baseline e post intervento;
- il coefficiente Add_{tec} deve essere ponderato rispetto alla potenza nominale di baseline.

Si precisa, inoltre, che anche nel caso in cui si sia effettuato un declassamento delle categorie stradali tra la situazione ante intervento e post intervento, occorre tener conto del minore livello di luminanza/illuminamento nelle condizioni post intervento attraverso l'applicazione del coefficiente Agg_{lux} .

Qualora ritenuto necessario, potrà essere richiesta la misura dei livelli di luminanza/illuminamento post intervento, al fine di verificare che il valore della luminanza/illuminamento post intervento sia conforme ai requisiti normativi.

In fase di presentazione del PS deve essere fornito il file di rendicontazione, disponibile sul sito istituzionale del GSE, compilato in ogni parte e comprensivo della stima dei risparmi ottenibili. Tale file di rendicontazione dovrà essere trasmesso ad ogni richiesta di verifica e certificazione dei risparmi standardizzata (RS).

⁶ Si rappresenta che, nel caso in cui il progetto di illuminazione pubblica ricada nella fattispecie di "nuova installazione", il coefficiente Add_{norm} non potrà mai essere inferiore a 1 sulla base della definizione di progetto di riferimento di cui all'Art. 2, comma 1, lettera p) del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

5.1 METODOLOGIA DI ESTENSIONE DEI RISPARMI

Nella presentazione del PS deve essere indicata la metodologia di estensione dei risparmi dei campioni rappresentativi al perimetro dell'insieme degli interventi da realizzare, al fine di determinare il risparmio energetico addizionale del progetto. A titolo esemplificativo, si riportano di seguito due possibili metodologie per l'estensione del calcolo dei risparmi del campione rappresentativo all'intera popolazione, da utilizzare a seconda della modalità scelta per l'identificazione del campione rappresentativo in accordo con quanto indicato nel paragrafo 3.1:

Metodologia 1 applicabile ai progetti nei quali le strade/vie che sono rappresentate dal campione individuato, hanno caratteristiche (ad es. categoria illuminotecnica, tipologia e potenza delle lampade ante intervento e post intervento, larghezza della carreggiata, interdistanza dei pali, altezza del punto luce, tipologia di regolazione e/o accensione/spegnimento, etc.) omogenee tra di loro e omogenee al campione rappresentativo.

1. applicare l'algoritmo di calcolo, riportato al capitolo 5, ai campioni rappresentativi identificati;
2. estendere il calcolo dei risparmi di ogni campione individuato agli impianti ad esso associati, utilizzando per calcolare l'energia post intervento le ore equivalenti del campione e la potenza nominale installata di tutte le lampade presenti, nella situazione post intervento, negli impianti rappresentati dal medesimo campione, ovvero:

$$REA_{impianti,i} = [(P_{baseline\ Tot,i} \cdot h_{post,CRI} \cdot Add_{tec,i}) - (P_{post\ Tot,i} \cdot h_{post,CRI} \cdot Agg_{lux,i})] \cdot Add_{norm,i} \cdot 0,187 \cdot 10^{-3} [tep]$$

- $REA_{impianti,i}$ è il risparmio energetico addizionale di tutti gli impianti associati al campione i-esimo;
 - $P_{baseline\ Tot,i}$ è la potenza nominale installata di tutte le lampade presenti negli impianti associati al campione rappresentativo i-esimo, nella situazione di baseline;
 - $h_{post,CRI}$ è il numero di ore equivalenti del campione rappresentativo i-esimo, date dal rapporto tra l'energia misurata e la potenza installata nella situazione post intervento del campione rappresentativo i-esimo $E_{post,CRI}/P_{post,CRI}$;
 - $P_{post\ Tot,i}$ è la potenza nominale installata di tutte le lampade presenti negli impianti associati al campione rappresentativo i-esimo, nella situazione post intervento;
 - $Add_{tec,i}$, $Agg_{lux,i}$, $Add_{norm,i}$ sono i coefficienti di addizionalità e aggiustamento relativi al campione rappresentativo i-esimo;
3. determinare il risparmio energetico addizionale del progetto $REA_{progetto}$, sommando i risparmi dei campioni rappresentativi identificati e i risparmi calcolati di tutti gli impianti associati ai vari campioni rappresentativi.

Metodologia 2 applicabile ai progetti nei quali i campioni rappresentativi sono stati individuati sulla base della medesima tipologia di regolazione e/o accensione/spegnimento delle lampade e/o dei corpi illuminanti, tali da garantire le medesime ore equivalenti di funzionamento.

1. applicare l'algoritmo di calcolo, riportato al capitolo 5, ai campioni rappresentativi identificati;
2. estendere il calcolo dei risparmi di ogni campione individuato agli impianti ad esso associati, utilizzando per calcolare l'energia post intervento le ore equivalenti del campione e la potenza nominale installata di tutte le lampade presenti, nella situazione post intervento, nelle strade/vie rappresentate dal medesimo campione, per le quali sono stati trasmessi i calcoli illuminotecnici ante intervento e post intervento ovvero:

$$REA_{strada/via,i} = [(P_{baseline,i} \cdot h_{post,CRI} \cdot Add_{tec,i}) - (P_{post,i} \cdot h_{post,CRI} \cdot Agg_{lux,i})] \cdot Add_{norm,i} \cdot 0,187 \cdot 10^{-3} [tep]$$

- $REA_{strada/via,i}$ è il risparmio energetico addizionale della singola strada/via i-esima oggetto d'intervento;
 - $P_{baseline,i}$ è la potenza nominale installata di tutte le lampade presenti nella strada/via i-esima oggetto d'intervento, nella situazione di baseline;
 - $h_{post,CRI}$ è il numero di ore equivalenti del campione rappresentativo i-esimo, date dal rapporto tra l'energia misurata e la potenza installata nella situazione post intervento del campione rappresentativo i-esimo $E_{post,CRI}/P_{post,CRI}$;
 - $P_{post,i}$ è la potenza nominale installata di tutte le lampade presenti nella strada/via i-esima oggetto d'intervento, nella situazione post intervento;
 - $Add_{tec,i}$, $Agg_{lux,i}$, $Add_{norm,i}$ sono i coefficienti di addizionalità e aggiustamento relativi alla strada/via i-esima oggetto d'intervento. Si ricorda, infatti, che per l'applicazione di tale metodologia è necessaria la trasmissione, per tutte le strade/vie oggetto d'intervento, dei calcoli illuminotecnici ante intervento e post intervento.
3. determinare il risparmio energetico addizionale del progetto $REA_{progetto}$, sommando i risparmi dei campioni rappresentativi identificati e i risparmi calcolati delle strade/vie oggetto d'intervento.

6 REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

Ai fini dell'accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi sono ammissibili i progetti di efficienza energetica la cui data di inizio della realizzazione dei lavori sia successiva alla data di trasmissione al GSE dell'istanza di accesso al meccanismo, fatto salvo quanto previsto dal punto 1.7 dell'Allegato 1 al D.M. 2021. In particolare, al fine di agevolare la presentazione dei progetti è data facoltà al soggetto proponente di presentare, in data antecedente la data di avvio della realizzazione del progetto, una comunicazione preliminare o una Richiesta di Verifica Preliminare (RVP). In tal caso, il soggetto proponente sarà tenuto a presentare il PS entro 24 mesi dall'invio della suddetta comunicazione o della RVP, eventualmente anche in data successiva alla data di avvio della realizzazione del progetto.

Per maggiori dettagli sulla comunicazione preliminare o sulla RVP si faccia riferimento ai chiarimenti operativi contenuti all'interno della Guida Operativa.

In base a quanto riportato all'art. 2, comma 1, lettera f), del D.M. 2021, la "data di avvio della realizzazione del progetto", ai fini della determinazione del termine ultimo per la presentazione dell'istanza di accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi, ovvero per la presentazione della comunicazione preliminare o della RVP, corrisponde alla data di inizio dei lavori di realizzazione del progetto, ovvero alla data di avvio della fase "esecutiva" di un progetto di efficienza energetica.

La fase "esecutiva" di un progetto di efficientamento dei sistemi di illuminazione pubblica, a titolo esemplificativo e non esaustivo, può essere costituita dai seguenti lavori:

- lavori di demolizione ed opere civili, finalizzati alla preparazione del sito per l'installazione dei componenti oggetto dell'intervento di efficienza energetica;
- smontaggio del vecchio impianto di illuminazione pubblica;
- rifacimento dei quadri elettrici e delle linee di alimentazione;
- consegna, presso il sito oggetto d'intervento, dei componenti principali oggetto dell'intervento;

- installazione dei nuovi componenti (lampade, pali e sostegni, etc.);

Ai fini della definizione della data di avvio della realizzazione del progetto, è da considerarsi la data meno recente di avvio delle fasi sopra indicate.

7 RENDICONTAZIONE DEI RISPARMI

Ciascuna RS deve essere presentata entro 120 giorni dalla fine del periodo di monitoraggio. Unitamente alla prima RS deve essere trasmessa:

- a. documentazione attestante la data di avvio della realizzazione del progetto;
- b. matricola degli eventuali ulteriori misuratori installati;

Le misure relative al periodo di monitoraggio oggetto della RS dovranno essere trasmesse, con frequenza di campionamento definita nel PS, riportando per ogni intervallo i consumi misurati e i valori assunti dalle variabili operative per la determinazione dei risparmi generati dal progetto.

Riferimenti normativi

- UNI 13201 Illuminazione stradale;
- UNI 11248 Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche;
- D.M. 27 settembre 2017 ss.mm.ii. – *Criteri ambientali minimi per l'acquisizione di apparecchi per l'illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per l'illuminazione pubblica;*
- Regolamento (UE) 2019/2020 e ss.mm.ii.

Allegato 1 – Fattore di manutenzione

Il fattore di manutenzione “*FM*” viene determinato come prodotto di diversi fattori:

$$FM = LLMF \times LSF \times LMF \times SMF$$

dove:

- *LLMF* è il fattore di manutenzione del flusso luminoso che indica la riduzione specifica del flusso di una lampada nel corso della sua durata;
- *LSF* è il fattore di durata delle lampade, che indica la percentuale delle lampade ancora funzionanti trascorso un certo intervallo di manutenzione;
- *LMF* è il fattore di manutenzione dell’apparecchio che indica il calo di efficienza di un apparecchio dovuto alla sporcizia che si accumula trascorso un certo intervallo di manutenzione;
- *SMF* è il fattore di manutenzione delle superfici che indica il calo degli indici di riflessione delle superfici, dovuto alla sporcizia che si accumula trascorso un certo intervallo di manutenzione.

Nella determinazione di tale coefficiente, pertanto, entrano in gioco sia le caratteristiche intrinseche delle lampade installate (in termini di degrado delle prestazioni per la riduzione di flusso) sia il degrado della funzionalità delle lampade installate e delle caratteristiche ambientali (in termini di affidabilità, sporcamento dell’impianto e delle superfici riflettenti).

Considerato che gli interventi incentivabili riguardano l’installazione delle lampade e/o dei corpi illuminanti, e non eventuali comportamenti più o meno virtuosi in termini di manutenzione, per effettuare un confronto a parità di condizioni tra le situazioni di baseline e post intervento, è necessario che i fattori di manutenzione inseriti nei calcoli illuminotecnici siano gli stessi nelle condizioni di baseline e post intervento, salvo il caso, applicabile per il solo fattore *LLMF*, in cui si dimostri la variazione tra le condizioni ante e post intervento (es. lampade e/o corpi illuminanti che consentono flusso luminoso costante nel tempo).



CERTIFICATI BIANCHI
Allegato 2.11 alla Guida Operativa

Guide Settoriali

SISTEMI DI ILLUMINAZIONE PRIVATA A LED
Progetto Standardizzato
2022

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	3
2	DESCRIZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE E DEGLI INTERVENTI INCENTIVABILI.....	3
2.1	LIVELLI MINIMI DI ILLUMINAMENTO.....	4
2.2	CLASSE DI EFFICIENZA DELLE LAMPADE POST INTERVENTO	4
2.3	REGOLAMENTI EUROPEI ILLUMINAZIONE: REGOLAMENTO (UE) 2019/2020 E REGOLAMENTO (UE) 2019/2015	4
3	DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	7
3.1	IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE RAPPRESENTATIVO	7
3.2	NON CONVENIENZA ECONOMICA DELL’INSTALLAZIONE DEI MISURATORI.....	7
4	PROGRAMMA DI MISURA.....	8
5	INDIVIDUAZIONE DEL CONSUMO DI BASELINE E DELL’ALGORITMO DI CALCOLO	9
5.1	METODOLOGIA DI ESTENSIONE DEI RISPARMI.....	11
6	REALIZZAZIONE DELL’INTERVENTO	12
7	RENDICONTAZIONE DEI RISPARMI	13
	<i>Riferimenti normativi.....</i>	14
	<i>Allegato 1 – Fattore di manutenzione</i>	15

1 INTRODUZIONE

Nell'ambito degli interventi di efficienza energetica, gli impianti di illuminazione risultano di grande interesse in quanto la loro riqualificazione garantisce un'importante riduzione del consumo energetico e, pertanto, importanti benefici sia dal punto di vista ambientale sia economico.

La presente guida rappresenta un ausilio per la presentazione dei progetti standardizzati (PS) relativi agli interventi di installazione di lampade a LED all'interno di edifici nel settore terziario e industriale.

2 DESCRIZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE E DEGLI INTERVENTI INCENTIVABILI

Gli interventi sugli impianti di illuminazione all'interno di edifici, incentivabili tramite la metodologia del PS, sono riportati all'interno dell'Allegato 2 al D.M. 10 maggio 2018 e rientrano nell'ambito del "Settore terziario" e nel "Settore industriale". Essi sono distinti in due tipologie:

- nuova installazione delle lampade e/o dei corpi illuminanti¹;
- sostituzione, con ridistribuzione o meno del posizionamento delle lampade e/o dei corpi illuminanti.

La tabella seguente riporta, per ciascuna tipologia di intervento, i valori di vita utile (U) da considerare ai fini della rendicontazione dei risparmi.

Tipologia di intervento	Settore	Vita utile	
		Nuova installazione	Sostituzione
Sistemi per l'illuminazione	industriale	7	5
Sistemi per l'illuminazione privata	terziario	7	5

Tabella 1: Valori di vita utile ai fini della rendicontazione dei risparmi per i progetti di efficienza energetica nell'ambito degli impianti di illuminazione

Si specifica, inoltre, che "il PS non rendiconta risparmi dovuti alla regolazione del flusso luminoso in quanto la regolazione risulta variabile in funzione delle caratteristiche dei siti di installazione (es. superfici vetrate, orientamento, irraggiamento solare) e pertanto di difficile standardizzazione".

Le migliori lampade a LED disponibili nell'ambito dei sistemi di illuminazione, che permettono di ottenere i migliori risultati in termini di riduzione dei consumi energetici, sono caratterizzate da valori dell'efficienza luminosa che si attestano intorno ai 150-170 lm/W.

Di seguito si riporta un caso esemplificativo di intervento di efficienza energetica su di un impianto di illuminazione al fine di fornire esclusivamente un'indicazione di massima sul potenziale di risparmio conseguibile mediante tale, utilizzando la migliore tecnologia disponibile e secondo le seguenti ipotesi:

¹ Si specifica che il termine "lampada" indica la sorgente luminosa, mentre il "corpo illuminante" fa riferimento all'insieme di sorgente e apparecchio.

- l’impianto nella configurazione ante intervento garantisce il rispetto dei livelli minimi d’illuminamento previsti della norma UNI EN 12464 e risulta costituito da 500 lampade di tipologia a fluorescenza e potenza pari a 36 W con efficacia (lm/W) superiore rispetto a quella minima prevista dal Regolamento (UE) 2019/2020 e ss.mm.ii.;
- l’impianto post intervento, costituito da 500 lampade a LED con efficienza luminosa pari a 160 lm/W e potenza pari a circa 25 W, garantisce:
 - un livello d’illuminamento pari o superiore a quelli presenti nella configurazione ante intervento;
 - un risparmio energetico pari a circa il 30%;
- le ore di funzionamento equivalenti degli impianti nella configurazione ante intervento e post intervento sono pari a 5.000 ore.

Con tali ipotesi la stima del risparmio energetico aggiuntivo generabile dall’intervento è pari a circa 26,7 MWh/anno, ovvero 5 tep/anno e risulta pertanto rispettata la dimensione minima per i progetti standardizzati.

2.1 LIVELLI MINIMI DI ILLUMINAMENTO

Ai fini dell’accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi, il nuovo impianto di illuminazione deve garantire il rispetto dei livelli minimi di illuminamento previsti dalla norma UNI EN 12464, per ciascuna area oggetto di intervento.

2.2 CLASSE DI EFFICIENZA DELLE LAMPADE POST INTERVENTO

Ai fini dell’accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi, le lampade a LED da installare nella situazione post intervento devono presentare una classe di efficienza almeno pari alla classe “D”, secondo quanto previsto dal Regolamento (UE) 2019/2015 e ss.mm.ii.. Si specifica che, per i prodotti di illuminazione che sono esclusi dal campo di applicazione del Regolamento (UE) 2019/2015 e ss.mm.ii. (per esempio per le “*sorgenti luminose specificamente collaudate e approvate per funzionare: [...] in situazioni di emergenza*”), non si richiede il rispetto di tale requisito. In tal caso, dovrà essere data evidenza dell’appartenenza dei prodotti installati a categorie escluse dal campo di applicazione del regolamento sopra indicato.

La classe di efficienza “D” delle lampade oggetto di intervento, ricadenti nell’ambito di applicazione del Regolamento (UE) 2019/2015 e ss.mm.ii., deve essere comprovata tramite documentazione rilasciata dal fornitore delle lampade e/o dei corpi illuminanti (ad es. schede tecniche). Qualora la documentazione fornita non contenga un esplicito riferimento alla classe di efficienza energetica delle lampade a led oggetto di intervento, il soggetto proponente, partendo dai dati presenti nelle specifiche tecniche, può applicare la metodologia di calcolo definita dal Regolamento (UE) 2019/2015 e ss.mm.ii. , illustrata nel paragrafo successivo, al fine di dimostrare che le lampade a LED post intervento abbiano una classe di efficienza almeno pari alla classe “D”.

2.3 REGOLAMENTI EUROPEI ILLUMINAZIONE: REGOLAMENTO (UE) 2019/2020 E REGOLAMENTO (UE) 2019/2015

A decorrere dal 1° settembre 2021, il Regolamento (UE) 2019/2020 (di seguito indicato anche come *nuovo Regolamento*) ha abrogato il Regolamento (UE) n. 1194/2012 precedentemente considerato come normativa di riferimento per la definizione di classe di efficienza energetica A++ e il Regolamento (CE) n. 245/2009 precedentemente considerato come normativa di riferimento:

- per la definizione degli assorbimenti dovuti agli alimentatori nel calcolo del parametro “ $P_{baseline}$ ”;
- per la definizione delle lampade di riferimento nel calcolo del parametro “ $P_{baseline}$ ”, qualora l’intervento si configuri come una “Nuova installazione”;
- per l’individuazione dell’efficienza luminosa minima delle lampade nel calcolo del parametro “ Add_{tec} ”.

In particolare:

- al punto 1.b) dell’Allegato II del nuovo Regolamento si stabiliscono nuovi valori di efficienza energetica minima per le unità di alimentazione separate funzionanti a pieno carico in funzione della:
 - a) tipologia di sorgente luminosa;
 - b) potenza in uscita dichiarata dell’unità di alimentazione (P_{cg}) o potenza dichiarata della sorgente luminosa (P_{ls}) in [W], secondo i casi.

Pertanto, per i progetti standardizzati (PS) presentati dal 1° settembre 2021, i nuovi valori di efficienza energetica minima per le unità di alimentazione stabiliti dal Regolamento (UE) 2019/2020 sostituiscono i valori previsti dal Regolamento (CE) n. 245/2009 e devono essere considerati per la definizione degli assorbimenti dovuti agli alimentatori nel calcolo del parametro “ $P_{baseline}$ ”.

- il punto 1.a) dell’Allegato II del nuovo Regolamento individua una nuova definizione dell’efficienza luminosa minima delle sorgenti e una differente denominazione di questa grandezza, indicata come **efficacia minima richiesta**, che si definisce come segue:

$$\varepsilon_{min} = \frac{\Phi_{use}}{P_{onmax}}$$

dove:

- ε_{min} : efficacia minima richiesta ($\frac{lm}{W}$);
- Φ_{use} = flusso luminoso utile;
- P_{onmax} (in W): potenza massima consentita calcolata che è la potenza calcolata mediante la seguente correlazione:

$$P_{onmax} = C \times (L + \Phi_{use}/(F \times \eta)) \times R$$

dove:

- η è una costante utilizzata a fini del calcolo che, pur avendo le dimensioni dell’efficacia in lm/W , non corrisponde a quest’ultima e quindi **all’efficacia minima richiesta** sopra definita. La costante, riportata nella tabella 1 dell’Allegato II del nuovo Regolamento, viene denominata *soglia di efficacia* e assume valori differenti in base al tipo di sorgente luminosa;
- L è il *fattore di perdita finale* espresso in W, costante che assume valori differenti in base al tipo di sorgente luminosa, riportata nella tabella 1 dell’Allegato II del nuovo Regolamento;
- C è il *fattore di correzione* che assume valori differenti in base al tipo di sorgente luminosa. Nella tabella 2 dell’Allegato II del nuovo Regolamento si riportano i “*Valori C di base*” e “*le aggiunte a C*”, incrementi dei valori di C stabiliti in funzione di particolari caratteristiche della sorgente luminosa;

- F è il *fattore di efficacia* (F) pari a 1,00 per sorgenti luminose non direzionali (NDLS, usando il flusso totale) e 0,85 per sorgenti luminose direzionali (DLS, usando il flusso in un cono);
- R è il *fattore IRC* (indice di resa cromatica) pari a 0,65 per IRC ≤ 25 e (IRC + 80)/160 per IRC > 25, arrotondato al secondo decimale.

Pertanto, per i progetti standardizzati (PS) presentati dal 1° settembre 2021:

- le lampade di riferimento devono rispettare il Regolamento (UE) 2019/2020 e ss.mm.ii., ovvero sia devono avere un valore di efficacia (lumen/W) pari o maggiore al valore di **efficacia minima richiesta** per la specifica tipologia di lampada esaminata;
- l'efficienza luminosa minima delle sorgenti calcolata con la nuova metodologia stabilita dal Regolamento e indicata come **efficacia minima** sostituisce l'efficienza minima stabilita dal Regolamento (CE) n. 245/2009 e dovrà essere confrontata con l'efficacia dei punti luce installati nella situazione ante intervento al fine di determinare il valore del coefficiente "*Add_{tec}*".

A decorrere dal 1° settembre 2021, il Regolamento (UE) 2019/2015 ha abrogato il Regolamento (UE) n. 874/2012 precedentemente considerato come normativa di riferimento per la definizione della classe di efficienza energetica minima da considerare per gli interventi di installazione di lampade presentati ai sensi del Meccanismo dei Certificati Bianchi (A++).

L'Allegato II del Regolamento (UE) 2019/2015 stabilisce, rispetto al Regolamento (UE) n. 874/2012:

- una nuova metodologia di calcolo della classe di efficienza;
- una differente classificazione delle sorgenti luminose, in quanto la classificazione da "E" (efficienza minima) ad "A++" (efficienza massima) è sostituita dalla classificazione da "G" (efficienza minima) ad "A" (efficienza massima).

Classe di efficienza energetica	Efficacia totale di rete TM (lm/W)
A	210 ≤ TM
B	185 ≤ TM < 210
C	160 ≤ TM < 185
D	135 ≤ TM < 160
E	110 ≤ TM < 135
F	85 ≤ TM < 110
G	TM < 85

La classe di efficienza energetica di una sorgente luminosa è determinata sulla base del valore assunto dell'efficacia totale di rete η_{TM} (lm/W), calcolato dividendo il flusso luminoso utile dichiarato Φ_{use} (in lm) per il consumo di potenza dichiarato in modo acceso P_{on} (in W) e moltiplicando il risultato per il fattore applicabile FTM definito in funzione della tipologia di sorgente luminosa nella tabella sottostante.

$$\eta_{TM} = \left(\frac{\Phi_{use}}{P_{on}} \right) \times FTM$$

Tipo di sorgente luminosa	Fattore FTM
Non direzionale (NDLS) a tensione di rete (MLS)	1
Non direzionale (NDLS) non a tensione di rete (NMLS)	0,926
Direzionale (DLS) a tensione di rete (MLS)	1,176
Direzionale (DLS) non a tensione di rete (NMLS)	1,089

3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Nella presentazione di un progetto di installazione o retrofit di un impianto di illuminazione a LED è necessario fornire tutta la documentazione che consenta di inquadrare correttamente l'intervento, a partire da una chiara descrizione delle aree oggetto di intervento. È necessario, pertanto, definire accuratamente le aree interessate dall'intervento definendo, per ciascuna di esse, la specifica attività svolta ed i relativi livelli minimi di illuminamento previsti dalla norma UNI EN 12464. Si richiede quindi di trasmettere il foglio di calcolo, disponibile sul sito istituzionale del GSE, il quale richiede l'indicazione delle informazioni di cui sopra oltre alle informazioni riguardanti la tipologia di lampade installate nella situazione ante intervento (solo nel caso di retrofit) e post intervento, con l'indicazione di numerosità, marca e modello, potenza nominale, efficacia (lumen/W) e valore di efficacia minima richiesta previsto dal Regolamento (UE) 2019/2020 e ss.mm.ii.

La descrizione del progetto deve prevedere anche il dettaglio della stima dei costi strettamente riconducibili all'intervento.

3.1 IDENTIFICAZIONE DEL CAMPIONE RAPPRESENTATIVO

Il metodo standardizzato di valutazione e certificazione dei risparmi si basa sull'identificazione dei campioni rappresentativi, i quali dovranno essere individuati tra le zone d'intervento che hanno a disposizione i consumi ante intervento e sui quali verrà eseguito il monitoraggio dei consumi post intervento.

Per ogni campione rappresentativo devono essere effettuati e forniti i calcoli illuminotecnici della configurazione di baseline e della configurazione post intervento per verificare il rispetto dei livelli minimi di illuminamento previsti dalla norma UNI EN 12464. I calcoli illuminotecnici devono essere effettuati utilizzando lo stesso fattore di manutenzione², al fine di garantire un confronto a parità di condizioni tra la situazione di baseline e la situazione post intervento. È necessario indicare tutte le zone che sono rappresentate dal campione individuato, specificandone le caratteristiche (ad es. tipologia zona secondo la UNI EN 12464, tipologia e potenza lampada ante e post intervento, disposizione e altezza punto luce, ore di funzionamento, etc.) in modo da verificare che tali zone scelte siano omogenee tra di loro e al campione.

3.2 NON CONVENIENZA ECONOMICA DELL'INSTALLAZIONE DEI MISURATORI

Nella presentazione del PS deve essere fornita un'analisi della non convenienza economica dell'installazione dei misuratori e dell'attività di misura dei singoli interventi a fronte del valore economico indicativo dei Certificati Bianchi ottenibili dalla realizzazione del progetto. In particolare, l'analisi della non convenienza economica dell'installazione dei misuratori deve dimostrare che la somma del costo di investimento da sostenere per l'installazione dei misuratori dedicati ai singoli interventi e dei costi di gestione delle misure da essi derivanti è pari o maggiore al 20% del valore economico indicativo dei Certificati Bianchi ottenibili per l'intero arco della vita utile del progetto in virtù del risparmio energetico conseguibile a seguito della realizzazione degli interventi proposti. A tal proposito, è necessario fornire, in fase di presentazione del PS, documentazione che consenta di verificare il costo che si sarebbe sostenuto nel caso i cui si fosse adottato un sistema di misura dell'energia elettrica dedicato ai singoli interventi (es. preventivi di spesa), integrando

² Come definito nell'"Allegato 1 - Fattore di manutenzione".

tali informazioni con la documentazione relativa al costo effettivamente sostenuto per il singolo misuratore (es. fatture) in fase di presentazione della richiesta di verifica e certificazione dei risparmi standardizzata (RS). Si specifica, inoltre, che deve essere trasmessa documentazione (es. schemi unifilari) che consenta di verificare il numero totale di misuratori da installare per effettuare il monitoraggio completo di tutti i punti luce oggetto d'intervento.

Nel caso in cui si riscontri una difficoltà operativa relativa all'installazione dei misuratori dedicati ai singoli interventi, nella presentazione del PS deve essere fornita documentazione (es. schemi funzionali, unifilari, layout impiantistici, etc.) che consenta di dimostrare l'impossibilità di monitorare i componenti oggetto d'intervento e/o le relative variabili operative. Inoltre, la difficoltà operativa può essere declinata nell'indisponibilità degli impianti nella situazione ante intervento tale per cui non risulta possibile effettuare il monitoraggio dei componenti oggetto d'intervento.

4 PROGRAMMA DI MISURA

Nella presentazione di un progetto di installazione di un impianto di illuminazione è necessario fornire una descrizione del programma di misura adottato per la determinazione dei valori di consumo ante intervento (solo nel caso di retrofit) e che si intende adottare per la valutazione dei risparmi nella situazione post intervento. Tale descrizione, accompagnata da idonea documentazione (es. schede tecniche, schemi elettrici, etc.), deve contenere informazioni riguardanti la strumentazione di misura ed i punti di rilevazione delle grandezze interessate dall'algoritmo di calcolo con indicazione del codice progressivo. Si precisa che i misuratori devono essere posizionati in modo da rilevare le grandezze interessate (consumo di energia e variabili operative) e da scorporare gli effetti di variabili non relative all'intervento. In occasione della prima richiesta di verifica e certificazione dei risparmi standardizzata (RS) devono inoltre essere trasmessi i numeri di matricola della strumentazione di misura che sarà utilizzata per la rendicontazione dei risparmi.

Gli strumenti di misura dell'energia elettrica da utilizzare devono rispettare i vincoli di classe di precisione riportati nella Circolare dell'Agenzia delle Dogane n. 17/D del 23 maggio 2011, che richiede le seguenti classi di precisione, da fornire con riferimento alle indicazioni di cui alla norma CEI-EN 50470:

- Classe di precisione C (tensione maggiore di 100 kV, Potenza maggiore di 2.000 kW);
- Classe di precisione B (tensione maggiore di 100 kV, Potenza minore o uguale a 2.000 kW; per ogni altra tensione).

Pertanto, attraverso un ente di certificazione, deve essere applicata la normativa tecnica CEI EN 50470-1/2/3³ relativa ai contatori di energia attiva utilizzati in ambito residenziale, commerciale e industriale in bassa tensione per la definizione della classe dello strumento.

In merito a misure di energia elettrica attiva a cui risultino solo parzialmente applicabili le norme tecniche di riferimento per la certificazione della classe di precisione, tali misure sono ammissibili qualora l'operatore

³ Le norme tecniche CEI EN 50470 (parti 1-2-3) sono state emanate dal Comitato Elettrotecnico Italiano al fine di definire la classe di precisione (A, B o C). In particolare, la norma CEI EN 50470-1 si occupa delle prescrizioni generali, delle prove e delle condizioni di prova dei contatori e deve essere utilizzata o con la Parte 2 (contatori elettromeccanici) o con la Parte 3 (contatori statici), secondo il tipo di contatore.

dimostri, attraverso test report certificati, che la percentuale di errore rientri nel range stabilito dalla classe di precisione B o C (a seconda dei casi) alle condizioni di frequenza di esercizio effettivo delle reti di distribuzione di energia elettrica.

Le misure dei consumi precedenti alla realizzazione del progetto, nel caso di retrofit, devono far riferimento ad un periodo almeno pari a 12 mesi, con frequenza di campionamento almeno giornaliera. Ad ogni modo è possibile ricorrere ad un periodo ed una frequenza di campionamento inferiori nel caso in cui il proponente dimostri che:

- a) le misure effettuate siano rappresentative dei consumi annuali;
- b) mediante opportuna documentazione tecnica, o dalle misure effettuate per un periodo inferiore ai 12 mesi o con frequenza non giornaliera, il consumo di riferimento scelto come consumo di baseline del progetto è inferiore al consumo ex ante.

Per maggiori dettagli si faccia riferimento ai chiarimenti operativi contenuti all'interno della Guida Operativa.

Il programma di misura deve, inoltre, prevedere una ricostruzione adeguata dei dati nel caso di perdita degli stessi durante il periodo di rendicontazione dei risparmi, non superiore ai 7 giorni consecutivi e ai 30 giorni l'anno, anche in riferimento ad eventuali dati non corretti forniti dalla strumentazione di misura, e deve contenere una descrizione del programma di verifica e manutenzione della strumentazione stessa nell'arco della vita utile dell'intervento.

5 INDIVIDUAZIONE DEL CONSUMO DI BASELINE E DELL'ALGORITMO DI CALCOLO

La definizione del corretto valore di baseline da adottare per il calcolo dei risparmi energetici addizionali di energia primaria deve tener conto di quanto stabilito dal D.M. 11 gennaio 2017 ss.mm.ii., secondo cui *“il consumo di baseline è pari al valore del consumo antecedente alla realizzazione del progetto di efficienza energetica, fermo restando quanto previsto all'art. 6, comma 6”*. Nel caso di nuovi impianti, edifici o siti comunque denominati per i quali non esistono valori di consumi energetici antecedenti all'intervento, il consumo di baseline è pari al consumo di riferimento, cioè il consumo che è attribuibile *“all'intervento realizzato con i sistemi o con le tecnologie che, alla data di presentazione del progetto, costituiscono l'offerta standard di mercato e/o lo standard minimo fissato dalla normativa”*.

La definizione della baseline dunque parte dall'analisi dello stato di fatto. In particolare deve essere identificato un valore di potenza nominale dell'impianto a partire dalla numerosità, tipologia e potenza delle lampade installate e dall'efficienza di eventuali alimentatori presenti nella condizione ante intervento. Nel caso di nuova installazione di un impianto di illuminazione, il valore di baseline sarà riferito alla tecnologia standard attualmente installabile, ossia ad esempio:

- lampade fluorescenti (per uffici ed altri ambienti interni del settore civile);
- lampade a vapori di sodio ad alta pressione (per le aree esterne).

Le lampade di riferimento sopra elencate devono rispettare il Regolamento (UE) 2019/2020 e ss.mm.ii., ovvero devono avere un valore di efficacia (lumen/W) pari o maggiore al valore minimo richiesto dal Regolamento (UE) 2019/2020 e ss.mm.ii. per la specifica tipologia di lampada esaminata.

Deve poi essere valutato il rispetto della norma UNI EN 12464 in merito ai livelli minimi di illuminamento per la situazione ante intervento o di riferimento. Tale rispetto deve essere dimostrato fornendo i calcoli illuminotecnici della situazione di baseline che, nel caso di nuova installazione, dovranno far riferimento alla tecnologia standard attualmente installabile, considerando come punti di installazione dei corpi illuminanti gli stessi della configurazione post intervento. Qualora non fosse garantito il rispetto dei livelli minimi di illuminamento, il proponente dovrà adottare un coefficiente di addizionalità normativa pari al rapporto tra i livelli di illuminamento ante intervento e il livello di illuminamento minimo previsto dalla normativa.

L'algoritmo di calcolo dei risparmi relativi ai progetti di efficientamento degli impianti di illuminazione è il seguente:

$$REA = [(P_{baseline} \cdot h_{post} \cdot Add_{tec}) - (E_{post} \cdot Agg_{lux})] \cdot Add_{norm} \cdot 0,187 \cdot 10^{-3} [tep]$$

Dove

- $P_{baseline}^4$ = potenza nominale installata (da scheda tecnica) delle lampade presenti nella situazione ante intervento (eventualmente comprensiva degli assorbimenti dovuti agli alimentatori) o la potenza di riferimento nel caso di nuova installazione;
- E_{post} = energia elettrica misurata nella situazione post intervento;
- h_{post} è il numero di ore equivalenti di funzionamento delle lampade nella situazione post intervento. Tale grandezza è calcolata come segue:

$$h_{post} = \frac{E_{post}}{P_{post}}$$

essendo P_{post}^4 la potenza nominale installata (da scheda tecnica) delle lampade presenti nella situazione post intervento (eventualmente comprensiva degli assorbimenti dovuti agli alimentatori) Si specifica, inoltre, che nel caso di utilizzo di lampade e/o corpi illuminanti che consentono, tramite la regolazione della potenza assorbita, di un flusso luminoso costante nel tempo, la P_{post} potrà coincidere con la potenza a cui viene regolato l'apparecchio;

- Add_{tec}^5 è il coefficiente di addizionalità tecnologica e deve essere preso in considerazione nel caso in cui nelle condizioni ante intervento le lampade abbiano una efficacia (lumen/W) inferiore rispetto a quella minima prevista dal Regolamento (UE) 2019/2020 e ss.mm.ii. Tale coefficiente, minore o uguale al valore unitario, viene determinato come rapporto tra l'efficienza luminosa delle lampade nella situazione ante intervento e quella minima prevista dal suddetto Regolamento;
- Agg_{lux} è il coefficiente di aggiustamento illuminotecnico e deve essere preso in considerazione nel caso in cui nelle condizioni post intervento si abbiano dei livelli di illuminamento inferiori rispetto alle condizioni di baseline. Tale coefficiente, maggiore o uguale del valore unitario, viene determinato

⁴ Si specifica che le definizioni $P_{baseline}$ e P_{post} riportate nella presente guida settoriale mirano a fornire un ulteriore chiarimento rispetto a quanto riportato nella corrispondente scheda di progetto standardizzato "Sistemi di illuminazione a LED" di cui all'Allegato 2, del D.M. 10 maggio 2018. Infatti, quanto riportato per la definizione di P_{ante} nella scheda PS, vuole fornire sia la definizione di P_{ante} da utilizzare nell'algoritmo di calcolo dei risparmi, come specificato meglio nella presente guida settoriale, sia la verifica di coerenza da effettuare per verificare la corrispondenza tra le misure effettuate e le potenze nominali dichiarate mediante il censimento delle lampade nelle condizioni ante intervento. Allo stesso modo la definizione di P_{post} è stata ulteriormente chiarita nella presente guida settoriale, fermo restando la verifica di coerenza richiamata nella scheda PS in analogia con la P_{ante} .

⁵ Si rappresenta che, nel caso in cui il progetto di illuminazione privata ricada nella fattispecie di "nuova installazione", il coefficiente Add_{tec} assumerà un valore pari a 1, in quanto le lampade di riferimento non possono avere prestazioni inferiori a quelle indicate nel Regolamento (UE) 2019/2020 e ss.mm.ii. sulla base della definizione di progetto di riferimento di cui all'Art. 2, comma 1, lettera p) del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

come rapporto tra l'illuminamento nella situazione di baseline e nella situazione post intervento ed è necessario a garantire che i risparmi siano calcolati a parità di condizioni di illuminamento;

- Add_{norm} è il coefficiente di addizionalità normativa da utilizzare nel momento in cui nelle condizioni ante intervento i requisiti di illuminamento non siano rispettati. Pertanto, attraverso tale parametro si quantifica, in termini di riduzione del risparmio energetico conseguibile mediante il progetto, la parte dell'intervento che si configura come un adeguamento ai requisiti di illuminamento previsti dalla normativa. Tale coefficiente, minore o uguale a 1 e moltiplicativo del totale dei risparmi calcolati, viene definito dal rapporto tra l'illuminamento fornito nelle condizioni ante intervento e quello previsto dalla normativa di riferimento.⁶

Si precisa che i diversi coefficienti presenti nell'algoritmo devono essere calcolati come media ponderata sulla potenza totale delle lampade sottese a ciascun misuratore, in particolare:

- il coefficiente Agg_{lux} deve essere ponderato rispetto alla potenza nominale post intervento;
- il coefficiente Add_{norm} deve essere ponderato rispetto alla differenza tra la potenze nominali di baseline e post intervento;
- il coefficiente Add_{tec} deve essere ponderato rispetto alla potenza nominale di baseline.

Nell'ambito dei progetti di efficientamento dei sistemi di illuminazione privata, qualora ritenuto necessario, potrà essere richiesta, la misura dei livelli di illuminamento post intervento, al fine di verificare che il valore dell'illuminamento post intervento sia conforme ai requisiti normativi.

In fase di presentazione del PS deve essere fornito il file di rendicontazione, disponibile nel sito del GSE, compilato in ogni parte e comprensivo della stima dei risparmi ottenibili. Tale file di rendicontazione dovrà essere trasmesso ad ogni RS.

5.1 METODOLOGIA DI ESTENSIONE DEI RISPARMI

Nella presentazione del PS deve essere indicata la metodologia di estensione dei risparmi dei campioni rappresentativi al perimetro del progetto al fine di determinare il risparmio energetico aggiuntivo del progetto. A titolo esemplificativo si riporta di seguito una possibile metodologia:

1. applicare l'algoritmo di calcolo, precedentemente riportato, ai campioni rappresentativi identificati;
2. estendere il calcolo dei risparmi di ogni campione individuato alle zone ad esso associate, utilizzando per calcolare l'energia post intervento le ore equivalenti del campione rappresentativo e la potenza nominale installata di tutte le lampade presenti, nella situazione post intervento, nelle zone rappresentate dal medesimo campione, ovvero:

$$REA_{zona,i} = [(P_{baseline\ Tot,i} \cdot h_{post,CRI} \cdot Add_{tec,i}) - (P_{post\ Tot,i} \cdot h_{post,CRI} \cdot Agg_{lux,i})] \cdot Add_{norm,i} \cdot 0,187 \cdot 10^{-3} [tep]$$

- $REA_{zona,i}$ è il risparmio energetico aggiuntivo delle zone a cui è associato il campione rappresentativo i-esimo;
- $P_{baseline\ Tot,i}$ è la potenza nominale installata di tutte le lampade presenti, nelle zone associate al campione rappresentativo i-esimo, nella situazione di baseline;

⁶ Si rappresenta che, nel caso di un progetto di illuminazione privata che ricade nella fattispecie di "nuova installazione", il coefficiente Add_{norm} , Add_{tec} non potranno mai essere inferiori a 1 sulla base della definizione di progetto di riferimento di cui all'Art. 2, comma 1, lettera p) del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

- $h_{post,CRI}$ è il numero di ore equivalenti del campione rappresentativo i-esimo, date dal rapporto tra l'energia misurata e la potenza installata nella situazione post intervento del campione rappresentativo i-esimo $E_{post,CRI}/P_{post,CRI}$;
 - $P_{post Tot,i}$ è la potenza nominale installata di tutte le lampade presenti, nelle zone associate al campione rappresentativo i-esimo, nella situazione post intervento;
 - $Add_{tec,i}$, $Agglux,i$, $Add_{norm,i}$ sono rispettivamente i coefficienti di addizionalità e aggiustamento del campione rappresentativo i-esimo;
3. determinare il risparmio energetico addizionale del progetto $REA_{progetto}$, sommando i risparmi dei campioni rappresentativi identificati e i risparmi calcolati di tutte le zone associate ai vari campioni rappresentativi.

6 REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

Ai fini dell'accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi sono ammissibili i progetti di efficienza energetica la cui data di inizio della realizzazione dei lavori sia successiva alla data di trasmissione al GSE dell'istanza di accesso al meccanismo, fatto salvo quanto previsto dal punto 1.7 dell'Allegato 1 al D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii. In particolare, al fine di agevolare la presentazione dei progetti è data facoltà al soggetto proponente di presentare, in data antecedente la data di avvio della realizzazione del progetto, una comunicazione preliminare o una Richiesta di Verifica Preliminare (RVP). In tal caso, il soggetto proponente sarà tenuto a presentare il PS entro 24 mesi dall'invio della suddetta comunicazione o della RVP, eventualmente anche in data successiva alla data di avvio della realizzazione del progetto.

Per maggiori dettagli sulla comunicazione preliminare o sulla RVP si faccia riferimento ai chiarimenti operativi contenuti all'interno della Guida Operativa.

In base a quanto riportato all'art. 2, comma 1, lettera f), del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., la “data di avvio della realizzazione del progetto”, ai fini della determinazione del termine ultimo per la presentazione dell'istanza di accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi, ovvero per la presentazione della comunicazione preliminare o della RVP, corrisponde alla data di inizio dei lavori di realizzazione dell'intervento, ovvero alla data di avvio della fase “esecutiva” di un progetto di efficienza energetica.

La fase “esecutiva” di un progetto di efficientamento dei sistemi di illuminazione privata, a titolo esemplificativo e non esaustivo, può essere costituita dai seguenti lavori:

- lavori di demolizione ed opere civili, finalizzati alla preparazione del sito per l'installazione dei componenti oggetto dell'intervento di efficienza energetica;
- smontaggio del vecchio impianto di illuminazione;
- rifacimento dei quadri elettrici e delle linee di alimentazione;
- consegna, presso il sito oggetto d'intervento, dei componenti principali oggetto dell'intervento;
- installazione dei nuovi componenti (lampade, etc.).

Ai fini della definizione della data di avvio della realizzazione del progetto, è da considerarsi la data meno recente di avvio delle fasi sopra indicate.

7 RENDICONTAZIONE DEI RISPARMI

Ciascuna RS deve essere presentata entro 120 giorni dalla fine del periodo di monitoraggio. Unitamente alla prima RS deve essere trasmessa:

- a. documentazione attestante la data di avvio della realizzazione del progetto;
- b. matricole dei misuratori installati.

Le misure relative al periodo di monitoraggio oggetto della RS dovranno essere trasmesse, con la frequenza di campionamento definita nel PS, riportando per ogni intervallo i consumi misurati e i valori assunti dalle variabili operative per la determinazione dei risparmi generati dal progetto.

Riferimenti normativi

- UNI EN 12464 Illuminazione dei Luoghi di Lavoro;
- Regolamento (UE) 2019/2020 e ss.mm.ii.;
- Regolamento (UE) 2019/2015 e ss.mm.ii.;

Allegato 1 – Fattore di manutenzione

Il fattore di manutenzione “*FM*” viene determinato come prodotto di diversi fattori:

$$FM = LLMF \times LSF \times LMF \times RSMF$$

dove:

- *LLMF* è il fattore di manutenzione del flusso luminoso che indica la riduzione specifica del flusso di una lampada nel corso della sua durata;
- *LSF* è il fattore di durata delle lampade, che indica la percentuale delle lampade ancora funzionanti trascorso un certo intervallo di manutenzione;
- *LMF* è il fattore di manutenzione dell’apparecchio che indica il calo di efficienza di un apparecchio dovuto alla sporcizia che si accumula trascorso un certo intervallo di manutenzione;
- *RSMF* è il fattore di manutenzione del locale che indica il calo degli indici di riflessione delle superfici perimetrali, dovuto alla sporcizia che si accumula trascorso un certo intervallo di manutenzione.

Nella determinazione di tale coefficiente, pertanto, entrano in gioco sia le caratteristiche intrinseche delle lampade installate (in termini di degrado delle prestazioni per la riduzione di flusso) sia il degrado della funzionalità delle lampade installate e delle caratteristiche ambientali (in termini di affidabilità, sporcamento dell’impianto e delle superfici riflettenti).

Considerato che gli interventi incentivabili riguardano l’installazione delle lampade e/o dei corpi illuminanti, e non eventuali comportamenti più o meno virtuosi in termini di manutenzione, per effettuare un confronto a parità di condizioni tra le situazioni di baseline e post intervento, è necessario che i fattori di manutenzione inseriti nei calcoli illuminotecnici siano gli stessi nelle condizioni di baseline e post intervento, salvo il caso, applicabile per il solo fattore *LLMF*, in cui si dimostri la variazione tra le condizioni ante e post intervento (es. lampade e/o corpi illuminanti che consentono flusso luminoso costante nel tempo).



CERTIFICATI BIANCHI
Allegato 2.2 alla Guida Operativa

Guide Settoriali

IL SETTORE INDUSTRIALE
DELLA PRODUZIONE DI VETRO E PRODOTTI IN VETRO

INDICE

1	DESCRIZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO	3
2	DESCRIZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE DISPONIBILI E DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA.....	8
2.1	Interventi direttamente connessi al forno fusorio	9
2.2	Interventi indiretti connessi al forno	11
2.2.1	<i>Preriscaldamento del rottame.....</i>	<i>11</i>
2.2.2	<i>Produzione di energia elettrica da recupero termico</i>	<i>11</i>
2.3	Ulteriori interventi di efficienza energetica.....	12
3	INDIVIDUAZIONE DEGLI ALGORITMI DI CALCOLO DEI RISPARMI	13
4	METODOLOGIA ADOTTATA PER LA PRESENTE GUIDA	15
5	BIBLIOGRAFIA	17

1 DESCRIZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

L'industria del vetro, settore Ateco 23.1 (Fabbricazione di vetro e prodotti di vetro), rientra nell'ambito manifatturiero C della fabbricazione di altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi (23) insieme alla produzione di prodotti refrattari, in porcellana e ceramica, in calcestruzzo, etc.

Le attività del settore vetro sono sostanzialmente suddivisibili in due filoni: la fabbricazione (di quattro differenti tipologie di vetro: piano, cavo, fibre di vetro e "altro" riferito, ad esempio, alle produzioni artistiche) e la lavorazione.



Figura 1: schematizzazione Ateco del settore vetro

Le aziende italiane produttrici di vetro e prodotti in vetro attive nel 2014 sono state 3.652, hanno occupato 30.258 addetti e hanno avuto un fatturato pari a circa 5,9 miliardi di euro complessivi. La produzione nazionale vetraria è risultata pari a 5.296.134 t, essenzialmente suddivisa tra vetro piano (966.068 t; 18,2%) e vetro cavo (3.848.557 t; 72,6%).

Dai dati ISTAT risulta che il 79% delle 3.652 imprese opera nella lavorazione dei prodotti di vetro (cod. Ateco 23.12 e 23.19.2) (Figura 2), soprattutto nella lavorazione e trasformazione del vetro piano (66,3%), mentre quelle che fabbricano il vetro piano, cavo e fibre di vetro rappresentano complessivamente solo il 5,6% del parco totale di aziende (Figura 3).

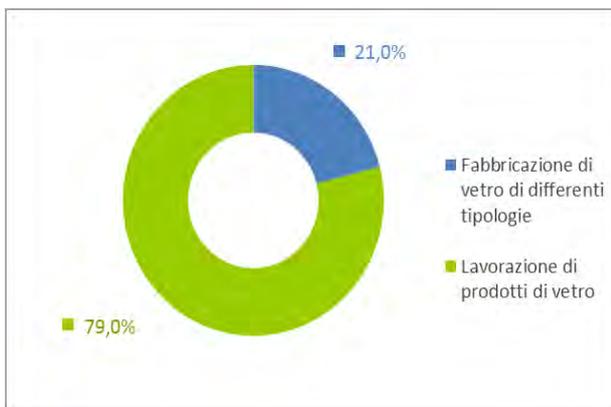


Figura 2: Ripartizione delle imprese tra attività di fabbricazione e di lavorazione del vetro

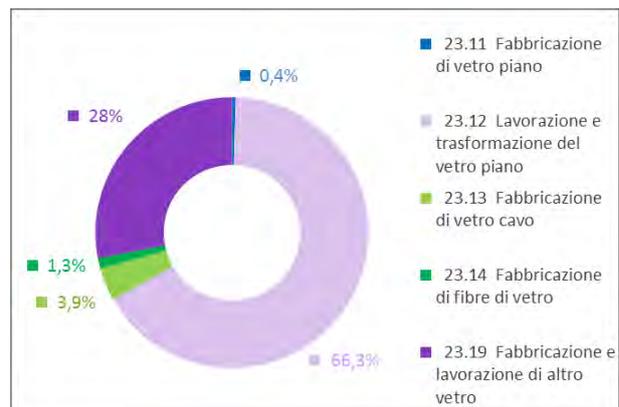


Figura 3: distribuzione percentuale delle imprese per codici Ateco

Analogamente, in Figura 4 è mostrata la ripartizione tra codici Ateco del fatturato. Il 54,4% proviene dalla fabbricazione del vetro, principalmente quello cavo, percentuale che negli anni, nonostante la crisi, si è progressivamente incrementata e che conferma il contributo rilevante fornito dalla fabbricazione del vetro.

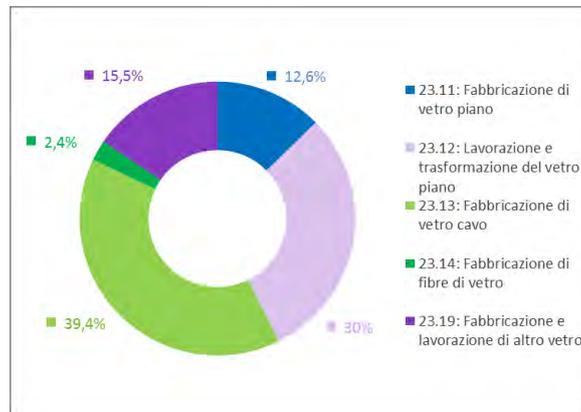


Figura 4: distribuzione percentuale del fatturato 2014 per settori di attività

Con riferimento al solo processo della fabbricazione, la Figura 5 mostra la ripartizione percentuale della produzione tra le diverse tipologie di vetro e conferma la rilevanza del vetro cavo (75,1%) la cui produzione è costituita per l'85,9% da bottiglieria.

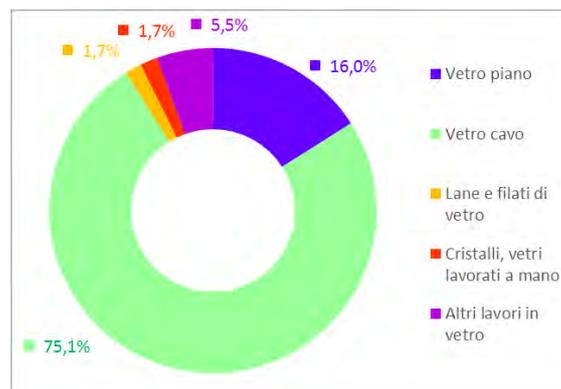


Figura 5: distribuzione percentuale della produzione tra le tipologie di vetro

In Italia, i principali processi di produzione del vetro sono: quello del vetro cavo (caratterizzato dalla produzione di bottiglie e flaconi) e quello del vetro piano (caratterizzato dalla produzione di lastre). In aggiunta a tali processi sono comunque presenti produzioni di vetri per uso domestico, vetri speciali, lana di vetro e tubi in vetro borosilicato.

Il ciclo di produzione del vetro industriale si compone delle seguenti fasi:

1. **approvvigionamento delle materie prime**, scarico e loro stoccaggio, **preparazione della miscela vetrificabile**;
2. **fusione** della miscela vetrificabile in forni fusori adeguati al tipo di vetro prodotto. Il processo di fusione avviene a temperature comprese fra 1400 e 1600 °C;
3. **formatura** dei prodotti in vetro, in precisi intervalli di temperatura;

4. **ricottura** dei manufatti di vetro che richiedono la rimozione delle tensioni presenti, per evitare rotture spontanee anche molto tempo dopo la formatura. Questa fase non è presente nel ciclo di produzione del tubo, della lana e del filato di vetro;
5. **controllo** della qualità del prodotto ed **imballaggio**.

Le **materie prime** necessarie per produrre vetro sono: i vetrificanti, i fondenti, gli stabilizzanti, gli affinati, i decoloranti, i coloranti e gli opacizzanti che vengono utilizzati per vetri opachi.

Il vetrificante è la materia prima che costituisce la struttura base del vetro, mentre i fondenti hanno la funzione di facilitare il passaggio del vetrificante allo stato liquido durante la fusione. Gli stabilizzanti, oltre a consentire la lavorabilità del vetro ed il conferimento delle proprietà fisiche volute, riducono la possibilità di alterazioni della sua superficie. Gli affinati hanno lo scopo di favorire l'eliminazione dei gas prodotti dalla decomposizione delle materie prime e contribuiscono al processo di omogeneizzazione del vetro fuso.

Mentre i coloranti (ossidi metallici o fritte vetrose contenenti i coloranti metallici) hanno la funzione di impartire la colorazione desiderata al vetro, i decoloranti hanno la funzione di neutralizzare la colorazione derivante da eventuali impurezze contenute nelle materie prime (Fe, Cr). Allo scopo si utilizzano composti di metalli che "coprono" il colore indesiderato attraverso una colorazione complementare oppure per mezzo di una reazione chimica che modifica l'effetto colorante delle impurezze coloranti.

Il rottame di vetro è di fatto una materia prima vera e propria che viene utilizzata in quantità molto variabile, dal 20 al 90% della miscela vetrificabile. Il suo impiego facilita la fusione, riduce il consumo specifico di energia e permette di ridurre le emissioni generate dai forni per vetro.

Prodotti chimici ausiliari possono essere utilizzati per trattamenti specifici dei prodotti in vetro, per migliorarne le caratteristiche di resistenza meccanica e/o chimica, oppure per conferire al manufatto proprietà particolari. I trattamenti possono essere eseguiti a caldo (trattamento con tetracloruro di stagno, metilbutilcloruro di stagno, solforazione, etc.), a freddo (acido oleico, polietilene) o mediante processi di polimerizzazione (apprettatura con resine termoindurenti).

Approvvigionamento delle materie prime e preparazione della miscela vetrificabile

Le materie prime vengono prelevate automaticamente, pesate, mescolate ed inviate, mediante nastri trasportatori, o tubazioni per il trasporto pneumatico, alle tramogge di caricamento dei forni per la fusione del vetro. Alle materie prime vengono aggiunte quantità variabili di rottame di vetro opportunamente frantumato. Alla miscela vetrificabile così ottenuta viene, generalmente, aggiunta acqua in modo da mantenere un'umidità di circa il 3 %, allo scopo di limitare lo spolverio durante la sua movimentazione.

Processo di fusione

La miscela viene alimentata al forno dove viene sottoposta al processo di fusione ad alta temperatura, tra 1400 °C e 1600 °C. Durante la fusione, nella massa vetrosa si generano inclusioni gassose dovute alla decomposizione delle materie prime, principalmente i carbonati di sodio, calcio e magnesio che danno origine a CO₂, la cui solubilità nel vetro è limitata. Le bolle che ne derivano vengono successivamente eliminate nella fase di affinaggio e la velocità di eliminazione/omogeneizzazione viene aumentata dall'aggiunta di sostanze affinati, principalmente i solfati di sodio e calcio. La fase di affinaggio viene favorita dall'aumento della temperatura del bagno di vetro. Una successiva fase di condizionamento del vetro è necessaria per raffreddare ed omogeneizzare termicamente la massa fino ad ottenere una viscosità adeguata

alla sua lavorazione e trasformazione nel prodotto finale. La fusione del vetro industriale viene effettuata in forni a bacino con ciclo di produzione continuo. I combustibili impiegati sono il gas naturale e l'olio a basso tenore di zolfo (BTZ); quantità variabili di energia elettrica sono frequentemente impiegate in aggiunta al combustibile fossile per mantenere e garantire una distribuzione omogenea della temperatura di fusione.

Negli ultimi anni si è ridotto l'utilizzo dell'olio combustibile con un corrispondente incremento del gas naturale. Attualmente, i forni sono prevalentemente alimentati a gas metano ma sta crescendo l'utilizzo di forni a riscaldamento totalmente elettrico, soprattutto nel caso di piccole realtà produttive e particolari tipi di vetro. I forni sono controllati da sistemi di supervisione che consentono di tenere sotto controllo i parametri di funzionamento ed ottenere una corretta vetrificazione delle materie prime. Allo scopo di aumentare l'efficienza termica del processo di fusione l'aria comburente viene preriscaldata a spese del calore dei fumi di combustione. I sistemi di preriscaldamento possono essere di tipo recuperativo, ovvero con recupero di calore mediante scambiatori metallici o ceramici (forni "unit melter"), o di tipo rigenerativo, dotati di camere in materiale refrattario per il recupero di calore (rigeneratori). I forni a rigenerazione sono di due tipi: forni con fiamma ad U e camere di rigenerazione posteriori ("end port"), forni a fiamma trasversale e camere di rigenerazione laterali ("side port").

Nel caso di preriscaldamento con recuperatori di calore metallici la temperatura dell'aria può raggiungere circa 800 °C. Nel caso di utilizzo di un sistema di preriscaldamento a rigenerazione il processo di recupero termico è discontinuo; il forno infatti, è dotato di due camere che lavorano alternativamente, in una prima fase ricevendo i fumi caldi e scaricandoli a circa 400-450 °C e in una seconda fase ricevendo l'aria di combustione fredda e preriscaldandola fino ad una temperatura di circa 1350 °C. Nel caso di utilizzo di ossigeno puro in sostituzione dell'aria comburente (ossi-combustione), la fase di preriscaldamento non viene effettuata. Oltre ai bruciatori a gas nel forno possono essere presenti dei booster elettrici, elettrodi posti alla base del forno ed immessi nel bagno di vetro allo scopo di fornire una parte dell'energia necessaria per la fusione (in genere compresa tra il 10% ed il 30% del totale). L'immissione dell'aria comburente è di tipo forzato e viene realizzata tramite l'impiego di uno o più ventilatori elettrici. I fumi in uscita dal forno e dai suoi recuperatori ad una temperatura intorno ai 400°C vengono convogliati verso l'elettrofiltro (all'uscita del quale la temperatura si porta sui 200°C) e l'estrattore di coda, nel quale avviene l'estrazione dei gas combusti in modo forzato. Prima di essere inviati alle ciminiere i fumi vengono trattati in modo da neutralizzare i gas acidi.

Processo di formatura

Lungo l'asse del forno la temperatura viene successivamente abbassata fino a circa 1100 °C per raggiungere una viscosità del vetro che ne permetta la colata. Nella produzione di vetro piano, con il processo Float, il vetro viene quindi versato su un bagno di stagno fuso, sul quale galleggia, e viene tirato per conferirgli la sua forma finale. Il vetro opportunamente raffreddato viene fatto passare tra due rulli che ne determinano lo spessore e ne imprime l'eventuale decorazione. Nel caso del vetro cavo, i processi di formatura possono essere di tre tipi:

- pressato diretto: utilizzato per articoli "a bocca larga", la lavorazione avviene solo per pressatura del vetro in un apposito stampo;
- soffiato-soffiato: viene praticata la soffiatura tramite aria compressa sia in fase iniziale che per la finitura dell'articolo in vetro; essendo particolarmente versatile viene utilizzato per produrre contenitori standard e con forme complesse;

- **pressato-soffiato:** la fase iniziale è formata mediante pressatura, in seguito la forma viene modellata tramite l'iniezione di aria compressa. È utilizzata prevalentemente per la produzione di vasellame e bottiglie.

Gli stampi, sia nella fase iniziale di abbozzatura che in quella di finitura, sono raffreddati con aria ventilata attraverso un sistema di canalizzazioni; il raffreddamento è necessario per solidificare il contenitore che altrimenti si deformerebbe appena posto sul conveyor. Usciti dalle macchine formatrici i contenitori subiscono un trattamento superficiale a caldo, quando la temperatura è intorno ai 500-600°C, prima di essere inviati ai conveyor del forno di ricottura: in questa fase gli azionamenti vengono effettuati tramite motore elettrico e aria compressa a 3,5 bar.

Processo di ricottura

Il processo di ricottura ha lo scopo di aumentare la resistenza meccanica del vetro. Questa avviene in un forno normalmente alimentato a metano per i forni più grandi, oppure con energia elettrica. La fase di ricottura prevede che il vetro venga portato alla temperatura di 550 °C e raffreddato lentamente in condizioni controllate allo scopo di eliminare le tensioni introdotte nella massa vetrosa durante il processo di formatura. In questa fase il vetro mantiene la sua forma e non subisce alcuna modifica della composizione chimica.

Processo di controllo, rifinitura e imballaggio

Si tratta di trattamenti superficiali eseguiti a caldo e a freddo. Un tipico trattamento a caldo del vetro cavo consiste nella deposizione di un sottilissimo strato di ossido metallico, in genere ossido di stagno o di titanio, sulla superficie dei contenitori di vetro. Per il vetro piano si effettua un trattamento superficiale a caldo eseguito con SO₂ allo scopo di migliorarne la resistenza chimica agli agenti atmosferici. I trattamenti a freddo consistono in generale in operazioni di taglio, lucidatura, molatura, decorazioni, etc. ma anche operazioni più sofisticate come la vaporizzazione di acido oleico o la spruzzatura di emulsioni acquose, principalmente a base di polietilene. Il prodotto viene sottoposto ad ispezione automatica per verificarne la conformità alle specifiche di prodotto. I prodotti non idonei vengono eliminati dalla linea di scelta e riciclati nel processo produttivo per essere rifusi, mentre il prodotto conforme prosegue verso i pallettizzatori automatici ed infine imballati per essere inviati al magazzino. La figura seguente mostra uno schema semplificato con le distribuzioni dei flussi energetici nelle diverse fasi del processo.

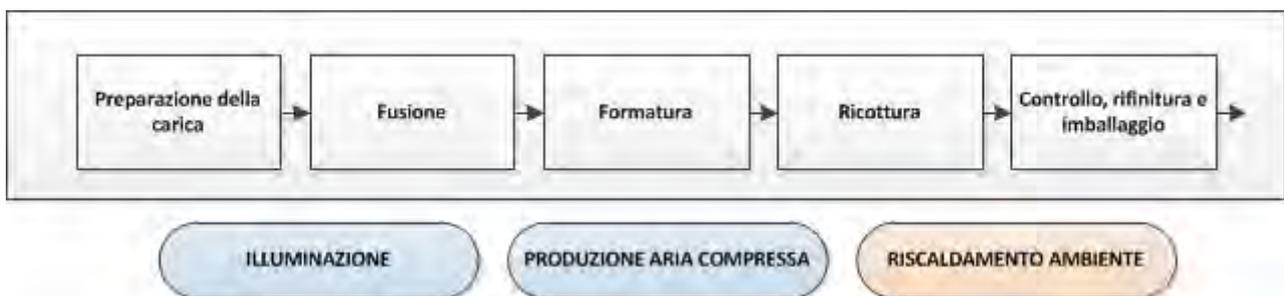


Figura 6: schema a blocchi del processo produttivo

2 DESCRIZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE DISPONIBILI E DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA

Con riferimento ai progetti di efficienza energetica presentati nell'ambito del meccanismo dei certificati bianchi, nonché al Bref elaborato nell'ambito delle direttive IIP e IED e alle soluzioni tecnologiche ad oggi installabili, di seguito è riportata una descrizione delle migliori tecnologie disponibili e degli interventi di efficienza energetica applicabili al settore.

In particolare, viene analizzato il forno fusorio ed i relativi interventi di efficienza energetica realizzabili. Questi ultimi possono essere suddivisi in due categorie:

1. interventi direttamente connessi al forno fusorio:
 - a. installazione, sostituzione o **efficientamento integrato** del forno fusorio;
 - b. sostituzione di bruciatori con bruciatori rigenerativi;
2. interventi indiretti, relativi ai sistemi di preriscaldamento del rottame e ai sistemi di recupero del calore per la produzione di energia elettrica tramite Cicli Rankine a fluido Organico (ORC).

Tali interventi, insieme a quello relativo alle macchine formatrici per il processo di formatura a valle del forno fusorio, sono declinati nella Tabella 1 dell'Allegato 2 al D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., così come di seguito riportato.

Tipologie di intervento del settore del vetro <i>Tabella 1 Allegato 2 al D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.</i>	Vita utile		
	Nuova installazione	Sostituzione	Efficientamento integrato
Forni di fusione	10	7	5
Impianti a Cicli Rankine Organico (ORC) in assetto non cogenerativo e non alimentati da calore prodotto da impianti di produzione di energia termica ¹	10	7	5
Bruciatori rigenerativi	7	5	-
Sistemi di preriscaldamento del rottame di vetro	7	5	5
Macchine formatrici	10	7	5

Tabella 1: tipologie di intervento del settore del vetro Tabella 1 dell'Allegato 2 al D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

Inoltre si precisa che, l'adozione congiunta degli interventi relativi ai bruciatori rigenerativi e ai sistemi di preriscaldamento del rottame di vetro, costituisce un esempio di efficientamento integrato dei forni di fusione. Nei casi di efficientamento integrato, ovvero qualora si effettui un intervento relativo alla la nuova installazione o la sostituzione di uno dei succitati componenti, il calcolo dei risparmi dovrà essere effettuato con riferimento al consumo specifico del "Sistema tecnologico assunto come punto di riferimento". Tale condizione è da applicare, ad esempio, anche ai sistemi di automazione e controllo che rientrano tra le misure comportamentali "adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti". Pertanto, la realizzazione dei succitati interventi verrà incentivata in relazione alla riduzione dei consumi specifici rispetto alle condizioni ex ante del componente primario di riferimento.

Ulteriori esempi di efficientamento integrato per il forno fusorio riguardano:

- l'installazione di un sistema di controllo innovativo e la riprogettazione della camera di combustione per migliorare l'efficienza di combustione;

¹ Sulla base di quanto disposto dall'art. 5 comma 4 del D.M. 20 luglio 2004 "non sono ammissibili i progetti orientati al miglioramento dell'efficienza energetica relativi agli impianti di generazione di energia elettrica".

- l'installazione di uno scambiatore aggiuntivo o la sostituzione dello scambiatore esistente con uno più efficiente e la contestuale ottimizzazione del circuito di preriscaldamento del rottame di vetro.

Sistema tecnologico assunto come punto di riferimento	Tipologie di intervento secondo la Tabella 1, dell'Allegato 2 al D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.
Forni di fusione	Bruciatori rigenerativi
	Sistemi di preriscaldamento del rottame di vetro
	Misure comportamentali: adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti
	Misure comportamentali: variazione delle materie in ingresso nel processo produttivo, compreso l'utilizzo di materiale di scarto della lavorazione, a parità di prodotto finito o semilavorato

Tabella 2: correlazione tra "sistema tecnologico assunto come punto di riferimento" e tipologie di intervento

Si rappresenta che, qualora l'operatore dimostri, mediante opportuna documentazione, che quota parte dei componenti utilizzati per la realizzazione del progetto non risultano strettamente riconducibili all'intervento oggetto del PC ma rientrano nella manutenzione ordinaria dello stabilimento (ad esempio componenti di ricambio), questi possono non concorrere alla definizione della data di avvio della realizzazione del progetto.

2.1 Interventi direttamente connessi al forno fusorio

Al fine di effettuare una corretta analisi del consumo energetico del forno è necessario considerare i seguenti fattori: la formula della composizione della materia prima in ingresso al forno che determina il prodotto finale (es. materie prime, colore), la temperatura del vetro in uscita dal forno, la producibilità giornaliera del forno stesso e la quantità di rottame utilizzato.

Nella presentazione di un progetto relativo a interventi direttamente connessi al forno fusorio è necessario presentare il bilancio energetico del forno nella situazione ex ante e in quella ex post dal quale sia possibile verificare il miglioramento del rendimento del forno stesso.

Al fine di dimostrare che il consumo ex ante sia rappresentativo delle reali condizioni di funzionamento sarà necessario fornire tutti i dati di consumo del forno dalla data di avvio alla data di realizzazione dell'intervento. Infatti, si stima che il consumo energetico del forno durante il suo ciclo possa aumentare di circa lo 0,1% per ogni mese di funzionamento.

L'utilizzo di rottame nella composizione della miscela delle materie prime ricopre un ruolo importante nell'ambito dei consumi energetici in quanto consente la riduzione del consumo di energia primaria sia in modo indiretto (sostituzione di materia prima), sia in modo diretto, data la riduzione dell'energia di fusione. Si specifica però, che tali riduzioni possono essere contabilizzate per la rendicontazione dei risparmi ai fini del rilascio dei Titoli di Efficienza Energetica **esclusivamente nell'ambito della tipologia di intervento "Variazione delle materie in ingresso nel processo produttivo, compreso l'utilizzo di materiale di scarto della lavorazione, a parità di prodotto finito o semilavorato"** la cui durata della vita utile è di 3 anni. Per tutte le altre tipologie di intervento che insistono sul forno fusorio non è possibile rendicontare i risparmi riconducibili alla variazione dell'utilizzo della quantità di rottame in quanto tale risparmio risulta legato alla variazione delle condizioni di esercizio del forno e non alla modifica del forno stesso.

Pertanto, nel caso sia presente una variazione del consumo di rottame tra la situazione di baseline e post intervento sarà necessario tenerne adeguatamente conto. L'incremento dell'utilizzo di rottame nella produzione di vetro consente di ridurre i consumi energetici di circa 2,5 punti percentuali ogni 10% di rottame

riutilizzato. Per la correzione del consumo di energia di un forno con un consumo di rottame diverso dal 50% è possibile utilizzare la relazione riportata di seguito.

$$Ep_{50} = \frac{Ep}{1 + \frac{(50 - R) \cdot 0,025}{10}}$$

essendo:

- Ep = Energia primaria misurata;
- Ep₅₀ = Energia primaria al 50% di rottame;
- R = percentuale di rottame [valore in %].

Nella tabella riportata di seguito sono indicati i valori dei consumi di riferimento di energia primaria di forni di fusione non dotati di sistema di preriscaldamento del rottame e considerando l'utilizzo di 50% di rottame.

Tipologia di forno	Bottiglie [GJ/t]	Flaconeria [GJ/t]	Casalingo [GJ/t]	Piano [GJ/t]
<i>Elettrico</i>				
< 50 t/g		8,6	8,6	
50-100 t/g		7,9	7,8	
<i>End part</i>				
50-100 t/g	5,6	5,8	6,4	
100-250 t/g	5	5,4	4,6	
250-400 t/g	4,4			
>400t/g	4,2			
<i>Unit melter</i>				
50-100 t/g	5,3			
100-300 t/g	5,1	6		
300-400 t/g	4,9			
<i>Side part</i>				
250-400 t/g	4,9			
400-600 t/g	4,7			6,7
≥ 600t/g				6,2

Tabella 3: Consumi specifici di riferimento dei forni

Ossi-combustione

L'ossi-combustione, ovvero la combustione di gas naturale con ossigeno in sostituzione dell'aria ambiente, rappresenta un intervento di efficienza energetica che consente la riduzione dell'energia primaria utilizzata dal forno di fusione. Tale sistema comporta un aumento dell'efficienza di combustione dei bruciatori data l'assenza di azoto nell'aria comburente con la produzione di una fiamma caratterizzata da temperature più elevate che consentono un migliore trasferimento del calore al vetro. Data la migliore combustione e la riduzione delle emissioni in atmosfera l'intervento comporta anche una riduzione del consumo energetico dei sistemi di abbattimento delle emissioni.

Si specifica che il calcolo del risparmio di energia primaria dovrà essere effettuato al netto dell'energia primaria utilizzata per la produzione di ossigeno puro. La contabilizzazione dell'energia primaria relativa

all'ossigeno utilizzato dovrà avvenire sulla base della reale configurazione del sistema di alimentazione. In particolare:

- ossigeno prodotto all'interno dello stabilimento produttivo: misura diretta dell'energia primaria necessaria per la produzione di ossigeno (kWh/Nm³);
- fornitura ossigeno allo stato liquido (es, trasporto tramite autobotti): deve essere considerata l'energia primaria necessaria per la separazione e la liquefazione (es. consumo tipico degli impianti ASU). Sulla base dei dati a disposizione del GSE nel caso di ossigeno il valore del consumo specifico da utilizzare deve essere pari almeno a 1 kWh/Nm³;
- fornitura ossigeno allo stato gassoso (es. gasdotto): misura diretta dell'energia primaria necessaria per la produzione di ossigeno (kWh/Nm³) allo stato gassoso dall'impianto centralizzato.

Il calcolo del risparmio di energia primaria nel caso di nuova installazione di un forno ad ossi-combustione deve avvenire considerando il consumo di riferimento di un forno "end port".

2.2 Interventi indiretti connessi al forno

2.2.1 Preriscaldamento del rottame

Il calore presente nei fumi provenienti dai forni di fusione può essere recuperato per il preriscaldamento del rottame in ingresso al forno stesso. Tale sistema consente di recuperare parte del calore disperso andando a ridurre il consumo di energia primaria del forno di fusione.

L'intervento consiste nel predisporre il silo di deposito del rottame di vetro con un sistema di scambio termico con i fumi provenienti dal forno di fusione.

I fumi in uscita dal forno di fusione che si trovano solitamente ad una temperatura di circa 1400 °C vengono miscelati con aria esterna per arrivare a temperature più basse fino a 400-450 °C per essere utilizzati a contatto diretto con il rottame. In tal modo il rottame riesce a raggiungere temperature tra i 350- 400 °C consentendo un risparmio di energia primaria nel forno di fusione. Il risparmio di energia primaria dato dal preriscaldamento dell'intera quantità di rottame può variare tra il 10 e il 15% del consumo del forno di fusione.

2.2.2 Produzione di energia elettrica da recupero termico

Il calore presente nei fumi provenienti dai forni di fusione può essere recuperato per la produzione di energia elettrica tramite impianti a ciclo Rankine a fluido organico (ORC). I fumi provenienti dai forni di fusione, come nel caso dei sistemi di preriscaldamento del rottame vengono miscelati con aria esterna ed inviati ad appositi scambiatori che consentono il trasferimento di calore ad un circuito ad olio diatermico.

Allo stato attuale sono stati presentati due progetti, uno applicato su un forno float per la produzione di vetro piano ed uno su due forni per la produzione di vetro cavo. Nel primo caso viene utilizzata una portata di fumi di circa 76.000 Nm³/h ad una temperatura di 550 °C mentre nel secondo caso sono utilizzati i fumi da due forni di fusione di tipo "end port" ad una temperatura di circa 450 °C e portate di 40.000 Nm³/h e 28.000 Nm³/h ciascuno. Tali parametri hanno permesso l'installazione di moduli ORC con una potenza elettrica compresa tra 1,2 e 1,5 MWe.

2.3 Ulteriori interventi di efficienza energetica

Ulteriori interventi di efficienza energetica riportati in Tabella 1, dell'Allegato 2 al D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., che non riguardano strettamente il processo produttivo del vetro e che dunque risultano essere trasversali a tutta l'industria in generale, sono relativi all'installazione o sostituzione di:

- sistemi di power quality;
- [Motori elettrici, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter](#);
- impianti per la climatizzazione degli ambienti in ambito industriale con sistemi radianti ad alta temperatura;
- impianti di produzione di energia termica;
- economizzatori sulla linea fumi di impianti di produzione di energia termica;
- generatori di aria calda;
- sistemi di trattamento [per gli](#) effluenti gassosi;
- gruppi frigo e pompe di calore, ivi compresi gli impianti di surgelazione e refrigerazione;
- impianti di produzione dell'aria compressa;
- Sistemi per l'illuminazione;
- sistemi di pompaggio;
- forni di trattamento termico;
- forni di lavorazioni secondarie.

3 INDIVIDUAZIONE DEGLI ALGORITMI DI CALCOLO DEI RISPARMI

Nel seguente capitolo sono indicati gli algoritmi da utilizzare per il calcolo dei risparmi energetici addizionali per ciascuna tipologia di intervento.

Si precisa che, nei casi in cui nelle seguenti tabelle le formule non sono espressamente esplicitate, l'algoritmo dovrà essere indicato dal soggetto proponente.

Sistema tecnologico assunto come punto di riferimento	Intervento secondo la Tabella 1, dell'Allegato 2 al D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.	Formula
Forni di fusione	Forni di fusione	1
	Bruciatori rigenerativi	1
	Sistemi di preriscaldamento del rottame di vetro	1
	Misure comportamentali: adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti	--
	Misure comportamentali: variazione delle materie in ingresso nel processo produttivo, compreso l'utilizzo di materiale di scarto della lavorazione, a parità di prodotto finito o semilavorato	2
Rete elettrica nazionale	Impianti a Cicli Rankine Organico (ORC) in assetto non cogenerativo e non alimentati da calore prodotto da impianti di produzione di energia termica	3
Macchine formatrici	Macchine formatrici	--

Tabella 4: Corrispondenza tra interventi e formule da adottare per il calcolo dei risparmi

Per le installazioni riferite alla Tabella 4, gli algoritmi di calcolo dei risparmi da utilizzare sono i seguenti:

Formula	Algoritmo
1	$RISP = (C_{S_{baseline}} - C_{S_{expost}}) \cdot P$
2	$RISP = (C_{S_{baseline}} - C'_{S_{expost}}) \cdot P$
3	$RISP = E_{ORC} \cdot f_e$

Tabella 5: Algoritmi di calcolo dei risparmi

*Tale algoritmo è da utilizzare qualora l'intervento consista in una variazione della percentuale di rottame, pertanto il consumo ex post dovrà essere calcolato senza riportarlo alla percentuale di rottame utilizzata nelle condizioni di baseline. Per gli altri casi di intervento andrà valutato l'algoritmo di calcolo più opportuno a seconda delle caratteristiche dell'intervento stesso.

dove:

- $C_{S_{baseline}}$ è il consumo specifico di baseline in energia primaria per tonnellata di vetro cavo o vetro piano prodotto [GJ/t];
- $C_{S_{expost}}$ è il consumo specifico ex post in energia primaria per tonnellata di vetro cavo o vetro piano prodotto, calcolato alla percentuale di rottame della situazione di baseline [GJ/t];
- $C'_{S_{expost}}$ è il consumo specifico di energia elettrica ex post in energia primaria per tonnellata di vetro cavo o vetro piano prodotto [GJ/t];
- P = tonnellate di vetro cavo o vetro piano prodotto [t];
- E_{ORC} = energia elettrica prodotta dall'impianto ORC. [MWh]

Si specifica che:

- l'energia elettrica deve essere esclusivamente consumata in sito;
 - il modulo ORC non può essere esercito in assetto cogenerativo;
 - è necessaria la misurazione continua degli ausiliari connessi al funzionamento del modulo ORC.
- f_e = fattore di conversione pari a 0,187 tep/MWh, in caso di prelievo di energia elettrica dalla rete elettrica nazionale;

Per le macchine formatrici, l'algoritmo di calcolo da utilizzare prevede la moltiplicazione della quantità di prodotto trattata per la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia di prodotto, tenendo in considerazione le eventuali variabili operative che influiscono sui consumi energetici. Il consumo di baseline, nei casi di "Sostituzione" ed "Efficientamento integrato", è pari al consumo specifico della macchina nelle condizioni ex ante, normalizzato rispetto ai valori di produzione ex post ed eventualmente differenziato per le diverse tipologie di prodotto. In caso di "Nuova installazione" il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento che dovrà essere individuato per una macchina formatrice con caratteristiche analoghe alla macchina oggetto di intervento (ad esempio con capacità produttiva analoga e stessi prodotti ottenibili).

Il calcolo dell'energia primaria risparmiata tramite gli impianti ORC, basato sulla produzione di energia elettrica da recupero termico, dovrà essere effettuato al netto di tutti gli ausiliari necessari per il funzionamento del sistema di produzione di energia elettrica (es. sistema di raffreddamento, pompe di circolazione). Nei casi di sostituzione di un ORC, la quota di energia elettrica incentivabile corrisponde alla quota di energia elettrica prodotta in eccesso rispetto alla massima quota producibile nella situazione ex ante.

4 METODOLOGIA ADOTTATA PER LA PRESENTE GUIDA

La presente guida vuole fornire le metodologie di calcolo dei risparmi di energia primaria relativi agli interventi previsti dal [D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.](#), nonché i valori di consumo di riferimento nel caso l'intervento riguardi la nuova installazione di un componente.

I valori dei consumi di riferimento per i forni fusori del vetro inseriti nella Tabella 3 sono stati distinti, analogamente a quanto indicato nel documento *"Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Manufacture of Glass, 2013"* (di seguito, Bref) e nella *"Guida Operativa per il settore di produzione del vetro, ENEA, 2014"* (di seguito, Guida Operativa ENEA), per:

- a) tipologia di forno;
- b) producibilità del forno;
- c) tipologia di prodotto in uscita.

Ai fini della determinazione del consumo di riferimento sono stati utilizzati i seguenti dati:

- i dati di consumo energetico ex ante ed ex post dei forni, presenti nel database del GSE, con data di rifacimento/installazione tra il 2013 e il 2016;
- i dati forniti dalla Stazione Sperimentale del Vetro (SSV), incaricata da ASSOVETRO di condurre una campagna di raccolta dati finalizzata all'individuazione dei consumi energetici specifici dei forni fusori per la produzione di vetro cavo. I dati forniti dalla SSV sono stati verificati e confrontati con i dati presenti nel database GSE al fine di validare i valori forniti. Si specifica che non sono stati considerati i forni ad ossi-combustione ed i forni con sistema di recupero misto (es. centauro). I dati analizzati forniti dalla SSV sono relativi all'energia primaria utilizzata dai forni fusori negli anni di esercizio 2014, 2015 e 2016;
- i dati della Guida Operativa ENEA;
- i dati del Bref riportati in energia primaria.

Nello specifico i consumi di riferimento dei forni **"end port"** sono stati definiti come di seguito:

- *bottiglie*: i consumi di riferimento sono stati determinati tenendo conto dei dati della SVV e di quelli ex ante dei forni presenti nel database GSE, in quanto allineati tra di loro. I valori di consumo ex post presenti nel database GSE hanno permesso di validare i dati proposti;
- *flaconeria*:
 - per forni con producibilità tra 50 e 100 t/g, in mancanza di dati della SVV e dell'ex ante nel database GSE, il consumo di riferimento è stato determinato moltiplicando il consumo di riferimento del forno "end port" per produzione di bottiglie con producibilità tra 50 e 100 t/g di cui al precedente punto per il rapporto tra il consumo del forno "end port" per produzione di bottiglie e flaconeria con producibilità tra 50 e 100 t/g riportato nella Guida Operativa di ENEA. I valori di consumi ex post presenti nel database GSE hanno permesso di validare il dato proposto;
 - per forni con producibilità tra 100 e 250 t/g, in mancanza di dati della SVV e dell'ex ante nel database GSE, considerando l'elevata differenza tra i consumi proposti dalla Guida Operativa

ENEA e quelli ex post presenti nel database GSE (pari a circa la metà), il consumo di riferimento è stato posto pari al valore proposto dal Bref, convertito in energia finale;

- *casalingo*: in mancanza di dati della SVV e dell'ex ante nel database GSE, i consumi di riferimento sono stati posti pari a quelli della Guida Operativa ENEA. In diversi casi, i valori di consumo ex post nel database GSE hanno permesso di validare i dati proposti;

I consumi di riferimento dei **forni "unit melter"** sono stati definiti come di seguito:

- *bottiglie*:
 - per forni con producibilità tra 100 e 300 t/g, considerando l'elevata differenza tra i consumi proposti dalla Guida Operativa ENEA e SVV e quelli ex post presenti nel database GSE, il consumo di riferimento è stato posto pari alla media tra i dati ex ante ed ex post presenti nel database del GSE;
 - per forni con producibilità tra 50 e 100 t/g, nonché tra 300 e 400 t/g, in mancanza di dati della SVV e dell'ex ante nel database GSE, considerando l'elevata differenza tra i consumi proposti dalla Guida Operativa ENEA e SVV e quelli ex post presenti nel database GSE, i consumi di riferimento sono stati determinati moltiplicando il consumo di riferimento per bottiglie del forno "unit melter" con producibilità tra 100 e 300 t/g di cui al precedente punto per le medesime variazioni percentuali esistenti tra i valori indicati nella Guida Operativa di ENEA dei consumi dei forni "unit melter" per la produzione di bottiglie con producibilità tra 100 e 300 t/g e i rispettivi valori di consumo dei forni "unit melter". I valori di consumi ex post presenti nel database GSE hanno permesso di validare i dati proposti.
- *flaconeria*: in mancanza di dati dell'ex ante nel database GSE, per forni con producibilità tra 100 e 300 t/g, il consumo di riferimento è stato posto pari a quello della Guida Operativa ENEA.

In mancanza di dati della SVV e dell'ex ante nel database GSE, i consumi di riferimento dei **forni "elettrico" e "side port"** sono stati posti pari a quelli della Guida Operativa ENEA. In diversi casi i valori di consumo ex post nel database GSE hanno permesso di validare i dati forniti.

Nel caso di produzione di filati e tubi, non avendo dati a disposizione, si è deciso di non inserire i valori di consumo di riferimento in Tabella 3.

Infine, si precisa che:

- i dati indicati nella Tabella 3 sono espressi in energia primaria e normalizzati rispetto al 50% di rottame. La formula di correzione del consumo di energia del forno con un consumo di rottame diverso dal 50% è stata ricavata da pagina 101 del Bref;
- il valore di PCI del gas naturale utilizzato è pari a 8.250 kcal/Sm³;
- il valore di PCI dell'olio combustibile utilizzato è pari 9.800 kcal/kg;
- il fattore di conversione di energia elettrica in energia primaria utilizzato è pari a 0,187 tep/MWh;
- il fattore di conversione in energia primaria utilizzato è pari a 41,86 GJ/tep; il valore di energia primaria da considerare per la produzione di ossigeno, pari a 1 kWh/Nm³, è stato ricavato sulla base dei progetti presentati.

5 BIBLIOGRAFIA

- L'efficienza energetica nell'industria: potenzialità di risparmio energetico e impatto sulle performance economiche e sulla competitività delle imprese", RSE, RdS n 17001209, 2017;
- Guida Operativa per il settore di produzione del vetro, ENEA, 2014;
- Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Manufacture of Glass, 2013.



CERTIFICATI BIANCHI
Allegato 2.3 alla Guida Operativa

Guide Settoriali

IL SETTORE INDUSTRIALE
DELLA PRODUZIONE DI ARTICOLI IN MATERIALE PLASTICO

INDICE

1	DESCRIZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO	3
2	DESCRIZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE DISPONIBILI E DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA.....	5
2.1	Stampaggio per iniezione	6
2.2	Stampaggio per soffiaggio	7
2.3	Formatura per estrusione di profili e film in bolla.....	7
2.4	Dispositivi per la produzione di bottiglie PET	8
2.5	Ulteriori interventi di efficienza energetica.....	9
3	INDIVIDUAZIONE DEGLI ALGORITMI DI CALCOLO DEI RISPARMI	10
4	METODOLOGIA ADOTTATA PER LA PRESENTE GUIDA	11
5	BIBLIOGRAFIA	12

1 DESCRIZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

Le materie plastiche vengono prodotte nelle industrie chimiche (sotto forma di polvere, granuli, pastiglie, cilindretti etc.) e risulta di fondamentale importanza la ricerca di tecniche di lavorazione che consentano di produrre materiali plastici sempre più performanti. In prima approssimazione tali polimeri possono essere classificati in base al loro comportamento al riscaldamento: si possono infatti distinguere materie termoplastiche e termoindurenti.

Le **materie termoplastiche** (polistirene, polipropilene, polivinilcloruro, resine acriliche, poliammidi, etc.) reagiscono al calore con un processo reversibile entro un dato limite di temperatura in quanto sono in grado di rammollire, acquisire una data malleabilità che ne permette la modellazione per formare prodotti finiti e, successivamente ad una fase di raffreddamento, ritornare ad acquisire rigidità.

Le **materie termoindurenti** (poliuretano, politetrafluoroetilene, etc.) per effetto del riscaldamento induriscono e perdono la capacità di scorrimento. Le lavorazioni delle materie plastiche possono essere suddivise in due macro aree a seconda del tipo di plastica sopra enunciata.

Nella figura seguente sono indicate per le due tipologie di plastiche, i processi maggiormente utilizzati per la loro lavorazione.

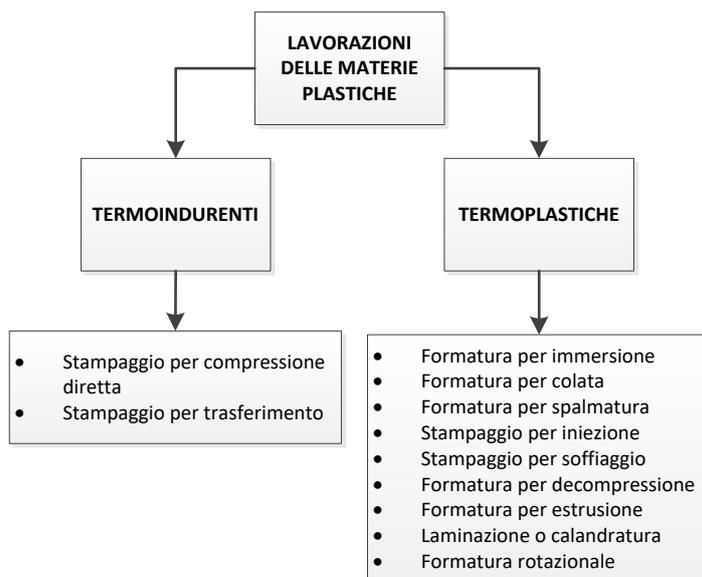


Figura 1: macro categorie per la lavorazione delle plastiche (Fonte: Elementi di tecnologia, 2011)

Mentre nelle lavorazioni termoindurenti le reazioni di polimerizzazione vengono interrotte a uno stadio intermedio, in modo che il materiale possa essere plasmato nella fase di formatura, nelle lavorazioni termoplastiche le reazioni di polimerizzazione vengono completate prima della formatura e gli stampi vengono riscaldati solo per rendere il materiale malleabile. In particolare, nei seguenti paragrafi ci si concentrerà sulle seguenti lavorazioni:

- *stampaggio per iniezione*: è il più importante, versatile e complesso processo di trasformazione, adatto per la produzione di oggetti in serie di ogni forma e dimensione. In una delle possibili configurazioni del macchinario è presente una tramoggia, che ha la funzione di caricare e preriscaldare il materiale

granulare. All'interno del cilindro i granuli vengono riscaldati da una serie di resistenze elettriche al di sopra della temperatura di fusione, per essere poi plastificati dalla rotazione della vite. La pressa, dopo aver provveduto alla chiusura dello stampo, inizia la fase di iniezione rapida.

Il materiale viene mantenuto in pressione fino alla solidificazione del pezzo stampato. A questo punto si ha la "compensazione" del ritiro volumetrico della materia plastica durante la fase di raffreddamento. Infine, la pressa effettua l'apertura dello stampo per permettere l'estrazione del pezzo stampato. Lo stampaggio ad iniezione può avvenire tramite (i) l'iniezione di monomateria o di bimatéria a seconda che si utilizzi un solo polimero o due diversi polimeri, (ii) l'iniezione bicolore o multicolore con polimeri uguali ma di colori differenti, (iii) l'iniezione in costampaggio per la realizzazione di materiale plastico con elementi estranei, (iv) l'iniezione a gas per ottenere cavità interne (ovvero stampaggio per soffiaggio);

- *formatura per estrusione*: è il processo utilizzato per ottenere, ad esempio, tubi, film e profilati di varie forme; in una delle sue possibili configurazioni è presente una tramoggia che ha la funzione di caricare e preriscaldare il materiale in forma granulare. Successivamente, il granulato viene fatto cadere all'interno del cilindro nel quale è presente una vite senza fine che trascina il polimero fino a farlo passare attraverso un'apertura, chiamata testa di estrusione o filiera, che impartisce la propria forma in maniera continua. L'estrusore può essere monovite o bivate: nel secondo caso l'efficienza della miscelazione è migliore e le due viti parallele possono ruotare nello stesso senso (estrusore bivate co-rotante) o in senso opposto (estrusore bivate contro-rotante), scelto a seconda della specifica applicazione. La temperatura della macchina di estrusione è controllata in modo che il materiale processato acquisti il grado di fluidità adatto ed esca allo stato solido, a seguito di un'eventuale successiva sezione di raffreddamento.

Un'ulteriore processo di estrusione prevede la possibilità di unire diversi materiali polimerici, affini sia dal punto di vista chimico che termico; impianti in grado di eseguire tali tipi di lavorazioni vengono definiti di co-estrusione.

2 DESCRIZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE DISPONIBILI E DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA

Ad oggi non è presente letteratura di settore con indicazione delle migliori tecnologie disponibili in ambito energetico per il settore. Con riferimento ai progetti di efficienza energetica presentati nell'ambito del meccanismo dei Certificati Bianchi, nonché alla letteratura di settore e alle soluzioni tecnologiche ad oggi installabili, di seguito è presente una descrizione degli interventi di efficienza energetica relativi al settore della produzione di articoli in materiale plastico presenti in tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

Nell'ambito dello stampaggio ad iniezione, attualmente la migliore tecnologia disponibile è definita dalle presse elettriche ed ibride, mentre relativamente al processo di estrusione, la migliore tecnologia disponibile prevede l'utilizzo di sistemi di azionamento efficienti, quali motori alimentati in corrente alternata ad alta efficienza, che consentono di ridurre il consumo di energia elettrica.

Tipologie di intervento del settore della produzione di articoli in materiale plastico <i>tabella 1 del D.M.11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.</i>	Vita utile		
	Nuova installazione	Sostituzione	Efficientamento integrato
Presse ad eccezione di presse idrauliche per stampaggio di materie plastiche	10	7	5
Estrusori di materie plastiche	10	7	5
Sistemi di termoformatura per stampaggio di materie plastiche	10	7	5
Dispositivi per produzione di bottiglie PET	10	7	5

Tabella 1: tipologie di intervento del settore di produzione degli articoli in materiale plastico, tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

Ai sopracitati interventi si aggiungo quelli relativi all'installazione di sistemi di automazione e controllo, che ricadono tra le misure comportamentali *“adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti”* e quelli relativi alla *“variazione delle materie in ingresso nel processo produttivo, compreso l'utilizzo di materiale di scarto della lavorazione, a parità di prodotto finito o semilavorato”*. Per questi ultimi interventi, il calcolo dei risparmi dovrà essere effettuato con riferimento al consumo energetico del *“sistema tecnologico assunto come punto di riferimento”*. Pertanto, l'installazione di sistema di controllo verrà incentivata in relazione alla riduzione dei consumi energetici rispetto alle condizioni ex ante del sistema tecnologico assunto come punto di riferimento.

Così come previsto dal D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., si specifica che, nel caso di sostituzione, **ovvero di efficientamento energetico integrato** di macchinari, sarà necessario effettuare il confronto tra la configurazione antecedente alla realizzazione del progetto di efficienza energetica e il macchinario installato a parità di producibilità oraria.

Di seguito si mostrano degli esempi di progetti di efficientamento energetico integrato per le tipologie di intervento di cui alla Tabella 1:

- *“Presse ad eccezione di presse idrauliche per stampaggio di materie plastiche”, “Estrusori di materie plastiche”*: contestuale sostituzione del motore elettrico della vite con installazione di un inverter e implementazione di un sistema di controllo innovativo;
- *“Sistemi di termoformatura per stampaggio di materie plastiche”*: contestuale sostituzione della pompa per vuoto e nell'implementazione di un sistema di controllo innovativo;
- *“Dispositivi per produzione di bottiglie PET”*: contestuale sostituzione dei motori elettrici e dei sistemi di pompaggio asserviti ai dispositivi per la produzione di bottiglie di PET.

Infine, si precisa che il consumo specifico elettrico delle presse e degli estrusori è influenzato da numerosi fattori, quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, le caratteristiche chimico-fisiche del polimero in ingresso, la velocità di rotazione delle macchine, le caratteristiche meccaniche della vite, le caratteristiche dimensionali del prodotto realizzato, etc.

Al fine di semplificare l'analisi e gli algoritmi di calcolo, la presente guida si è limitata ad individuare le correlazioni tra il consumo specifico SEC, espresso in kWh/kg, e la produzione oraria, "Production rate" (P), espressa in kg/h.

2.1 Stampaggio per iniezione

Con riferimento al documento "Energy Management in Plastics Processing", 2013, R. Kent (di seguito "Documento"), nel caso di nuova installazione, è possibile individuare il consumo specifico di riferimento (SEC) per le presse elettriche/ibride installate (ottenuto considerando nel campione analizzato sia la tecnologia elettrica che ibrida) tramite la formula di seguito riportata:

$$SEC_{rif} = \frac{3,41}{P} + 0,58$$

Nella figura seguente è riportato l'andamento del consumo specifico di riferimento delle presse elettriche/ibride in funzione del "Production rate" (P, produttività oraria espressa in kg/h).

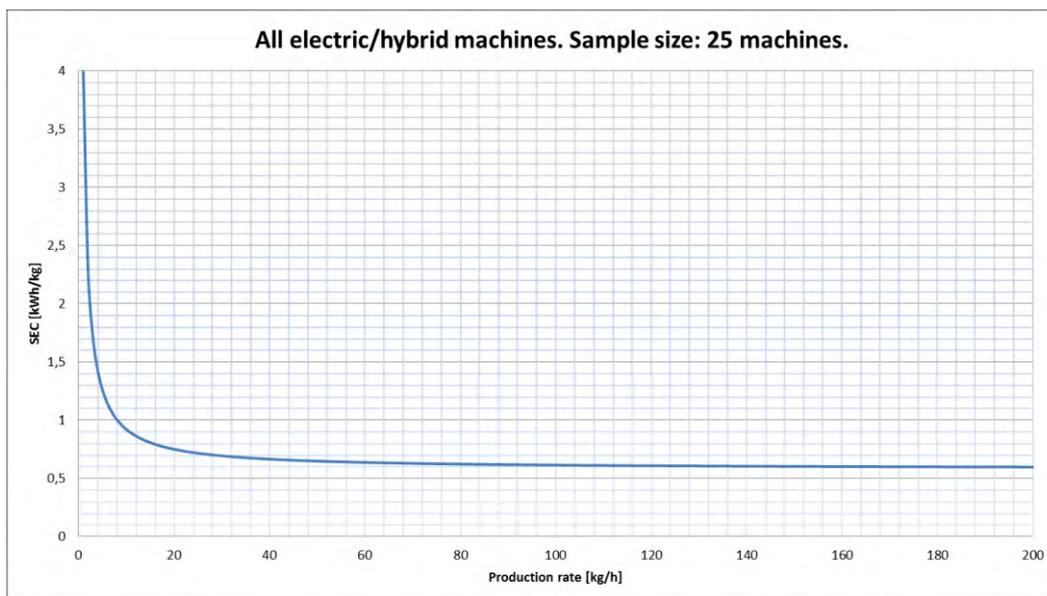


Figura 2: variazione del consumo specifico di riferimento delle presse elettriche e ibride in funzione del Production rate

In particolare, nel caso di valori di "Production rate" uguali o inferiori a 50 kg/h sarà necessario applicare l'equazione 1 per definire il consumo specifico di riferimento.

Nel caso di valori di "Production rate" maggiori di 50 kg/h, invece, stante la difficoltà riscontrata nel definire una correlazione univoca tra i consumi ed i fattori inerenti alle differenti e specifiche lavorazioni, sarà necessario prendere come consumo specifico il valore di 0,58 kWh/kg (2).

$$SEC_{rif} = \begin{cases} \frac{3,41}{P} + 0,58, & \text{se } 0 < P \leq 50 \\ 0,58, & \text{se } P > 50 \end{cases} \quad (1)$$

(2)

2.2 Stampaggio per soffiaggio

Con riferimento al Documento sopra indicato, nel caso di nuova installazione, è possibile individuare il consumo specifico di riferimento (SEC) per il soffiaggio tramite l'equazione 3:

$$SEC_{rif} = \frac{29,61}{P} + 0,29 \quad (3)$$

Nella figura seguente è riportato l'andamento del consumo specifico di riferimento per il soffiaggio al variare del "Production rate" (P, produttività oraria espressa in kg/h).

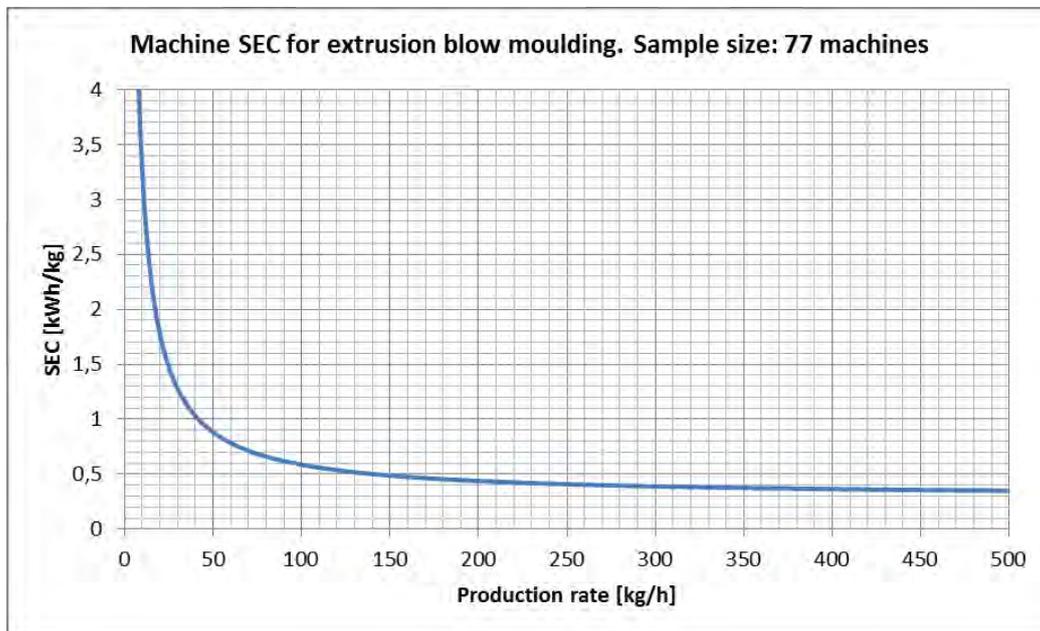


Figura 3: variazione del consumo specifico per il soffiaggio in funzione del Production rate

2.3 Formatura per estrusione di profili e film in bolla

Con riferimento al Documento sopra indicato nel caso di nuova installazione, è possibile individuare il consumo specifico di riferimento (SEC) per gli estrusori di profili e film in bolla tramite l'equazione (4):

$$SEC_{rif} = \frac{2,31}{P} + 0,38 \quad (4)$$

Nella figura seguente è riportato l'andamento del consumo specifico di riferimento degli estrusori di profili e di film in bolla al variare del "Production rate" (P, produttività oraria espressa in kg/h).

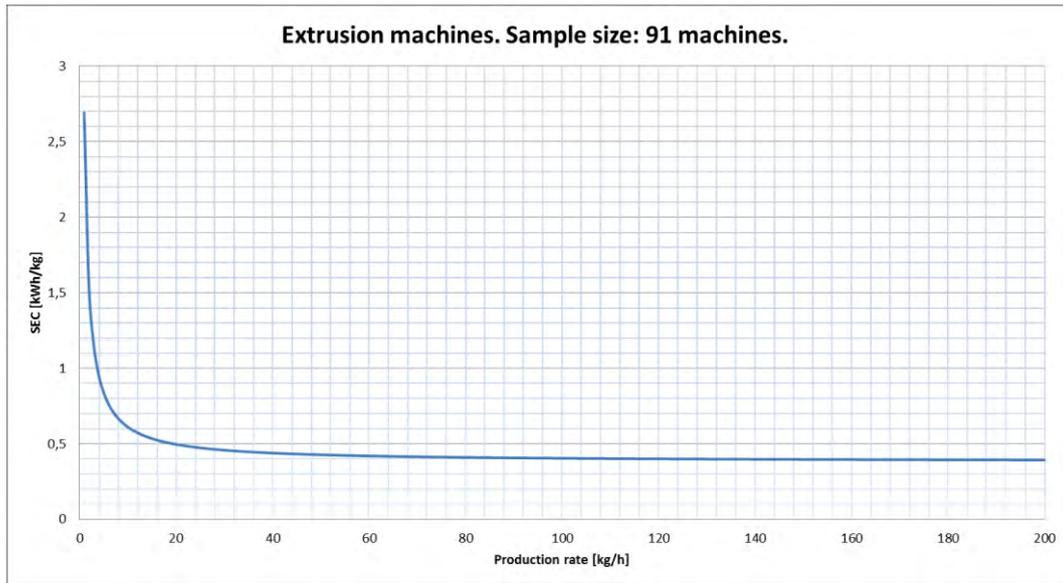


Figura 4: variazione del consumo specifico degli estrusori di profili e film in bolla in funzione del Production rate

In particolare nel caso di valori di “Production rate” uguali o inferiori a 50 kg/h sarà necessario applicare l’equazione 5 per definire il consumo specifico di baseline. Nel caso di valori di “Production rate” maggiori di 50 kg/h, sarà necessario prendere come consumo specifico il valore di 0,38 kWh/kg (6).

$$SEC_{rif} = \begin{cases} \frac{2,31}{P} + 0,38, & \text{se } 0 < P \leq 50 \\ 0,38, & \text{se } P > 50 \end{cases} \quad (5)$$

(6)

2.4 Dispositivi per la produzione di bottiglie PET

Ricadono in questa tipologia di intervento tutti i macchinari che concorrono alla realizzazione delle bottiglie di PET. Un esempio tipico delle fasi che caratterizzano il processo di produzione delle bottiglie in PET è il seguente:

- preriscaldamento del PET;
- soffiaggio delle preforme;
- riempimento delle bottiglie;
- tappaggio;
- etichettatura;
- controllo di conformità del prodotto;
- fardellatura;
- manigliatura;
- inscatolamento;
- pallettizzazione.

Le fasi sopra descritte potrebbero variare in funzione della tipologia di prodotto e delle richieste di mercato. L’intervento di nuova installazione, sostituzione o efficientamento energetico integrato potrà riguardare l’intera linea di produzione, ovvero parte di essa. Pertanto, ai fini della determinazione dei risparmi energetici conseguibili mediante un intervento di efficienza energetica che riguardi i “Dispositivi per la produzione di bottiglie PET”, sarà importante definire il perimetro oggetto di intervento, le variabili operative e i vettori energetici che lo caratterizzano, nonché gli eventuali effetti indotti sugli altri macchinari al di fuori del

perimetro di intervento. Si rappresenta, inoltre, che, oltre al peso del PET prodotto, ovvero ai litri di prodotto liquido imbottigliati, il consumo specifico di baseline dovrà essere normalizzato rispetto ai diversi formati di bottiglie prodotte, fermo restando che dovrà comunque essere effettuata un'analisi delle possibili ulteriori variabili operative che potrebbero avere influenza sui consumi specifici di energia elettrica del macchinario/linea oggetto di intervento.

2.5 Ulteriori interventi di efficienza energetica

A livello di stabilimento, ulteriori interventi di efficienza energetica riportati in tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., che non riguardano strettamente il processo produttivo della lavorazione delle materie plastiche e che dunque risultano essere trasversali a tutta l'industria in generale, sono relativi all'installazione o sostituzione di:

- sistemi di power quality;
- motori elettrici, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter;
- essiccatori;
- impianti per la climatizzazione degli ambienti in ambito industriale con sistemi radianti ad alta temperatura;
- impianti di produzione di energia termica;
- economizzatori sulla linea fumi di impianti di produzione di energia termica;
- sistemi per il trattamento degli effluenti gassosi;
- gruppi frigo e pompe di calore, centrali frigorifere, ivi compresi gli impianti di surgelazione e refrigerazione;
- impianti di produzione dell'aria compressa;
- sistemi per l'illuminazione;
- sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter;
- realizzazione e riqualificazione profonda di edifici;
- isolamento termico di superfici disperdenti opache degli edifici;
- altri sistemi di free-cooling.

3 INDIVIDUAZIONE DEGLI ALGORITMI DI CALCOLO DEI RISPARMI

Nel seguente capitolo sono indicati gli algoritmi di calcolo da utilizzare per determinare dei risparmi energetici addizionali per le tipologie di intervento di cui alla Tabella 1.

Intervento	Indicatore	Algoritmo
Presse ad eccezione di presse idrauliche per stampaggio di materie plastiche	SEC	1
Estrusori di materie plastiche		
Sistemi di termoformatura per stampaggio di materie plastiche		
Dispositivi per produzione di bottiglie PET	SEC, kWh/l	1, 2

Tabella 2: algoritmi di calcolo dei risparmi

Per gli interventi relativi ai “Dispositivi per produzione di bottiglie PET” la scelta dell’algoritmo di calcolo più appropriato è da valutare sulla base di un confronto tra le correlazioni ottenibili utilizzando i due diversi indicatori riportati in tabella.

Formula	Algoritmo
1	$RISP = (SEC_{baseline} - SEC_{expost}) \cdot f_e \cdot P$
2	$RISP = (CS_{baseline} - CS_{expost}) \cdot f_e \cdot V$

dove:

- RISP è il risparmio di energia primaria [tep];
- $SEC_{baseline}$ è il consumo specifico di baseline. Tale consumo specifico corrisponde al consumo di riferimento nei casi di nuova installazione, ovvero al consumo specifico ex ante nei casi di efficientamento energetico integrato o sostituzione del macchinario/della linea di produzione [kWh/kg];
- SEC_{expost} è il consumo specifico ex post del macchinario/della linea di produzione [kWh/kg];
- P è il quantitativo di PET prodotto [kg];
- $CS_{baseline}$ è il consumo specifico di baseline. Tale consumo specifico corrisponde al consumo di riferimento nei casi di nuova installazione, ovvero al consumo specifico ex ante nei casi di efficientamento energetico integrato o sostituzione del macchinario/della linea di produzione [kWh/l];
- CS_{expost} è il consumo specifico ex post del macchinario/della linea di produzione [kWh/l];
- V è il volume di liquido imbottigliato [l];
- f_e = fattore di conversione pari a 0,000187 tep/kWh, in caso di prelievo di energia elettrica dalla rete elettrica nazionale.

Il programma di misura dovrà prevedere un campionamento orario delle grandezze che concorrono alla determinazione dei risparmi energetici addizionali.

4 METODOLOGIA ADOTTATA PER LA PRESENTE GUIDA

Nel caso in cui il progetto preveda l'installazione di un nuovo macchinario, al fine di definire i consumi di riferimento relativi agli interventi realizzati negli stabilimenti di lavorazione delle materie plastiche, ci si è riferiti al database GSE e al documento *"Energy Management in Plastics Processing"* (di seguito *"Documento"*), 2013, R. Kent.

L'analisi delle istanze ha consentito di focalizzare l'attenzione sulle seguenti lavorazioni:

1. stampaggio per iniezione;
2. stampaggio per soffiaggio;
3. formatura per estrusione (profili, film in bolla).

Non sono state prese in considerazione le ulteriori fasi di processo in quanto l'elevata eterogeneità dei processi/prodotti e la poca rappresentatività dei dati a disposizione nel database GSE non hanno permesso una ricostruzione dei dati affidabili.

Dall'analisi della documentazione pervenuta, in riferimento alle suddette fasi di processo, è stata riscontrata un'elevata variazione dei consumi attribuibile a fattori inerenti alle differenti lavorazioni, quali la tipologia e le caratteristiche del prodotto, la producibilità oraria, le taglie dei macchinari, la durata del ciclo di lavorazione, etc.

L'elevata eterogeneità dei dati non ha permesso di individuare una correlazione univoca tra i consumi energetici e le suddette variabili. Pertanto, al fine di determinare il risparmio energetico addizionale, si è fatto riferimento a quanto proposto dal Documento. Tale studio individua una curva del consumo specifico al variare della producibilità oraria, sia per le presse ibride/elettriche, sia per gli estrusori. Poiché il campione individuato nel Documento risultava significativo, si sono ritenute affidabili le formulazioni proposte dallo stesso.

Le curve individuate per lo stampaggio per iniezione e la formatura per estrusione presentano un consumo specifico asintotico per elevati livelli di produzione, pertanto si è effettuata una distinzione tra le basse ed alte producibilità, imponendo per quest'ultime un valore fisso di consumo specifico in corrispondenza del valore asintotico delle curve stesse.

Si precisa che tutti i consumi di riferimento indicati dal Documento sono stati validati dal confronto con i valori medi dei consumi ex ante ed ex post presenti nel database GSE. In particolare, i consumi di riferimento del Documento sono risultati in linea con quelli ex ante e superiori a quelli ex post di macchinari installati tra il 2012 e 2015.

5 BIBLIOGRAFIA

- *“Analisi dei dati relativi alle diagnosi energetiche e individuazione preliminare degli indici di prestazione nei settori della lavorazione della gomma e della trasformazione delle materie plastiche”, 2017, ENEA;*
- R. J. Kent, *“Energy Management in Plastics Processing”, ed 2013;*
- C. Amerio, R. De Ruvo, S. Simonetti, *“Elementi di tecnologia” ed. 2011.*



CERTIFICATI BIANCHI
Allegato 2.4 alla Guida Operativa

Guide Settoriali

IL SETTORE INDUSTRIALE
DELLA PRODUZIONE DELLA CARTA

INDICE

1	DESCRIZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO	3
1.1	Preparazione dell'impasto.....	4
1.2	Fabbricazione del foglio.....	5
1.3	Trattamenti superficiali ed allestimento	6
2	DESCRIZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE DISPONIBILI E DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA.....	8
2.1	Interventi sulla sezione di preparazione impasti.....	9
2.2	Interventi sulla sezione di fabbricazione del foglio	9
2.3	Interventi sulla sezione di allestimento del foglio.....	11
2.4	Ulteriori interventi di efficienza energetica	11
3	INDIVIDUAZIONE DEI VALORI DI BASELINE PER IL CALCOLO DEI RISPARMI ENERGETICI ADDIZIONALI 12	
4	INDIVIDUAZIONE DEGLI ALGORITMI DI CALCOLO DEI RISPARMI	14
5	METODOLOGIA ADOTTATA PER LA PRESENTE GUIDA	15
6	BIBLIOGRAFIA	17

1 DESCRIZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

Il settore della fabbricazione della carta e dei prodotti della carta, individuato dal codice Ateco 17, si suddivide in due ambiti principali, quello della produzione di pasta-carta, carta e cartone (17.1) e quello della fabbricazione di prodotti mediante ulteriori lavorazioni (17.2), fasi successive di un unico processo, integrate in alcuni casi anche a livello di singolo stabilimento.



Figura 1: Schematizzazione Ateco 2007

In particolare, al primo ambito afferiscono le due fasi della fabbricazione di pasta-carta relativa alla separazione delle fibre di cellulosa dalle altre impurità del legno o dalla carta da macero (17.11) e quella specifica della fabbricazione di carta e cartone che trasforma le fibre in fogli destinati a lavorazioni successive (17.12).

Il secondo ambito comprende la trasformazione e lavorazione della carta e cartone per ottenere, mediante varie tecniche e anche l'apporto di vari materiali, prodotti destinati a differenti utilizzi, come cartone ondulato, prodotti igienico-sanitari, prodotti cartotecnici etc. (cod. Ateco 17.21÷17.24 e 17.29).

Al 2014 le imprese dell'industria cartaria risultano 3801 (dati Istat) di cui il 94,4%, appartenente al settore 17.2 della cartotecnica (Figura 2.a). In Figura 2 b) e c) sono riportate per i due settori le distribuzioni percentuali relative alle differenti tipologie di attività.

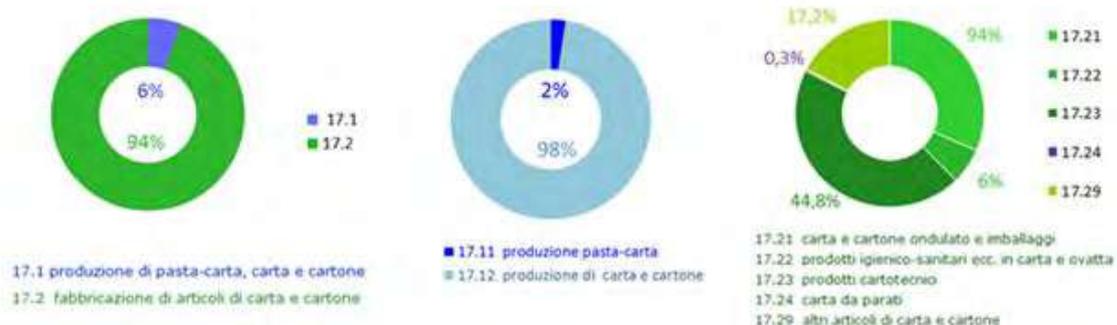


Figura 2: Distribuzione percentuale delle imprese per settore Ateco

Rispetto alla produzione di carta e cartone (17.1), al 2015, il settore è costituito da 123 imprese, 155 stabilimenti e un totale di 19.500 addetti (dati Assocarta).

La produzione complessiva del settore ha raggiunto nel 2015 gli 8,8 Mt di cui 3,9 esportate (45%).

In Tabella 1 sono riportate le percentuali di produzione relative alle diverse tipologie di carta/cartoni.

Il fatturato 2015 si è attestato sui 6,9 miliardi di euro. Più del 50% (3,8 Mld EUR) è costituito dall'export.

Carte grafiche	30,4%
Carte e cartoni da imballo	48,5%
Carte per usi igienico-sanitari	16,1%
Altre carte e cartoni	5,0%

Tabella 1: Distribuzione percentuale della produzione per tipologia di prodotto

Il processo produttivo può essere genericamente suddiviso in tre fasi principali:

1. preparazione dell'impasto;
2. fabbricazione del foglio;
3. trattamenti superficiali ed allestimento finale.

Di seguito viene riportata una breve descrizione delle singole fasi. Tuttavia, il processo descritto ha carattere generale e potrebbero riscontrarsi discrepanze rispetto ad alcune applicazioni attualmente installate.

1.1 Preparazione dell'impasto

La preparazione dell'impasto si divide a sua volta nei processi di spappolamento meccanico, raffinazione, miscelazione, epurazione ed allestimento.

Spappolamento meccanico

La prima fase del processo cartario prevede la preparazione di una sospensione acquosa di fibre di cellulosa (polpa). La materia prima viene infatti acquistata allo stato secco, sotto forma di fogli pressati in balle. Essa, previa aggiunta di acqua, viene spappolata nei cosiddetti pulper, capienti serbatoi ad asse verticale in cui un rotore, posto sul fondo, provvede alla separazione delle fibre per ottenere una sospensione acquosa più omogenea.

Raffinazione

Si tratta della fase più importante e critica della produzione della carta ed è necessaria per conferire al foglio finale una buona resistenza meccanica e grana uniforme.

I raffinatori sono costituiti da coni o piastre munite di lame e sottopongono le fibre ad un energico trattamento meccanico di compressione, frizione e taglio che ne modifica la struttura fisica. In questo modo l'acqua imbibisce meglio la fibra, rendendola più plastica e flessibile, caratteristiche indispensabili per la successiva formazione del foglio e per una buona resistenza dello stesso.

Miscelazione

La sospensione raffinata viene poi inviata alla tina di miscela, dove vengono aggiunte varie sostanze ausiliarie (materie prime non fibrose) che conferiscono al prodotto finito determinate caratteristiche desiderabili. Le materie ausiliarie si dividono in *sostanze di carica* e *sostanze collanti*: le prime, riempiendo gli spazi compresi fra le fibre, consentono di ottenere una superficie chiusa e piana e favoriscono quindi la formazione del foglio; le seconde conferiscono alla carta una impermeabilità ai liquidi ed agli inchiostri, rendendola dunque scrivibile. Così preparato, l'impasto viene poi raccolto nella tina di macchina, che mantiene in agitazione

l'impasto e funge da serbatoio di accumulo per il disaccoppiamento tra la fase di preparazione e quella successiva di fabbricazione.

Epurazione ed assortimento

La polpa viene prelevata dalla tina di macchina ed inviata, previa diluizione, alle operazioni successive di epurazione ed assortimento: la prima utilizza separatori ciclonici per eliminare le impurità e corpi estranei pesanti; la seconda permette di intercettare particelle più leggere, come grumi o schegge legnose. Una volta lavato e setacciato, l'impasto è pronto per essere inviato alla fabbricazione vera e propria.

1.2 Fabbricazione del foglio

Il cuore del processo di produzione della carta è costituito dalla macchina continua, così chiamata in quanto su di essa il foglio di carta si genera linearmente e senza interruzioni. La macchina si divide in quattro principali sezioni: cassa d'afflusso, tavola piana, sezione presse, seccheria.

Formazione del foglio

La cassa d'afflusso distribuisce uniformemente la sospensione fibrosa su tutta la larghezza della tavola piana, una tela metallica sulla quale avviene la separazione dell'acqua per drenaggio. Inizialmente il drenaggio avviene semplicemente per gravità ed è favorito dai foils, barre sottotela cuneiformi a rivestimento ceramico, che oltre a sostenere la tela generano zone di depressione che incrementano la velocità di drenaggio dell'acqua. Tuttavia, nel processo di avanzamento sulla tela si rende necessaria l'applicazione di un sistema di aspirazione forzata sempre più intensa, al fine di ottenere un'ulteriore rimozione dell'acqua. Dopo la zona foils si susseguono dunque altri sistemi drenanti posti sottotela che afferiscono all'impianto del vuoto della macchina continua (vacufoils, casse aspiranti). Il foglio umido così formato passa alla fase successiva di pressatura (il contenuto d'acqua è ancora elevato, in genere 75-80%).

Pressatura

Le presse umide sono costituite da una serie di grandi rulli di compressione in acciaio, la cui funzione è quella di comprimere uniformemente il foglio per ridurre il contenuto d'acqua. Tali presse sono rivestite di uno strato di feltro poroso che permette di assorbire l'acqua senza compromettere la struttura fibrosa del foglio. All'uscita dalle presse il foglio ha un'umidità del 40-50% che non può essere eliminata ulteriormente per via meccanica e può essere asportata solo tramite l'azione del calore.

Essiccazione

La seccheria è l'ultima sezione della macchina continua: l'acqua residua trattenuta per capillarità viene eliminata per evaporazione tramite una serie di cilindri riscaldati con vapore saturo, attraverso i quali passano i fogli. Per evitare che il nastro di carta sia sottoposto a shock termici, la seccheria è suddivisa in più batterie, ciascuna con temperatura crescente rispetto alle precedenti: il calore viene dunque somministrato con temperature che variano da 60-70°C nei primi settori fino a 120-140°C nelle sezioni finali (anche 160°C per il cartone). Oltre al calore per la disidratazione, in questa fase è necessario garantire la circolazione di aria calda secca per rimuovere il vapore prodotto ed asciugare progressivamente il foglio di carta. Per tale motivo i cilindri essiccatori ruotano all'interno di cavità formate dalle cappe di asciugatura: qui l'aria prelevata dall'esterno viene riscaldata ad alta temperatura per mezzo di bruciatori a gas naturale ed insufflata sulla superficie dei cilindri; l'umidità residua della carta viene pertanto rimossa e le *fumane* (l'insieme dei fumi di combustione e aria umida) vengono aspirate ed espulse dalle cappe stesse.

1.3 Trattamenti superficiali ed allestimento

Finitura

Generalmente, all'uscita dalla seccheria, il foglio viene sottoposto a trattamenti specifici in funzione delle tipologie di carta che si vuole ottenere. I principali sono la *calandatura* e la *patinatura*: nella prima il foglio viene fatto passare attraverso rulli controrotanti, la cui azione consente di ottenere sulla carta l'effetto finale liscio e lucido, correggendo eventuali piccoli difetti; la seconda consiste nella stesura di una miscela di pigmenti (patina) sul foglio per migliorare l'aspetto superficiale della carta e la stampabilità. All'uscita dalla macchina continua il nastro di carta viene arrotolato da un cilindro avvolgitore, a formare una grossa bobina madre, del peso di diversi quintali e di larghezza pari alla larghezza utile della macchina.

Allestimento

L'allestimento è l'insieme di operazioni a cui viene sottoposto il nastro di carta finito nella sua struttura per essere trasformato in bobine e/o in fogli stesi e reso idoneo alla commercializzazione. In particolare le operazioni relative all'allestimento sono: svolgimento e riavvolgimento; taglio con lame circolari e bobinatura; taglio in fogli; imballaggio ed etichettatura. [La bobinatura, effettuata mediante le bobinatrici, costituisce la prima fase dell'allestimento del rotolo e permette di conferire la giusta tensione al rotolo, sistemare le eventuali rotture, tagliare e suddividere il rotolo di carta nel formato desiderato dal cliente finale. Le macchine di imballaggio, che si trovano a valle delle bobinatrici e delle ribobinatrici, svolgono il compito di avvolgere il prodotto con un film estensibile e termoretraibile o con carta kraft. Al fine di dar luogo al processo di termoretrazione, la macchina di imballaggio è costituita da un forno per la produzione di aria calda alimentato a gas naturale o energia elettrica.](#)

La Figura 3 mostra il layout produttivo tipico riassumendo le fasi di processo precedentemente descritte, riportando inoltre la distribuzione delle risorse energetiche nelle varie fasi di trasformazione del prodotto.

Il gas naturale è in gran parte impiegato per la produzione di vapore, tipicamente tramite impianti cogenerativi e in alcuni casi nei generatori di vapore di stabilimento. Il vapore è poi distribuito alle utenze di stabilimento, in particolare per i seguenti usi di processo:

- tina di macchina e cassa d'afflusso: al fine di migliorare la fase iniziale di dewatering, il vapore è utilizzato per riscaldare l'impasto e la cassa di afflusso al fine di aumentare la viscosità dell'acqua e facilitarne l'allontanamento in macchina continua;
- seccheria: si tratta della sezione più energivora dal punto di vista termico. Mediamente l'80-90% del vapore prodotto in cartiera è consumato nella fase di essiccazione nel foglio umido;
- trattamenti superficiali: parte del vapore può essere utilizzato per riscaldare sostanze ed additivi per facilitarne l'adesione al foglio e la successiva asciugatura ad aria.

Altri impieghi di vapore si hanno in corrispondenza dei servizi ausiliari (depurazione acque, trattamento scarti) e dei servizi generali (riscaldamento e acqua calda sanitaria); si tratta tuttavia di consumi marginali rispetto a quelli sopra elencati e quindi generalmente trascurabili.

Una frazione di gas è utilizzata direttamente in seccheria e, laddove prevista, nella fase di patinatura (area trattamenti superficiali); qui i bruciatori delle cappe di asciugatura riscaldano l'aria prelevata dall'esterno necessaria per asciugare il foglio di carta e permettere l'adesione delle patine superficiali.

Per quanto riguarda il vettore energia elettrica, nell'industria della carta esso è utilizzato per azionare i motori di stabilimento (compressori, pompe, agitatori, tele essiccatrici, le presse, i rulli di seccheria, i sistemi per il vuoto, gli avvolgitori etc.).

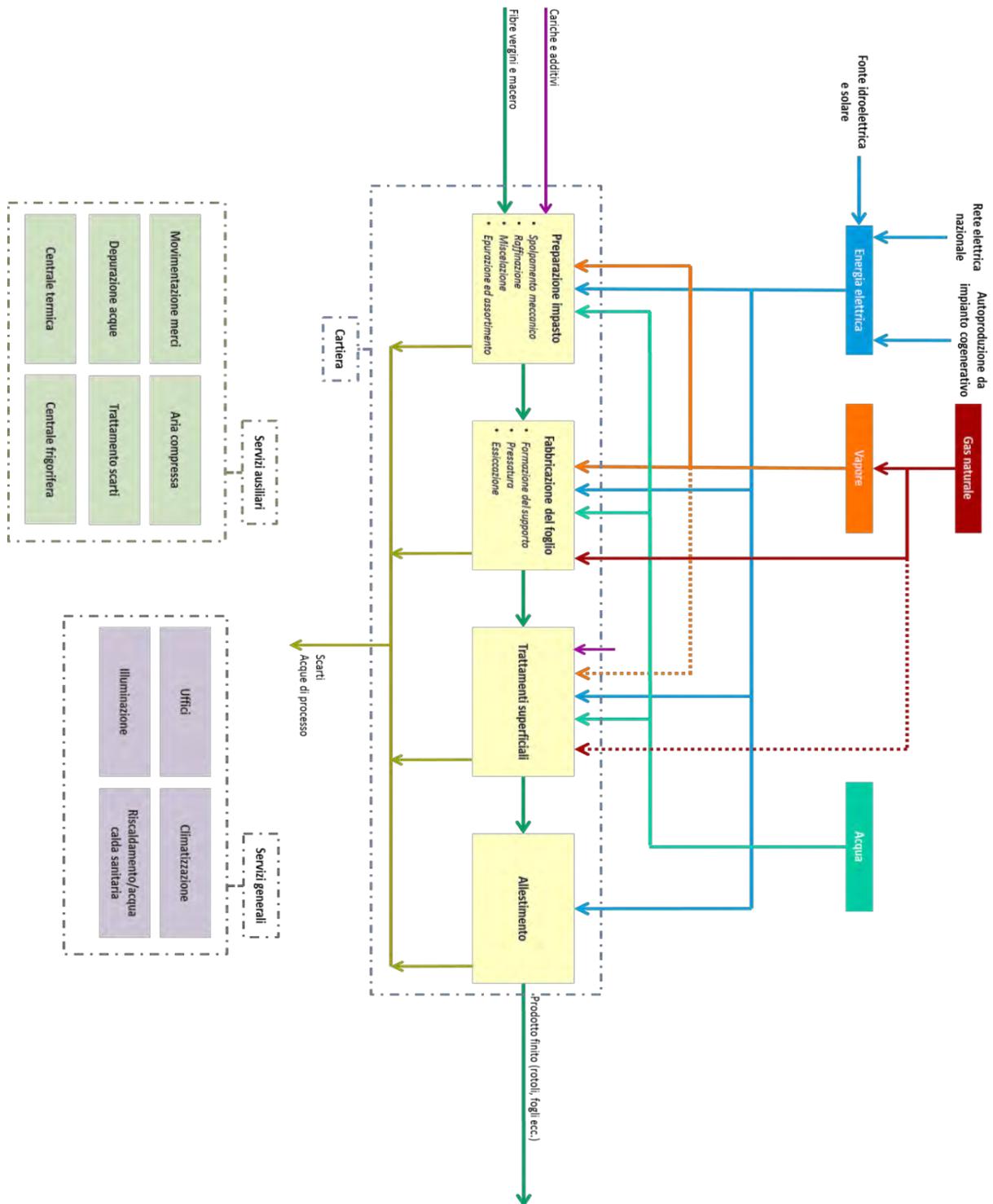


Figura 3: Flussi di materia ed energia nel layout produttivo tipico di una cartiera.

2 DESCRIZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE DISPONIBILI E DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA

Rispetto ai progetti di efficienza energetica presentati nell'ambito del meccanismo dei Certificati Bianchi, nonché alla letteratura di settore e alle soluzioni tecnologiche ad oggi installabili, di seguito è presente una descrizione degli interventi di efficienza energetica relativi al settore di produzione della carta presenti in tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

Tipologie di intervento del settore cartario <i>Tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.</i>	Vita utile		
	Nuova installazione	Sostituzione	Efficientamento integrato
Dispositivi per la preparazione impasti	10	7	-
Macchina continua	10	7	5
Casse aspiranti, sistemi del vuoto, cassa a vapore in macchine continue	10	7	-
Presse ad eccezione di presse idrauliche per stampaggio di materie plastiche	10	7	5
Cilindri essiccatori in macchina continua	7	5	-
Isolamento termico di cilindri essiccatori	5	-	-
Tele di formazione per produzione carta	7	5	-
Cappe in seccheria	10	7	-
Termocompressori	7	5	-
Dispositivi per la fase di allestimento foglio: bobinatrici	10	7	-
Macchine di imballaggio	10	7	-

Tabella 2: tipologie di intervento del settore di produzione della carta tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

Si precisa che, per la realizzazione degli interventi riportati nella [successiva](#) Tabella 3, il calcolo dei risparmi dovrà essere effettuato con riferimento al consumo specifico del "sistema tecnologico assunto come punto di riferimento". Tale condizione è da applicare anche ai sistemi di automazione e controllo che rientrano tra le misure comportamentali "adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti". Inoltre, poiché nelle cartiere gli impatti generati dall'installazione di un componente hanno effetti non solo sui consumi connessi allo specifico componente, ma anche sulle sezioni a valle del componente stesso, il sistema di riferimento è quello relativo all'intera fase di processo, così come di seguito indicato.

Pertanto, la realizzazione dei suddetti interventi verrà incentivata in relazione alla riduzione dei consumi specifici rispetto alle condizioni ex ante del sistema tecnologico assunto come punto di riferimento.

Sistema tecnologico assunto come punto di riferimento	Tipologie di intervento secondo la tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.
Preparazione dell'impasto	Dispositivi per la preparazione impasti
	Misure comportamentali: adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti
	Misure comportamentali: variazione delle materie in ingresso nel processo produttivo, compreso l'utilizzo di materiale di scarto della lavorazione, a parità di prodotto finito o semilavorato
Fabbricazione del foglio	Tele di formazione per produzione carta
	Casse aspiranti, sistemi del vuoto, cassa a vapore in macchine continue
	Presse ad eccezione di presse idrauliche per stampaggio di materie plastiche
	Cilindri essiccatori in macchina continua
	Isolamento termico di cilindri essiccatori
	Cappe in seccheria
	Termocompressori
	Macchina continua
	Misure comportamentali: adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti

	Misure comportamentali: variazione delle materie in ingresso nel processo produttivo, compreso l'utilizzo di materiale di scarto della lavorazione, a parità di prodotto finito o semilavorato
Allestimento del foglio	Dispositivi per la fase di allestimento foglio: bobinatrici
	Macchine di imballaggio
	Misure comportamentali: adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti
	Misure comportamentali: variazione delle materie in ingresso nel processo produttivo, compreso l'utilizzo di materiale di scarto della lavorazione, a parità di prodotto finito o semilavorato

Tabella 3: correlazione tra "sistema tecnologico assunto come punto di riferimento" e tipologie di intervento

2.1 Interventi sulla sezione di preparazione impasti

Sulla linea di preparazione impasti si agisce soprattutto in direzione del contenimento dei consumi elettrici, tipicamente tramite l'ottimizzazione dei cicli di spappolamento e raffinazione. I principali interventi sono:

- installazione di pulper più efficienti. In particolare l'installazione di pulper con una girante ad elevata efficienza facilita il trasporto del materiale dalla parte alta alla parte bassa (scarico) del pulper, riducendo le turbolenze fluidodinamiche interne durante la fase di spappolamento, con una conseguente diminuzione degli "sforzi di rotazione" della stessa. Tale configurazione garantisce una diminuzione della potenza assorbita dal motore con una conseguente riduzione dei consumi elettrici rispetto ad una girante convenzionale.

Un'efficiente tipologia di pulper è quella dei drum pulper che, a differenza dei sistemi tradizionali verticali a bassa consistenza, non presenta alcuna girante, ma utilizza basse quantità di acqua spappolando il macero per attrito tra le fibre di carta stesse.

- installazione di raffinatori più efficienti. In particolare, i raffinatori sono dotati di statore e rotore i quali sono composti da lame metalliche a forma di barre al cui interno vengono fatte passare le fibre. Le fibre, nello spazio tra le lame creato dal movimento di statore e rotore, vengono sottoposte a elevate sollecitazioni di compressione, frizione e taglio, impartendo solidità al foglio prodotto. Poiché, tale processo risulta altamente energivoro, appare evidente come l'utilizzo di macchine ad alta efficienza consenta di ottenere sensibili riduzioni dei consumi specifici di energia primaria associata ai consumi di energia elettrica.

2.2 Interventi sulla sezione di fabbricazione del foglio

La sezione di **fabbricazione del foglio** (macchina continua) è quella su cui si concentra gran parte degli interventi di efficienza energetica, sia per numero che per tipologia. I principali interventi di efficientamento energetico che si possono effettuare nelle sezioni di formazione del foglio e pressatura sono:

- utilizzo di tele più efficienti nella tavola piana. In particolare, il loro impiego consente di ridurre il grado di umido, determinando una riduzione dei consumi termici nelle successive fasi del processo;
- installazione di casce aspiranti e dei sistemi del vuoto. In particolare, l'impiego di casce collegate a pompe da vuoto efficienti o l'installazione di turbosoffianti multistadio con recupero termico sull'aria in uscita determinano una riduzione dei consumi termici grazie ad una maggiore efficacia nell'estrazione dell'acqua;
- installazione di una cassa a vapore. In particolare, la cassa a vapore consente di convogliare il vapore saturo direttamente sul foglio di carta prima del suo ingresso al monolucido. La somministrazione del vapore consente di innalzare la temperatura del foglio e rendere più fluida l'acqua in esso contenuta, comportando una maggiore efficacia nell'estrazione dell'acqua ad opera della pressatura meccanica;

- utilizzo di presse più efficienti. Un'efficiente tipologia di pressa è la "shoe press" o "presse a scarpa" che, mediante una deformazione localizzata delle superfici, consente di ottenere una maggiore azione disidratante legata a una differente e più efficace azione di schiacciamento del foglio. L'innovazione consiste nella creazione di una zona di pressatura più ampia attraverso la deformazione locale della shoe press. Ciò consente di incrementare il grado di secco della carta in uscita dalla sezione di pressatura garantendo una riduzione dei consumi termici in fase di asciugatura. Tali interventi possono consentire una riduzione tra il 10% ed il 15% di consumi.

Un esempio di intervento di efficientamento energetico integrato sulle presse può essere costituito dalla contestuale sostituzione di feltri semplici con altri più innovativi e dall'adozione di un sistema di controllo della pressa. Si rappresenta, infatti, che l'adozione di feltri aventi una struttura interna più stratificata garantisce un minor ribagnamento della carta, mentre l'adozione di un sistema di controllo consente di variare, tra le altre cose, la curva di pressione nel nip (zona di contatto), in base alle condizioni di lavoro della macchina e alla tipologia di carta prodotta.

Gli interventi di efficientamento energetico che si possono effettuare nella sezione di asciugatura sono:

- installazione di cilindri più efficienti. I cilindri essiccatori, realizzati solitamente in ghisa presentano una lunghezza che dipende esclusivamente dalla larghezza della macchina, mentre il loro diametro dipende dai vincoli costruttivi. Maggiore è il diametro, maggiore sarà la superficie di contatto con il foglio, di conseguenza si avrà un miglior essiccamento. Interventi di efficienza riguardano l'installazione di cilindri in acciaio.

L'impiego dell'acciaio, anziché della ghisa, offre la possibilità di ridurre notevolmente lo spessore del manto e di conseguenza migliorare lo scambio termico durante l'asciugatura del foglio, con conseguente riduzione dei consumi termici.

Un ulteriore esempio di intervento di efficientamento energetico integrato da effettuare nella sezione di asciugatura può riguardare l'installazione congiunta di barre di turbolenza, la sostituzione dei sifoni e la sostituzione dei motori elettrici dei cilindri essiccatori. L'adozione di barre di turbolenza consente di aumentare la capacità di scambio termico del cilindro essiccatore soprattutto per macchine continue che lavorano a velocità elevate. Infatti, in tali casi, si ha una ridotta turbolenza dello strato di condensa che si forma in prossimità del mantello del cilindro, pertanto l'utilizzo delle barre consente di ovviare a tale problema. Inoltre, la scelta del sifone opportuno può favorire la riduzione della quantità di condensa che si forma all'interno del cilindro consentendo, nella fase di formazione dell'anello liquido, la riduzione dell'assorbimento di energia elettrica da parte dei motori che muovono i cilindri. Infine, la sostituzione dei motori elettrici con altri più efficienti, consente di ridurre il consumo di energia elettrica associato al lavoro compiuto per la rotazione dei cilindri;

- installazione di cappe più efficienti. Le cappe di ultima generazione sono ad elevato grado di isolamento termico e dotate di un design degli ugelli ottimizzato per consentire una distribuzione uniforme dell'aria e garantire un'elevata voluminosità e morbidezza nella carta. Inoltre i flussi di aria di scarico sono più uniformi e con basse perdite di pressione e in alcuni casi sono previste sul lato periferico della cappa delle scanalature di scarico per ridurre la perdita di aria calda.
- installazione di termocompressori. L'impianto di termocompressione (alimentato con almeno una linea a media pressione) permette il recupero del vapore inviato in seccheria. Il termocompressore lavora come un tubo venturi; il vapore che serve per alimentarlo, arrivando ad alta velocità e pressione, crea una depressione che permette di aspirare il vapore attraversante ed espellerlo alla pressione desiderata.

La combinazione di due o più dei sopracitati interventi costituisce un esempio di progetto di efficientamento energetico integrato della macchina continua. Pertanto, qualora si ricada nella suddetta tipologia di intervento, la determinazione dei risparmi deve essere effettuata considerando la riduzione del consumo energetico ex ante della macchina continua che ha luogo a seguito dell'implementazione del progetto di efficientamento integrato.

2.3 Interventi sulla sezione di allestimento del foglio

Tra gli interventi di efficienza energetica che si possono realizzare all'interno della sezione di allestimento vi sono quelli relativi alla sostituzione delle macchine bobinatrici, ribobinatrici e di imballo con altre più efficienti. Tra gli interventi relativi alle bobinatrici, vi sono quelli di sostituzione delle stesse con macchine più efficienti, ovverosia dotate di: sistemi completamente automatizzati per ridurre i tempi di attesa della bobinatura (ad esempio i tempi morti per il cambio formato), azionamenti elettrici con recupero di energia in frenata, sistemi efficienti di rimozione dei rifili, etc. Per quanto riguarda le macchine di imballaggio, in alcuni casi, si può verificare il passaggio tecnologico dall'utilizzo di forni a gas naturale a forni elettrici, che comporta nelle condizioni ex post il mancato utilizzo del gas naturale per soddisfare il fabbisogno energetico di tali macchine.

2.4 Ulteriori interventi di efficienza energetica

Ulteriori interventi di efficienza energetica riportati in tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e [ss.mm.ii.](#), che non riguardano strettamente il processo produttivo della [carta](#) e che dunque risultano essere trasversali a tutta l'industria in generale, sono relativi all'installazione o sostituzione di:

- sistemi di power quality;
- [motori elettrici, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter;](#)
- impianti per la climatizzazione degli ambienti in ambito industriale con sistemi radianti ad alta temperatura;
- impianti di produzione di energia termica;
- economizzatori sulla linea fumi di impianti di produzione di energia termica;
- generatori di aria calda;
- sistemi di trattamento degli effluenti gassosi;
- gruppi frigo e pompe di calore, [centrali frigorifere](#), ivi compresi gli impianti di surgelazione e refrigerazione;
- impianti di produzione dell'aria compressa;
- sistemi per l'illuminazione;
- sistemi di pompaggio, [anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter;](#)
- [realizzazione e riqualificazione profonda di edifici;](#)
- [isolamento termico di superfici disperdenti opache degli edifici;](#)
- [altri sistemi di free-cooling.](#)

3 INDIVIDUAZIONE DEI VALORI DI BASELINE PER IL CALCOLO DEI RISPARMI ENERGETICI ADDIZIONALI

I processi produttivi nel settore industriale cartario possono essere distinti in integrati e non, a seconda che presso lo stabilimento sia prevista la produzione anche della cellulosa o della sola carta. Un'ulteriore distinzione può essere effettuata in relazione alla tipologia di materia prima in ingresso al processo, fibra vergine o carta riciclata (RCF).

In relazione ai tipi di processo ed al prodotto realizzato sono riscontrabili consumi specifici di energia termica ed elettrica sensibilmente differenti.

Altre variabili operative che influenzano sensibilmente i consumi energetici sono la grammatura, la velocità di funzionamento della macchina continua, la tipologia di carta prodotta e la producibilità dell'impianto.

Nella Tabella 4 sono riportati i consumi specifici di riferimento di energia finale (consumi di processo), distinti per tipologia di carta prodotta e per processo. Si precisa che tali dati sono al netto della quota energetica delle condense di ritorno. In fase di presentazione di un progetto di efficienza energetica, pertanto, al fine di garantire un confronto omogeneo tra la situazione di baseline e quella ex post, i consumi relativi alla situazione ex post non dovranno includere la quota energetica delle condense di ritorno.

La Tabella 5 dà invece un'indicazione sulle ripartizioni percentuali dei consumi di energia finale. Tale ripartizione dovrà essere dimostrata a seconda della tipologia di carta prodotta e della materia prima utilizzata.

Tipologia di carta-processo		Consumi specifici termici	Consumi specifici elettrici	
Processo	Tipo di carta	kWh/t	kWh/t	
RCF	con disinchiostrazione	cartoncino	1.100	450
		carta grafica	1.400	900
	senza disinchiostrazione	carta per imballaggi	1.500	400
		cartone patinato o non	1.200	400
Non integrato	carta grafica (patinata e non)	1.500	675	
	tissue	1.950	850	

Tabella 4: consumi specifici di riferimento dell'intero processo produttivo

Fasi di processo	% rispetto ai consumi di stabilimento	
	termici	elettrici
Preparazione dell'impasto	20%	30%
Fabbricazione del foglio	80%	60%
Trattamenti superficiali e allestimento	0%	10%

Tabella 5: ripartizione percentuale dei consumi

Si precisa che nei casi non previsti tra quelli della Tabella 4, il soggetto proponente dovrà proporre e dimostrare il consumo specifico di riferimento da adottare.

Ai fini della definizione del consumo specifico di baseline occorre distinguere le seguenti casistiche:

1. installazioni di intere linee produttive o fasi di processo (preparazione dell'impasto, fabbricazione del foglio, trattamenti superficiali ed allestimento finale);
2. intervento efficientamento, anche parziale, di linee produttive esistenti.

Nel primo caso, il consumo specifico di baseline dell'intera fase di processo sarà pari a quello della situazione di riferimento, **ovverosia** al consumo specifico ottenuto moltiplicando i valori riportati nella Tabella 4, con quelli della Tabella 5.

Per il secondo caso, al fine di contabilizzare sia i risparmi diretti che indiretti legati alla sostituzione di un componente, il programma di misura dovrà tenere in considerazione il consumo specifico dell'intera fase di processo di cui il componente fa parte (preparazione dell'impasto, fabbricazione del foglio, trattamenti superficiali ed allestimento finale), **ovverosia** del "*Sistema tecnologico assunto come punto di riferimento*" di cui alla Tabella 3. **Si rappresenta che, per le fasi di processo come la preparazione dell'impasto e i trattamenti superficiali e allestimento, sarà possibile proporre un perimetro del programma di misura e quindi un consumo di baseline limitato al componente oggetto di intervento, purché si dimostri che l'intervento non comporti effetti indotti sugli altri componenti della fase di processo, ovvero su altre fasi di processo. Ad esempio, i risparmi energetici relativi all'intervento di sostituzione della macchina di imballaggio, ovvero della bobinatrice, possono essere determinati considerando un programma di misura i cui confini coincidono con la macchina di imballaggio, ovvero della bobinatrice, senza che vi sia la necessità di estendere il programma di misura a tutta la fase di trattamenti superficiali e allestimento.**

Pertanto, ad esempio, nel caso di un intervento di efficientamento **integrato all'interno** della seccheria, ai fini della definizione del consumo specifico di **baseline** saranno rilevanti i consumi **ex ante** dell'intera fase di fabbricazione del foglio (**ovverosia** dell'intera macchina continua).

A prescindere dalle casistiche sopra indicate, in fase di presentazione di un progetto, al fine di caratterizzare l'intervento di efficienza energetica, sarà necessario fornire indicazioni su:

1. la percentuale delle diverse tipologie di materiale in ingresso;
2. la tipologia di processo rispetto a quanto previsto in Tabella 4;
3. la tipologia di carta rispetto a quanto previsto in Tabella 4;
4. la grammatura della carta;
5. la producibilità dell'impianto;
6. la velocità di funzionamento della macchina continua.

I dati delle variabili sopracitate potranno essere utilizzati ai fini della verifica della corretta individuazione del consumo di baseline qualora i dati di consumo **ex post** siano inferiori in maniera sensibile a quelli di riferimento (vedi Tabella 4), ovvero superiori ad essi.

Si rappresenta che, il soggetto proponente è tenuto a fornire un'analisi che consenta di verificare l'eventuale dipendenza dei consumi specifici di energia termica e di energia elettrica dalle succitate variabili operative, al fine di individuare le correlazioni che consentano di determinare i risparmi a parità di servizio reso, normalizzando i possibili effetti che tali variabili possono avere sui consumi.

4 INDIVIDUAZIONE DEGLI ALGORITMI DI CALCOLO DEI RISPARMI

Nel seguente capitolo è indicato l'algoritmo di calcolo da utilizzare per determinare dei risparmi energetici addizionali per le tipologie di intervento di cui alla Tabella 3.

Formula	Algoritmo
1	$RISP_{energia\ termica} = (Cst_{baseline} - Cst_{expost}) \cdot P$
2	$RISP_{energia\ elettrica} = (Cse_{baseline} - Cse_{expost}) \cdot P$

dove:

- $RISP_{energia\ termica}$ è il risparmio di energia finale termica;
- $RISP_{energia\ elettrica}$ è il risparmio di energia finale elettrica;
- $Cst_{baseline}$ è il consumo specifico di energia termica di baseline per tonnellata di carta prodotta [kWh/t];
- Cst_{expost} è il consumo specifico di energia termica ex post per tonnellata di carta prodotta [kWh/t];
- $Cse_{baseline}$ è il consumo specifico di energia elettrica di baseline per tonnellata di carta prodotta [kWh/t];
- Cse_{expost} è il consumo specifico di energia elettrica ex post per tonnellata di carta prodotta [kWh/t];
- P = tonnellate di carta prodotta [t];

Si precisa che, ai fini della conversione dei risparmi di energia finale in energia primaria, si dovrà far riferimento all'effettivo assetto della centrale termica di stabilimento. Ad esempio, in presenza di un intervento che comporta una riduzione di calore in una cartiera dove sono presenti un impianto di cogenerazione e caldaie ausiliarie, ai fini della conversione dell'energia finale termica in energia primaria, è opportuno verificare se i risparmi di energia siano ascrivibili alle caldaie ausiliarie, all'impianto di cogenerazione o ad entrambi. In tal caso è pertanto necessario giustificare, per tutto il periodo di rendicontazione, i valori di rendimento di conversione di energia primaria adottati, monitorando sia i consumi delle caldaie, sia l'intero assetto di funzionamento del sistema di cogenerazione.

Si precisa, inoltre, che il fattore di conversione da utilizzare per riportare in energia primaria un consumo finale di energia elettrica, in caso di prelievo dell'energia elettrica dalla rete elettrica nazionale, è pari a 0,187 tep/MWh.

5 METODOLOGIA ADOTTATA PER LA PRESENTE GUIDA

Al fine di individuare i consumi di riferimento per le diverse tipologie di processo, l'analisi è partita dai dati del documento "*Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Pulp, Paper and Board, 2015*" (di seguito, Bref) che distingue i consumi tra termici ed elettrici secondo la tipologia di prodotto. I valori di consumo specifico del Bref sono stati quindi confrontati con i dati di consumo specifico ex ante dei progetti a consuntivo del database GSE e con i dati estrapolati dalle diagnosi energetiche effettuate ai sensi del D.lgs. 102/2014 fornite da ENEA.

Al fine di garantire un confronto omogeneo tra le tre fonti dati, tutti i valori di consumi specifico sono stati suddivisi rispetto alle tipologie di prodotto e processo individuate dal Bref. Quest'ultimo identifica diverse tipologie di carta in funzione del tipo di materia prima in ingresso. Nello specifico, le classi di prodotto contraddistinte dalla sigla RCF (Recycling Carbon Fibers) utilizzano come materia prima percentuali variabili di carta riciclata. Le tipologie di carta sono le seguenti:

- RCF con disinchiostrazione: carta grafica;
- RCF con disinchiostrazione: cartoncino;
- RCF senza disinchiostrazione: carta per imballaggi;
- RCF senza disinchiostrazione: cartone patinato o non;
- processo non integrato: carta grafica (patinata e non);
- processo non integrato: tissue.

Si precisa che, vista la mancanza di dati in tutte e tre le fonti analizzate, nell'analisi non è stato possibile considerare le ulteriori variabili che normalmente influenzano i consumi energetici, ad esempio la quantità di macero, la grammatura, la velocità di funzionamento della macchina continua e la producibilità dell'impianto.

I dati in Tabella 4, relativi ai consumi specifici termici ed elettrici, sono stati definiti secondo i seguenti criteri:

- *RCF con disinchiostrazione, carta grafica (es. carta giornale)*: per questa tipologia di carta si è rilevata una corrispondenza con i cluster definiti dalle diagnosi energetiche, mentre non si sono individuati progetti nel database GSE.

Il valore di consumo specifico termico è stato posto pari al valore medio del Bref, in quanto risulta allineato con quello individuato dalle diagnosi energetiche. Per il valore di consumo specifico elettrico, ci si è riferiti al minimo del Bref, in quanto prossimo a quello delle diagnosi energetiche;

- *RCF con disinchiostrazione, cartoncino*: per questa tipologia di carta si è rilevata una corrispondenza con i cluster definiti dalle diagnosi energetiche, inoltre è stato individuato un progetto nel database GSE (trattandosi di un solo progetto non lo si è ritenuto rappresentativo dell'intero cluster).

I valori di consumo specifico termico ed elettrico sono stati posti pari ai valori massimi del Bref, in quanto risultano allineati con quelli individuati dalle diagnosi energetiche;

- *RCF senza disinchiostrazione, carta per imballaggi*: per questa tipologia di carta si è rilevata una corrispondenza con i cluster definiti dalle diagnosi energetiche, inoltre sono stati individuati diversi progetti nel database GSE.

Il valore di consumo specifico termico è stato posto pari al valore massimo del Bref, in quanto risulta allineato con quello individuato dalle diagnosi energetiche e con i dati ex ante dei progetti del database GSE. Per il valore di consumo specifico elettrico, ci si è riferiti al medio del Bref, in quanto

prossimo a quelli ex ante del database GSE. In questo caso i dati delle diagnosi energetiche sono stati ritenuti non rappresentativi in quanto nettamente superiori ai dati ex ante del database GSE;

- *RCF senza disinchiostrazione, cartone patinato o non*: per questa tipologia di carta non si è rilevata una corrispondenza con i cluster definiti dalle diagnosi energetiche, mentre sono stati individuati diversi progetti nel database GSE.

Il valore di consumo specifico termico è stato posto pari al valore minimo del Bref, in quanto risulta allineato con quello ex ante individuato dai progetti del database GSE. Per il valore di consumo specifico elettrico, ci si è riferiti al medio del Bref in mancanza di progetti nel database GSE;

- *processo non integrato, carta grafica (patinata e non)*: per questa tipologia di carta non si è rilevata una corrispondenza con i cluster definiti dalle diagnosi energetiche, mentre sono stati individuati diversi progetti nel database GSE.

Il valore di consumo specifico termico è stato posto pari al valore medio del Bref, in quanto risulta allineato con quello ex ante individuato dai progetti del database GSE. Per il valore di consumo specifico elettrico, ci si è riferiti al medio del Bref in mancanza di progetti nel database GSE;

- *processo non integrato, tissue (carta per uso sanitario e/o igienico)*: per questa tipologia di carta si è rilevata una corrispondenza con i cluster definiti dalle diagnosi energetiche, inoltre sono stati individuati diversi progetti nel database GSE.

I valori di consumo specifico termico ed elettrico sono stati posti pari ai valori medi del Bref, in quanto prossimi a quelli ex ante del database GSE. In questo caso i dati delle diagnosi energetiche sono stati ritenuti non rappresentativi in quanto nettamente inferiori ai dati ex ante del database GSE.

I dati in Tabella 5, relativi alla ripartizione percentuale dei consumi tra le fasi di preparazione impasti e macchina continua, sono stati ottenuti dai seguenti studi:

- Benchmarking energy use in the paper industry: a benchmarking study on process unit level, 2013;
- tab 6.26 del Bref.

Non avendo dati sufficienti a differenziare la ripartizione dei consumi per tutte le tipologie di processo, il valore riportato è il valor medio risultante tra quelli riportati negli studi sopra indicati.

Si precisa che tutti i dati relativi ai consumi di riferimento, sia termici, sia elettrici, sono espressi in termini di energia finale.

6 BIBLIOGRAFIA

- L'efficienza energetica nell'industria: potenzialità di risparmio energetico e impatto sulle performance economiche e sulla competitività delle imprese, RSE, RdS n 17001209, 2017;
- Rapporto ambientale dell'industria cartaria italiana dati 2013-2014, Assocarta, 2016;
- Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Pulp, Paper and Board, 2015;
- Guida operativa per il settore di produzione della carta, ENEA, 2014.



CERTIFICATI BIANCHI
Allegato 2.5 alla Guida Operativa

Guide Settoriali

***IMPIANTI DI PRODUZIONE DI
ENERGIA TERMICA E FRIGORIFERA***

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	3
2	IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA FRIGORIFERA.....	5
2.1	Condizioni di ammissibilità	6
2.2	Sistemi a compressione elettrici.....	6
2.3	Sistemi ad assorbimento.....	9
2.4	Sistemi free-cooling	10
3	IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA TERMICA	11
3.1	Condizioni di ammissibilità	13
3.2	Generatori di calore.....	15
3.3	Pompe di calore	16
4	INDIVIDUAZIONE DELLA SOLUZIONE DI BASELINE ED ALGORITMI	17
5	METODOLOGIA ADOTTATA PER LA PRESENTE GUIDA	21
6	BIBLIOGRAFIA	24

1 INTRODUZIONE

Nella presente guida sono descritti i possibili interventi di efficienza energetica riferiti agli impianti di produzione di energia termica o frigorifera sia per finalità di processo, sia per la climatizzazione ambientale che per la produzione di acqua calda sanitaria. Nello specifico sono analizzati i seguenti impianti:

- per la produzione di energia frigorifera:
 - gruppi frigo a compressione;
 - gruppi frigo ad assorbimento;
 - sistemi free cooling;
- per la produzione di energia termica:
 - generatori di calore;
 - pompe di calore.

Di seguito uno schema riassuntivo delle tecnologie analizzate.

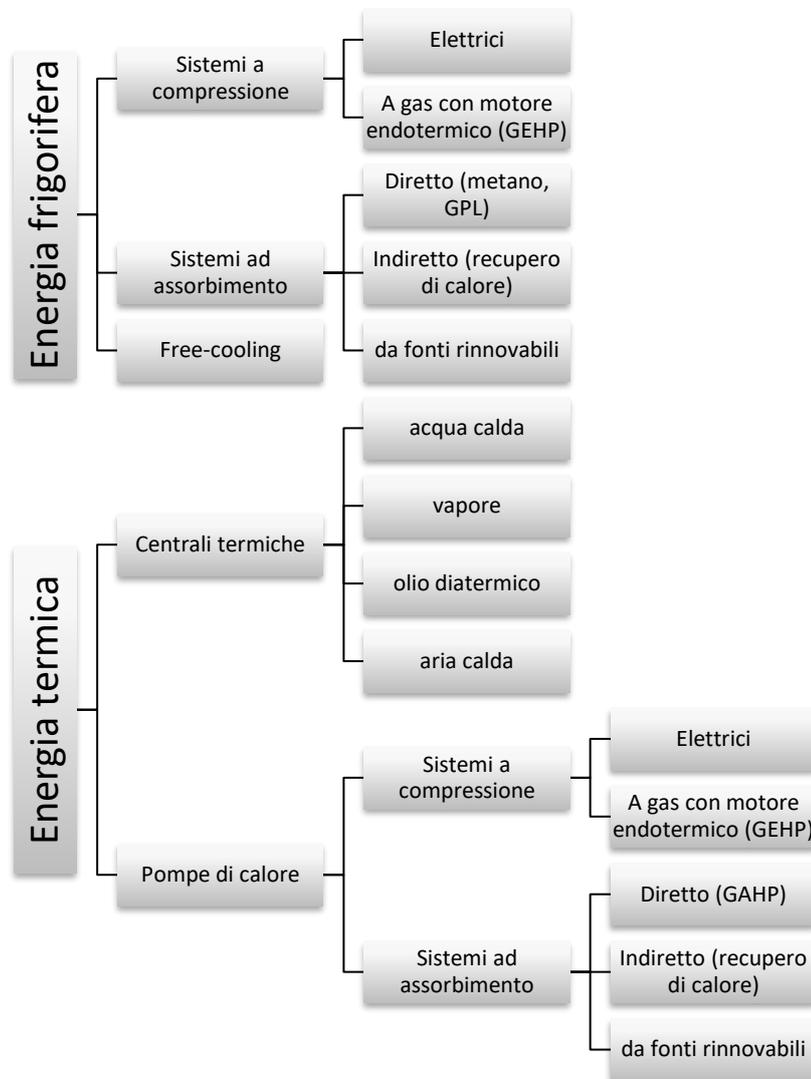


Figura 1: tecnologie per la produzione di energia termica e frigorifera

Per tali impianti sono stati indicati i valori prestazionali minimi da garantire ai fini dell'accesso al meccanismo, nonché i valori prestazionali di riferimento. Inoltre, nell'ultimo paragrafo, è riportato un prospetto di sintesi per la corretta individuazione della soluzione impiantistica da prendere come riferimento ai fini della definizione della soluzione tecnologica di baseline ed i relativi algoritmi per il calcolo dei risparmi.

2 IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA FRIGORIFERA

Gli impianti di produzione di energia frigorifera possono essere di tre tipi:

1. a compressione;
2. ad assorbimento;
3. free cooling.

Di seguito sono descritte le tre tecnologie ed i valori di EER di riferimento. Si precisa che non rientrano nel perimetro di analisi i sistemi ad espansione diretta con fluido refrigerante **ammoniaca** o **anidride carbonica**. Si segnala che le prime due tipologie di impianti, ovvero i gruppi frigo a compressione e ad assorbimento, rientrano nella tipologia di interventi riportati in tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii. Inoltre, tra le misure comportamentali “adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti” rientrano gli interventi di installazione di sistemi di automazione e controllo. Per tale intervento il calcolo dei risparmi dovrà essere effettuato con riferimento ai consumi del “sistema tecnologico assunto come punto di riferimento”. Pertanto, l’installazione del sistema di controllo verrà incentivata in relazione alla riduzione dei consumi energetici rispetto alle condizioni ex ante del sistema tecnologico assunto come punto di riferimento (pompa di calore o gruppo frigo).

Tipologie di intervento per impianti <i>tabella 1 del D.M.11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.</i>		Vita utile		
		Nuova installazione	Sostituzione	Efficientamento integrato
Settore civile	Gruppi frigo e pompe di calore, centrali frigorifere	10	7	7
	Altri sistemi di free-cooling	3	-	-
Settore reti, servizi e trasporti	Impianti di produzione di energia termica o frigorifera a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento	10	7	5
	Componenti per il recupero di calore a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento	7	7	-
	Altri sistemi di free-cooling	3	-	-
Settore industriale	Gruppi frigo e pompe di calore, centrali frigorifere, ivi compresi gli impianti di surgelazione e refrigerazione	7	5	5
	Altri sistemi di free-cooling	3	-	-
Misure comportamentali	Adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti	3	-	-

Tabella 1: tipologie di intervento impianti di produzione di energia frigorifera, tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

Così come previsto dal D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., si specifica che, nel caso di sostituzione, ovvero di efficientamento energetico integrato di impianti di produzione di energia frigorifera, sarà necessario effettuare il confronto tra la configurazione antecedente alla realizzazione del progetto di efficienza energetica e il macchinario installato/efficientato a parità di servizio reso.

A titolo esemplificativo, un possibile intervento di efficientamento energetico integrato applicabile alle tipologie di intervento di cui alla **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, che prevedono tale casistica, potrebbe riguardare la contestuale sostituzione del motore elettrico di un compressore della centrale frigorifera con installazione di un inverter e l’implementazione di un sistema di controllo innovativo della centrale frigorifera.

2.1 Condizioni di ammissibilità

Ai fini dell'accesso al meccanismo dei certificati bianchi, per le pompe di calore reversibili, è necessario il rispetto dei requisiti prescritti dal D.Lgs. 28/2011 e ss.mm.ii., Allegato 2, punto 3 secondo quanto di seguito riportato.

Ambiente		Pompe di calore elettriche reversibili utilizzate in caso di climatizzazione estiva		
Esterno	Interno	Ambiente esterno (°C)	Ambiente interno (°C)	EER
Aria	Aria	Bulbo secco all'entrata: 35 Bulbo umido all'entrata : 24	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entrata: 19	3,4
	Acqua <small>Potenza termica utile riscaldamento ≤ 35 kW</small>		Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18	3,8
	Acqua <small>Potenza termica utile riscaldamento > 35 kW</small>				3,2
Acqua	Aria	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entrata: 19	4,4
	Acqua		Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18	5,1
Salamoia	Aria	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entrata: 19	4,4
	Acqua		Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18	4,4

Tabella 2: Limiti di EER per pompe di calore reversibili previsti dal D.Lgs. 28/2011

Per le pompe di calore a gas i valori minimi di EER sono posti pari a 0,6 per tutte le tipologie.

Si precisa che il succitato decreto definisce le metodologie di determinazione dei rendimenti delle macchine e prescrive al punto 7 del medesimo allegato che il rispetto dei valori di rendimento sia comprovato *“tramite attestazione rilasciata da laboratori accreditati da organismi di accreditamento appartenenti allo European Co-operation for Accreditation (EA), o che abbiano stabilito accordi di mutuo riconoscimento con EA”*, ovvero che siano accreditati alla norma ISO/IEC 17025. Inoltre, *“tale attestazione deve essere accompagnata da dichiarazione del produttore circa la corrispondenza dei prodotti immessi in commercio con quelli oggetto della suddetta attestazione.”*. Pertanto, in fase di presentazione di un progetto, sarà necessario fornire la dichiarazione del produttore della macchina circa il rispetto dei requisiti minimi prestazionali definiti dal D.Lgs. 28/2011 e ss.mm.ii., verificati mediante le metodologie prescritte dal succitato disposto normativo.

2.2 Sistemi a compressione elettrici

Le macchine a compressione elettriche sono costituite da quattro componenti principali: il compressore, la valvola di espansione e due scambiatori di calore (il condensatore e l'evaporatore), connessi in modo da formare un ciclo chiuso percorso dal fluido refrigerante. In una prima fase il refrigerante, allo stato di vapore, viene compresso a pressioni maggiori, con un conseguente innalzamento del livello di temperatura. Grazie al calore ceduto all'ambiente esterno nel condensatore, il fluido passa poi dallo stato di vapore surriscaldato a quello liquido. Successivamente il fluido transita attraverso la valvola di laminazione, dove mediante un processo isoentalpico diminuiscono sia la sua pressione che la sua temperatura subendo una parziale evaporazione; infine, nell'evaporatore, il fluido assorbe calore dall'ambiente interno da raffreddare ed evapora completamente.

Le caratteristiche costruttive che influenzano l'efficienza delle macchine sono:

1. tipologia di sistema di condensazione (aria o acqua);

2. tipologia di fluido refrigerante;
3. tipologia di compressore;
4. tipologia di scambiatori;
5. tipologia di motore;
6. presenza di economizzatori;
7. presenza di inverter;
8. temperatura di condensazione e di evaporazione.

Il valore di rendimento della soluzione tecnologica standard

Con riferimento ai progetti di efficienza energetica presentati nell'ambito del meccanismo, nonché alla letteratura di settore, ai dati Eurovent e alle normative di riferimento (D.Lgs. 28/2011, etc.), di seguito sono indicati i valori di EER dei gruppi frigo elettrici a compressione standard ad oggi installabili, distinti per fasce di potenza frigorifera.

Ambiente		Gruppi frigo a compressione						
Esterno	Interno	Ambiente esterno (°C)	Ambiente interno (°C)	EER				
				Intervalli di potenza (kWfrig)				
				20-50	51-250	251-500	501-1000	>1000
Aria	Aria	Bulbo secco all'entrata: 35 Bulbo umido all'entrata: 24	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entrata: 19	3,4**				
	Acqua		Temperatura entrata 12 Temperatura uscita: 7	2,8*	2,9*	2,9*	3,0*	3,2*
Acqua	Aria	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entrata: 19	4,4**				
	Acqua		Temperatura entrata 12 Temperatura uscita: 7	3,9*	4,0*	4,4*	4,8*	4,9*
Salamoia	Aria	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entrata: 19	4,4**				
	Acqua		Temperatura entrata 23 Temperatura uscita: 18	4,4**				

*Elaborazione GSE su dati Eurovent

** Fonte D.lgs. 28/2011

Tabella 3: EER di riferimento per gruppi frigo a compressione elettrici (EER_{standard})

Si precisa che, ai fini del calcolo dei risparmi, è necessario determinare il valore di EER di baseline alle effettive condizioni di esercizio della situazione ex post. È pertanto necessario tener conto delle temperature delle sorgenti e del carico delle macchine frigorifere.

In generale, quindi, il valore di EER di baseline non potrà essere fisso, ma varierà su base oraria in funzione del fattore di carico, secondo la seguente formula:

$$EER_{baseline} = EER \times K_{Carnot} \times K_{carico} \quad (A)$$

In caso di *nuova installazione* il valore di EER (denominato EER_{standard}) è quello riportato in Tabella 3, riferito alle medesime condizioni di progetto ex post. Il valore di EER_{standard}, infatti, deve essere confrontato con quello ex post a parità di temperatura al condensatore e all'evaporatore.

A tal proposito è necessario applicare il fattore correttivo K_{Carnot} calcolato come di seguito:

$$K_{Carnot} = \frac{EER_{Carnot \text{ da progetto ex post}}}{EER_{Carnot \text{ standard}}}; \quad (B.1)$$

essendo:

- $EER_{\text{Carnot standard}} = \frac{T_{e_standard}}{T_{c_standard} - T_{e_standard}};$
- $EER_{\text{Carnot da progetto ex post}} = \frac{T_{e_progetto_expost}}{T_{c_progetto_expost} - T_{e_progetto_expost}};$

con

- $T_{e_standard}$ = temperatura (espressa in Kelvin) media all'evaporatore (colonna ambiente interno della Tabella 3). Per l'aria si considera, invece, la temperatura di bulbo secco all'entrata;
- $T_{c_standard}$ = temperatura (espressa in Kelvin) media al condensatore (colonna ambiente esterno della Tabella 3). Nel caso di aria si considera la temperatura di bulbo secco all'entrata;
- $T_{e_progetto_expost}$ = temperatura (espressa in Kelvin) media all'evaporatore da progetto del gruppo frigorifero utilizzato nella situazione ex post. Per l'aria si considera, invece, la temperatura di bulbo secco all'entrata;
- $T_{c_progetto_expost}$ = temperatura (espressa in Kelvin) media al condensatore da progetto del gruppo frigorifero utilizzato nella situazione ex post. Nel caso di aria si considera la temperatura di bulbo secco all'entrata.

Il coefficiente correttivo K_{carico} , invece, tiene conto della correlazione che sussiste tra il fattore di carico (F) ed il valore di EER. Tale coefficiente deve essere ricavato con frequenza oraria secondo la seguente formula:

$$K_{carico} = -0,4 \times F + 1,4 \quad \text{se } F \geq 50\%, \quad (\text{B.2})$$

$$K_{carico} = 0,1822 \times \ln(F) + 1,329 \quad \text{se } F < 50\%,$$

essendo:

- F, il fattore di carico pari a $F = \frac{P_{frigo_expost}}{P_{frigo_nom}};$
- P_{frigo_expost} = la potenza frigorifera oraria prodotta dalla macchina nella situazione ex post;
- P_{frigo_nom} = la potenza frigorifera nominale indicata nella scheda tecnica del gruppo frigo installato nella situazione ex post.

In caso di sostituzione di un gruppo frigo, ai fini del calcolo del valore di EER_{baseline} dovrà essere implementata la formula (A).

In particolare, EER sarà pari al valore di EER da scheda tecnica ex ante ($EER_{\text{scheda ex ante}}$).

Il coefficiente K_{Carnot} sarà ricavato tramite la seguente formula:

$$K_{\text{Carnot}} = \frac{EER_{\text{Carnot da progetto ex post}}}{EER_{\text{Carnot scheda ex ante}}}, \quad (\text{C.1})$$

essendo:

- $EER_{\text{Carnot scheda ex ante}} = \frac{T_{e_scheda_ex_ante}}{T_{c_scheda_ex_ante} - T_{e_scheda_ex_ante}};$
- $EER_{\text{Carnot da progetto ex post}} = \frac{T_{e_progetto_expost}}{T_{c_progetto_expost} - T_{e_progetto_expost}};$

con

- $T_{e_scheda\ ex\ ante}$ = temperatura (espressa in Kelvin) media all'evaporatore come indicato dalla scheda ex ante del gruppo frigo sostituito. Per l'aria si considera, invece, la temperatura di bulbo secco all'entrata;
- $T_{c_scheda\ ex\ ante}$ = temperatura (espressa in Kelvin) media al condensatore come indicato dalla scheda ex ante del gruppo frigo sostituito. Nel caso di aria si considera la temperatura di bulbo secco all'entrata;
- $T_{e_progetto_expost}$ = temperatura (espressa in Kelvin) media all'evaporatore da progetto del gruppo frigorifero utilizzato nella situazione ex post. Per l'aria si considera, invece, la temperatura di bulbo secco all'entrata;
- $T_{c_progetto_expost}$ = temperatura (espressa in Kelvin) media al condensatore da progetto del gruppo frigorifero utilizzato nella situazione ex post. Nel caso di aria si considera la temperatura di bulbo secco all'entrata;

Il coefficiente K_{carico} dovrà essere ricavato dalle misurazioni **orarie** ex ante e dalle schede tecniche dei gruppi frigo ex ante.

2.3 Sistemi ad assorbimento

Nei gruppi frigo ad assorbimento, il ciclo frigorifero è analogo a quello a compressione, con la differenza che la fase di compressione è sostituita dal gruppo generatore e assorbitore. Il sistema ad assorbimento sfrutta la solubilità e l'elevata affinità di due sostanze, di cui una ha la funzione di refrigerante e l'altra di assorbente. In commercio le soluzioni impiegate sono:

1. bromuro di litio e acqua ($H_2O - LiBr$), dove l'acqua rappresenta il refrigerante;
2. ammoniaca e acqua ($NH_3 - H_2O$), dove l'ammoniaca rappresenta il refrigerante.

Il ciclo è costituito da:

1. un *evaporatore*, dove si trova la soluzione ricca di refrigerante, che evapora asportando calore alla sorgente fredda;
2. un *assorbitore*, dove si trova la soluzione ricca di sostanza assorbente che assorbe il refrigerante evaporato;
3. una *pompa*, che ha il compito di innalzare la pressione della soluzione presente nell'assorbitore inviandola al generatore;
4. un *generatore*, dove viene fornito il calore necessario per far evaporare il refrigerante presente nella soluzione;
5. un *condensatore* che permette la cessione del calore alla sorgente calda;
6. un *organo di laminazione*.

I gruppi frigo disponibili sul mercato possono essere a singolo effetto o a doppio effetto a seconda del livello di temperatura reso disponibile dal generatore.

I generatori possono essere:

1. ad alimentazione diretta, in cui il calore viene generato mediante:
 - a. un bruciatore presente direttamente nel gruppo frigo. Il bruciatore può essere alimentato con metano, GPL o biomasse;
 - b. energia solare (solar cooling);
2. ad alimentazione indiretta, ovvero mediante recuperi termici da processi industriali.

2.4 Sistemi free-cooling

I sistemi free cooling sono sistemi che sfruttano l'apporto termico gratuito di un fluido ambiente (aria, o acqua) quando le condizioni termodinamiche del processo lo permettono, ovvero quando la temperatura ambiente, o dell'acqua di falda, è inferiore a quella del fluido refrigerante o dell'aria da raffreddare.

Tali sistemi sono largamente utilizzati sia in ambito terziario, sia in ambito industriale.

Dal punto di vista impiantistico i free cooler sono quasi sempre inseriti in parallelo o direttamente integrati con gruppi frigo tradizionali che garantiscono la copertura del fabbisogno di freddo nelle condizioni di picco.

Le possibili soluzioni tecnologiche sono:

- il free cooling diretto ad **aria**, ovvero sistemi che prevedono l'immissione diretta di aria negli ambienti quando l'aria esterna è più fredda di quella interna. Il free cooling diretto avviene mediante unità ad espansione diretta (roof-top) dotate di serrande che si attivano in funzione della temperatura dell'aria esterna; il free cooling indiretto con **dry cooler**, ovvero aerotermini che sfruttano direttamente l'aria esterna come fluido secondario. Esistono tuttavia soluzioni dotate di dispositivo adiabatico, ovvero di un sistema di nebulizzazione che sfrutta l'ulteriore salto termico dovuto all'evaporazione d'acqua;
- il free cooling indiretto ad **acqua di falda**, ovvero sistemi che prevedono l'impiego dell'acqua di falda per raffreddare il fluido refrigerante;
- il free cooling indiretto con **torri evaporative** in cui il fluido da raffreddare attraversa per gravità la torre, all'interno della quale viene nebulizzata acqua che cede per scambio diretto con l'aria sia calore latente che calore sensibile.

La scelta delle soluzioni sopra indicate dipende da diversi fattori quali la disponibilità di acqua, la tipologia di applicazione, il tipo di fluido da raffreddare, etc.

Si rappresenta che, a seconda della soluzione di free cooling che si intende adottare, dovrà essere individuata la corrispondente tipologia di intervento presente nella Tabella 1, di cui all'Allegato 2 al D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., ovvero:

- le tipologie di intervento *“Gruppi frigo e pompe di calore, centrali frigorifere, per la climatizzazione degli ambienti e/o surgelazione”*, ovvero *“Gruppi frigo e pompe di calore, centrali frigorifere”* devono essere adottate per:
 - a) il free cooler ad aria con raffreddamento adiabatico che sfrutta l'acqua presente in un circuito chiuso, garantendo un ridotto consumo di acqua rispetto alle torri evaporative;
 - b) l'utilizzo di acqua di falda solo nel caso la realizzazione del sistema di captazione risulta tecnicamente complesso;
- la tipologia di intervento *“Altri sistemi di free-cooling”* deve essere adottata per tutti i sistemi di free cooling che non rientrano al punto precedente.

3 IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA TERMICA

Gli impianti di produzione di energia termica possono essere adibiti alla climatizzazione di ambienti, alla produzione di acqua calda sanitaria o ad esigenze di processo (ambito industriale).

Nella presente linea guida si distinguono:

1. i sistemi a combustione, ovvero i generatori di calore;
2. i sistemi basati sul principio dei cicli frigoriferi inversi, ovvero le pompe di calore.

Oltre agli impianti sopra elencati, di seguito si riportano tutte le tipologie di interventi riportati all'interno della tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., riferiti agli impianti di produzione di energia termica. Inoltre, tra le misure comportamentali "adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti" rientrano l'installazione di sistemi di automazione e controllo.

Tipologie di intervento su impianti di produzione di energia termica <i>tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.</i>		Vita utile		
		Nuova installazione	Sostituzione	Efficientamento integrato
Settore industriale	Impianti di produzione di energia termica	10	7	5
	Gruppi frigo e pompe di calore, centrali frigorifere, ivi compresi gli impianti di surgelazione e refrigerazione	7	5	5
	Impianti per la climatizzazione degli ambienti in ambito industriale con sistemi radianti ad alta temperatura	10	7	-
	Economizzatori sulla linea fumi di impianti di produzione di energia termica	7	5	-
	Addolcitori e impianti a osmosi inversa rispettivamente per impianti termici con potenza al focolare inferiore a 100 kWt e a 2000 kWt	7	5	-
	Degasatori pressurizzati per impianti a vapore con pressioni inferiori 10 bar e potenza al focolare inferiore 5000 kW	7	5	-
	Installazione di componenti per il recupero di calore, qualora non tecnicamente possibile nella situazione ex ante, anche a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento	7	-	-
Altri sistemi di recupero di calore	3	-	-	
Settore reti, servizi e trasporti	Impianti di produzione di energia termica o frigorifera a servizio di teleriscaldamento e/o raffrescamento	10	7	5
	Componenti per il recupero di calore a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento	7	7	-
Settore civile (residenziale, terziario) e agricolo	Impianti di produzione di energia termica	10	7	5
	Gruppi frigo e pompe di calore, centrali frigorifere	10	7	7
	Economizzatori sulla linea fumi di impianti di produzione di energia termica	7	5	-
Misure comportamentali	Adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti	3	-	-

Tabella 4: tipologie di intervento su impianti di produzione di energia termica, tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

In merito alla tipologia di intervento "Installazione di componenti per il recupero di calore, qualora non tecnicamente possibile nella situazione ex ante, anche a servizio di reti di teleriscaldamento e/o

teleraffrescamento” si rappresenta che: non rientrano nella definizione di “*non tecnicamente possibile nella situazione ex ante*” gli interventi che fanno riferimento ad interventi di installazione di un sistema di recupero del calore per soddisfare un mero incremento di richiesta di energia termica delle utenze rispetto alla situazione ex ante. A titolo esemplificativo, non è considerato “*non tecnicamente possibile nella situazione ex ante*” un intervento di recupero di calore per fornire energia termica per il riscaldamento di un ambiente precedentemente non riscaldato. Ulteriori esempi di casi che non rientrano nel concetto di “*non tecnicamente possibile nella situazione ex ante*” sono relativi ad interventi che riguardano l’installazione di un sistema di recupero dell’energia termica:

- a seguito del mero incremento di calore recuperabile rispetto alla situazione ex ante, legato ad esempio all’aumento della produttività del processo a monte del sistema di recupero del calore. A titolo esemplificativo, si può fare riferimento al caso di aumento di energia termica recuperabile da un forno di cottura delle piastrelle ceramiche a seguito dell’incremento dei volumi produttivi del forno;
- da un impianto nuovo, o verosimilmente non presente nella situazione ex ante.

Per la realizzazione degli interventi riportati nella Tabella 5, il calcolo dei risparmi dovrà essere effettuato con riferimento al consumo energetico del “*Sistema tecnologico assunto come punto di riferimento*”. Pertanto, la realizzazione dei suddetti interventi verrà incentivata in relazione alla riduzione dei consumi energetici rispetto alle condizioni ex ante del sistema tecnologico assunto come punto di riferimento.

Sistema tecnologico assunto come punto di riferimento	Tipologie di intervento secondo la tabella 1 del D.M. 11 gennaio e ss.mm.ii.	Vita utile		
		Nuova installazione	Sostituzione	Efficientamento integrato
Impianti di produzione di energia termica (settore industriale)	Economizzatori sulla linea impianti di produzione di energia termica	7	5	-
	Addolcitori e impianti a osmosi inversa rispettivamente per impianti termici con potenza al focolare inferiore a 100 kWt a 2000 kWt	7	5	-
	Installazione di componenti per il recupero di calore, qualora non tecnicamente possibile nella situazione ex ante, anche a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento	7	-	-
	Altri sistemi di recupero di calore	3	-	-
Impianti di produzione di energia frigorifera (settore industriale)	Installazione di componenti per il recupero di calore, qualora non tecnicamente possibile nella situazione ex ante, anche a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento	7	-	-
	Altri sistemi di recupero di calore	3	-	-
Impianti a vapore (settore industriale)	Degasatori pressurizzati per impianti a vapore con pressioni inferiori 10 bar e potenza di focolare inferiore 5000 kW	7	5	-

Impianti di produzione di energia termica (settore reti, servizi e trasporti)	componenti per il recupero di calore a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento	7	7	-
Impianti di produzione di energia termica (settore civile (residenziale, terziario) e agricolo)	Economizzatori sulla linea fumi di impianti di produzione di energia termica	7	5	-
Impianti di produzione di energia termica (qualunque settore)	Misure comportamentali: adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti	3	-	-

Tabella 5: correlazione tra "sistema tecnologico assunto come punto di riferimento" e tipologie di intervento

Così come previsto dal D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., si specifica che, nel caso di sostituzione, ovvero di efficientamento energetico integrato di impianti di produzione di energia termica, sarà necessario effettuare il confronto tra la configurazione antecedente alla realizzazione del progetto di efficienza energetica e il macchinario installato a parità di servizio reso.

Di seguito si mostrano degli esempi di progetti di efficientamento energetico integrato per le tipologie di intervento di cui alla **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**:

- per la tipologia di intervento "Impianti di produzione di energia termica": la contestuale installazione di "Economizzatori sulla linea fumi di impianti di produzione di energia termica" e l'implementazione di un sistema di controllo innovativo;
- per le tipologie di intervento "Gruppi frigo e pompe di calore, centrali frigorifere, per la climatizzazione degli ambienti e/o surgelazione", "Gruppi frigo e pompe di calore, centrali frigorifere", "Impianti di produzione di energia termica o frigorifera a servizio di teleriscaldamento e/o raffrescamento": la contestuale sostituzione del motore elettrico del compressore della pompa di calore con uno più efficiente, dotato di inverter, e l'implementazione di un sistema di controllo innovativo.

3.1 Condizioni di ammissibilità

Ai fini dell'accesso al meccanismo dei certificati bianchi, nel caso di riqualificazione energetica di edifici, così come definita dall'art. 2, comma 1, lettere l-viciester del D.Lgs. 192/2005 e s.m.i, per **caldaie a combustibile liquido e gassoso** è necessario il rispetto del rendimento di generazione utile minimo di cui al punto 1.3.1, dell'Appendice B all'Allegato 1 al D.M. 26/06/2015, ovvero $90 + 2 \log(P_n)$ (dove $\log(P_n)$ è il logaritmo in base 10 della potenza utile nominale del generatore, espressa in kW. Per valori di P_n maggiori di 400 kW si applica il limite massimo corrispondente a 400 kW).

Nel caso di installazione di **impianti alimentati a biomasse o bioliquidi**, ai fini dell'accesso del meccanismo dei certificati bianchi, è necessario rispettare i requisiti previsti dall'Allegato 2 al D.Lgs. 28/2011 e ss.mm.ii., con riferimento:

- a) al rendimento di generazione degli impianti (85%);
- b) ai criteri e ai requisiti tecnici stabiliti dal provvedimento di cui all'articolo 290, comma 4, del D.Lgs. 152/2006, ovvero D.M. 186/2017 e s.m.i;
- c) alla tipologia di biomassa impiegata;
- d) ai laboratori accreditati al rilascio delle attestazioni circa rispetto dei precedenti punti;
- e) alle dichiarazioni dei produttori circa la corrispondenza degli impianti con quelli oggetto delle suddette attestazioni.

Pertanto, in fase di presentazione di un progetto è necessario rispettare quanto indicato nei documenti pubblicati sul sito del GSE "Interventi di efficienza energetica relativi ad impianti alimentati a biomasse e bioliquidi - chiarimenti operativi", "Procedura per la verifica del rispetto dei limiti di rendimento degli impianti alimentati a biomasse e bioliquidi" e "Chiarimenti operativi sui progetti che prevedano l'impiego di fonti rinnovabili per usi non elettrici e sul decreto-legge n. 34/2019 (D.L. Crescita)"

Nel caso di installazione di **pompe di calore**, ai fini dell'accesso al meccanismo dei certificati bianchi, è necessario rispettare i requisiti minimi prescritti dall'Allegato 2, punto 3 del D.Lgs. 28/2011 e ss.mm.ii. secondo quanto di seguito riportato.

Ambiente		Pompe elettriche			
Esterno	Interno	Ambiente esterno (°C)	Ambiente interno (°C)	COP	
Aria	Aria	Bulbo secco all'entrata: 7 Bulbo umido all'entrata: 6	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entrata: 15	3,9	
	Acqua		Potenza termica utile riscaldamento $\leq 35\text{kW}$	Temperatura entrata 30 Temperatura uscita: 35	4,1
			Potenza termica utile riscaldamento $> 35\text{kW}$		3,8
Acqua	Aria	Temperatura entrata: 15 Temperatura uscita: 12	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entrata: 15	4,7	
	Acqua	Temperatura entrata: 10	Temperatura entrata 30 Temperatura uscita: 35	5,1	
Salamoia	Aria	Temperatura entrata: 0	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entrata: 15	4,3	
	Acqua		Temperatura entrata 30 Temperatura uscita: 35	4,3	

Tabella 6: limiti di COP per pompe di calore elettriche previsti dal D.Lgs. 28/2011

Ambiente		Pompe di calore a gas		
Esterno	Interno	Ambiente esterno (°C)	Ambiente interno (°C)	COP (o GUE)
Aria	Aria	Bulbo secco all'entrata: 7 Bulbo umido all'entrata: 6	Bulbo secco all'entrata: 20	1,46
	Acqua		Temperatura entrata 30*	1,38
Acqua	Aria	Temperatura entrata: 10	Bulbo secco all'entrata: 20	1,6
	Acqua		Temperatura entrata 30*	1,56
Salamoia	Aria	Temperatura entrata: 0	Bulbo secco all'entrata: 20	1,59
	Acqua		Temperatura entrata 30*	1,47

(*) Δt : pompe di calore ad assorbimento 30-40°C

Tabella 7: limiti di COP per pompe di calore a gas previsti dal D.Lgs. 28/2011

Sia per le pompe di calore che per gli impianti alimentati a biomasse o bioliquidi, qualora contestualmente all'installazione o sostituzione di una caldaia a biomasse o di una pompa di calore venga effettuata anche la realizzazione ex novo, o una ristrutturazione rilevante dell'edificio servito dagli impianti stessi, è necessario rispettare le quote d'obbligo di integrazione delle fonti rinnovabili imposte dal D.Lgs. 28/2011 e ss.mm.ii.. Pertanto, sarà incentivabile esclusivamente la quota percentuale residuale oltre l'obbligo di legge.

A tal proposito sarà necessario fornire idonea documentazione atta a dimostrare la quota d'obbligo prevista e la quota di energia rinnovabile installata nella situazione ex post.

Si precisa che il D.Lgs. 28/2011 e ss.mm.ii. definisce le metodologie di determinazione dei rendimenti delle macchine e prescrive al punto 7 del medesimo allegato che il rispetto dei valori di rendimento sia comprovato *“tramite attestazione rilasciata da laboratori accreditati da organismi di accreditamento appartenenti allo European Co-operation for Accreditation (EA), o che abbiano stabilito accordi di mutuo riconoscimento con EA”*, ovvero che siano accreditati alla norma ISO/IEC 17025. Inoltre, *“tale attestazione deve essere accompagnata da dichiarazione del produttore circa la corrispondenza dei prodotti immessi in commercio con quelli oggetto della suddetta attestazione”*. Pertanto, in fase di presentazione di un progetto, sarà necessario fornire la dichiarazione del produttore della macchina circa il rispetto dei requisiti minimi prestazionali definiti dal D.Lgs. 28/2011 e ss.mm.ii., verificati mediante le metodologie prescritte dal succitato disposto normativo.

Infine si segnala che, per progetti che prevedano l'impiego di pompe di calore con compressori azionati da motore a combustione interna a gas, ovvero **Gas Engine Heat Pump (GEHP)**, la normativa di riferimento è quella della cogenerazione.

3.2 Generatori di calore

Per i generatori di calore i combustibili impiegati possono essere gassosi (metano, GPL, idrogeno, biogas, biometano, etc.), liquidi (gasolio, BTZ, GPL, bioliquidi, etc.) e solidi (coke, carbone, biomasse, rifiuti biodegradabili, parzialmente biodegradabili o non biodegradabili, etc.), mentre i fluidi termovettori possono essere acqua calda, acqua surriscaldata, vapore, aria o olio diatermico.

Gli interventi di efficienza energetica riguardanti gli impianti di produzione di energia termica possono essere legati a nuove installazioni e sostituzione di impianti o a revamping degli stessi.

In particolare, i progetti di revamping che generano risparmi energetici addizionali sono:

- installazione di economizzatori sulla linea fumi;
- installazione di sistemi di trattamento delle acque: sistemi di addolcimento per generatori di piccole potenza, sistemi ad osmosi inversa per generatori di potenze medio-basse;
- installazione di degasatori pressurizzati;
- installazione di sistemi di controllo.

Con riferimento ai progetti di efficienza energetica presentati nell'ambito del meccanismo, nonché alla letteratura di settore e alle normative di riferimento di seguito sono indicati i valori di rendimento medio annuale (del solo sistema di generazione) delle soluzioni tecnologiche standard ad oggi installabili.

Tali valori, distinti per vettore energetico, prescindono dall'ambito di applicazione degli impianti.

Si precisa che, per sistemi di generazione di energia termica con fluidi termovettori intermedi (tipicamente olio diatermico per la generazione di acqua calda surriscaldata o vapore) il rendimento della soluzione tecnologica standard è determinato rispetto al fluido di interfaccia con l'utenza. Ad esempio, per sistemi di produzione di acqua surriscaldata con utilizzo di olio diatermico come fluido intermedio, il valore di rendimento della soluzione tecnologica standard è pari a 92%. Sarà, invece, pari a 89%, come indicato nella tabella seguente, qualora sia impiegato direttamente olio diatermico nel processo produttivo.

	Fluido termovettore di interfaccia con l'utenza					
	Acqua calda			Aria calda	Vapore, acqua surriscaldata	Olio diatermico
	0-5 MW	5,01-15 MW	>15,01 MW			
Aree metanizzate	95%	92%	91%	91%	92%	89%
Aree non metanizzate	91%	88%				

Tabella 8: Rendimenti medi annuali di riferimento dei generatori di calore a combustione

3.3 Pompe di calore

La pompa di calore è una macchina basata su un ciclo frigorifero in grado di trasferire il calore da una sorgente a bassa temperatura a un pozzo a temperatura maggiore e presenta le stesse caratteristiche tecnologiche descritte nei paragrafi precedenti.

Le pompe di calore, quindi, possono essere a compressione, con azionamento meccanico del compressore mediante motore elettrico (di seguito, pompe di calore elettriche) o mediante un motore a combustione interna, o ad assorbimento. Quest'ultime necessitano di attivazione termica mediante la fiamma diretta di un combustibile oppure del calore recuperato da un sistema di cogenerazione o da un altro processo industriale. Sia per le macchine a compressione, sia per quelle ad assorbimento esistono modelli polivalenti in grado di soddisfare contemporaneamente la richiesta di energia termica e frigorifera, sotto forma di acqua o aria.

Le principali sorgenti termiche delle pompe di calore sono tipicamente l'aria, l'acqua (acque superficiali, di sottosuolo, di processo, di scarico) e il sottosuolo (è previsto l'impiego di sonde geotermiche verticali o orizzontali). Ciò qualifica le pompe di calore rispettivamente come aerotermiche, idrotermiche e geotermiche. Quando è impiegato come sorgente termica il calore prodotto da pannelli solari si parla di pompe di calore elio-assistite.

I fluidi termovettori impiegati sul "lato utenza" delle pompe di calore sono comunemente l'acqua, l'aria o lo stesso fluido refrigerante.

Con riferimento ai progetti di efficienza energetica presentati nell'ambito del meccanismo, nonché alla letteratura di settore, ai dati Eurovent, alle normative di riferimento, di seguito sono indicati i valori di COP e EER (o GUE) (al 100% del carico nominale) delle soluzioni tecnologiche standard ad oggi installabili.

Ambiente		Pompe Elettriche					
Esterno	Interno	Riscaldamento			Raffrescamento		
		Ambiente esterno (°C)	Ambiente interno (°C)	COP	Ambiente (°C)	Ambiente interno (°C)	EER
Aria	Aria	Bulbo secco all'entrata: 7	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entrata 15	3,9**	Bulbo secco all'entrata: 35 Bulbo umido all'entrata: 24	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entrata 15	3,4**
	Acqua	Bulbo umido all'entrata: 6	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	4,1**		Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18	
Acqua	Aria	Temperatura entrata: 15 Temperatura uscita: 12	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entrata 15	4,7**	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entrata 19	4,4**
	Acqua	Temperatura entrata: 10	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	5,7*		Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18	5,9*
Salamoia	Aria	Temperatura entrata: 0	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entrata 15	4,3**		Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entrata 19	4,4**
	Acqua	Temperatura entrata: 0	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	4,3**				Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18

*Elaborazione GSE su dati Eurovent

** D. Lgs. 28/2011

Tabella 9: COP_{standard} e EER_{standard} di riferimento per pompe di calore elettriche

4 INDIVIDUAZIONE DELLA SOLUZIONE DI BASELINE ED ALGORITMI

Nelle seguenti tabelle sono indicati gli algoritmi da adottare e la soluzione tecnologica di baseline con cui confrontarsi a seconda della tipologia di intervento che si andrà a realizzare.

Si precisa che, nei casi in cui nelle seguenti tabelle le formule non sono espressamente indicate, l'algoritmo dovrà essere indicato dal soggetto proponente.

Nomenclatura	Definizione
GFC	Gruppo frigo a compressione elettrico condensato ad aria o ad acqua
GFC aria	Gruppo frigo a compressione elettrico condensato ad aria
GFC acqua	Gruppo frigo a compressione elettrico condensato ad acqua
GFC con free cooling integrato	Gruppo frigo a compressione elettrico condensato ad aria o ad acqua con free cooling integrato
GFA	Gruppo frigo ad assorbimento diretto o indiretto
GFA diretto	Gruppo frigo ad assorbimento diretto
GFA indiretto	Gruppo frigo ad assorbimento indiretto
PdCc	Pompa di calore a compressione elettrica con produzione simultanea di energia termica e frigorifera condensata ad aria o ad acqua
PdCc aria	Pompa di calore a compressione elettrica condensata ad aria
PdCc acqua	Pompa di calore ad assorbimento elettrica condensata ad acqua
PdCa	Pompa di calore ad assorbimento diretto o indiretto
GEHP	Gruppo frigo o pompa di calore a compressione gas con motore endotermico
Free cooling	Free cooling diretto o indiretto

Tabella 10: Nomenclatura di riferimento per le Tabella 11 e Tabella 12

ENERGIA FRIGORIFERA		
Sostituzione		
Situazione ex ante	Situazione ex post	Formula
GFC	GFC	1
GFC	GFA diretto	2
	GFA indiretto	3
GFC	Free cooling diretto adiabatico	4
GFC	Free cooling indiretto ad acqua di falda	4
GFA	GFA	-
GFC	Altri sistemi di free cooling	4
Qualsiasi soluzione tecnologica	GFC con free cooling integrato*	--
Nuova installazione		
Soluzione tecnologica di baseline	Situazione ex post	Formula
GFC aria standard	GFC aria	1
GFC acqua standard	GFC acqua	1
GFC	GFA diretto	2
GFC	GFA indiretto	3
GFC	Altri sistemi di free cooling	4
GFC	GFC con free cooling integrato*	-
GFC	Free cooling diretto adiabatico	4
GFC	Free cooling indiretto ad acqua di falda	4

*Per la rendicontazione dei risparmi è necessario determinare la quota di energia frigorifera prodotta dalla sezione free cooling rispetto a quella prodotta dal circuito frigorifero, in quanto il progetto di efficienza energetica relativo all'installazione di un GFC con free cooling integrato è costituito da due tipologie di intervento caratterizzate da differenti vite utili. Pertanto, per interventi effettuati ad esempio nel settore industriale, si avrà "Gruppi frigo e pompe di calore, centrali frigorifere, ivi compresi gli impianti di surgelazione e refrigerazione" e "Altri sistemi di free cooling".

Tabella 11: Individuazione della soluzione tecnologica di baseline ed algoritmi per la produzione di energia frigorifera

ENERGIA TERMICA		
Sostituzione		
Situazione ex ante	Situazione ex post	Formula
Caldaia olio diatermico	Caldaia vapore	5
Caldaia vapore		5
Caldaia vapore	Caldaia acqua	5
Generatore aria		5
Caldaia acqua		5
Caldaia olio diatermico	Caldaia olio diatermico	5
Generatore aria	Generatore aria	5
Caldaia	PdCc	6
	PdCa	7
PdCc	PdCc	8
	PdCa	--
PdCa	PdCa	--
Nuova installazione		
Soluzione tecnologica di baseline	Situazione ex post	Formula
Caldaia vapore standard	Caldaia vapore	5
Caldaia acqua standard	Caldaia acqua	5
Caldaia olio diatermico standard	Caldaia olio diatermico	5
Generatore aria standard	Generatore aria	5
Caldaia standard	PdCc aria	6
PdCc aria standard*		8
Caldaia standard	PdCc acqua	6
PdCc acqua standard*		8
Caldaia standard	PdCa	7

(*) per applicazioni a bassa temperatura, ovvero per applicazioni in cui la temperatura media di progetto al condensatore è inferiore a 40°C

Tabella 12: Individuazione della soluzione tecnologica di baseline ed algoritmi per la produzione di energia termica

Sistema tecnologico assunto come punto di riferimento	Intervento secondo la tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.	Formula
impianti di produzione di energia termica (settore industriale)	economizzatori sulla linea impianti di produzione di energia termica	5
	addolcitori e impianti a osmosi inversa rispettivamente per impianti termici con potenza al focolare inferiore a 100 kWt e a 2000 kWt	5
	Installazione di componenti per il recupero di calore, qualora non tecnicamente possibile nella situazione ex ante, anche a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento	--
	altri sistemi di recupero del calore	--
impianti di produzione di energia frigorifera (settore industriale)	Installazione di componenti per il recupero di calore, qualora non tecnicamente possibile nella situazione ex ante, anche a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento	--
	altri sistemi di recupero del calore	--
impianti a vapore (settore industriale)	degasatori pressurizzati per impianti a vapore con pressioni inferiori 10 bar e potenza al focolare inferiore 5000 kW	4
impianti di produzione di energia termica (settore reti, servizi e trasporti)	componenti per il recupero di calore a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento	--
impianti di produzione di energia termica (settore civile (residenziale, terziario) e agricolo)	installazione di economizzatori sulla linea fumi di impianti di produzione di energia termica	4
impianti di produzione di energia termica (qualunque settore)	misure comportamentali: adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti	--

Tabella 13: formula da adottare per il calcolo dei risparmi per gli interventi di cui Tabella 5

Produzione di energia frigorifera

Per le installazioni riferite alla Tabella 11 e Tabella 13, gli algoritmi per il calcolo dei risparmi sono i seguenti:

Formula	Algoritmo
1	$RISP = \left(\frac{1}{EER_{baseline}} - \frac{1}{EER_{expost}} \right) \times E_{frigo} \times f_e$
2	$RISP = \frac{1}{EER_{baseline}} \times E_{frigo} \times f_e - E_{th} \times f_t - E_{aux} \times f_e$
3	$RISP = \frac{1}{EER_{baseline}} \times E_{frigo} \times f_t - E_{aux} \times f_e$
4	$RISP = \frac{1}{EER_{baseline}} \times E_{frigo} - E_{el, free cooling} \times f_e$

Tabella 14: Algoritmi di calcolo dei risparmi per la produzione di energia frigorifera

dove:

- $EER_{baseline}$ è stato definito nei precedenti paragrafi;
- EER_{expost} = valore orario misurato nelle condizioni ex post, pari a:

$$EER_{expost} = \frac{E_{frigo}}{E_{elettrica}}$$

con

- E_{frigo} = energia frigorifera ceduta all'utenza [MWh];
- $E_{elettrica}$ = energia assorbita dal solo compressore [MWh];
- E_{th} = valore orario misurato dell'energia termica associata al combustibile utilizzato [MWh];
- E_{aux} = autoconsumi elettrici [MWh];
- $E_{el, free cooling}$ = consumi elettrici del sistema di free cooling [MWh];
- f_e = fattore di conversione pari a 0,187 tep/MWh, in caso di prelievo di energia elettrica dalla rete elettrica nazionale;
- f_t = fattore di conversione pari a 0,086 tep/MWh_t.

Si precisa che, nel caso di sostituzione di impianti condensati ad aria con impianti condensati ad acqua, sarà necessario considerare il maggiore consumo elettrico legato ai sistemi ausiliari di questi ultimi.

Produzione di energia termica

Per le installazioni riferite alla Tabella 12 e Tabella 13, gli algoritmi per il calcolo dei risparmi sono i seguenti:

Formula	Algoritmo
5	$RISP = \left(\frac{1}{\eta_{baseline}} - \frac{1}{\eta_{expost}} \right) \times E_{termica} \times f_t$
6	$RISP = \frac{E_{termica}}{\eta_{baseline}} \times f_t - E_{e_PdCc} \times f_e$
7	$RISP = \frac{E_{termica}}{\eta_{baseline}} \times f_t - E_{t_PdCa} \times f_t$
8	$RISP = \left(\frac{1}{COP_{baseline}} - \frac{1}{COP_{expost}} \right) \times E_{termica} \times f_e$

Tabella 15: Algoritmi di calcolo dei risparmi per la produzione di energia termica

dove:

- $\eta_{baseline}$ è il valore di cui alla

	Fluido termovettore di interfaccia con l'utenza					
	Acqua calda			Aria calda	Vapore, acqua surriscaldata	Olio diatermico
	0-5 MW	5,01-15 MW	>15,01 MW			
Aree metanizzate	95%	92%	91%	91%	92%	89%
Aree non metanizzate	91%	88%				

- Tabella 8 in caso di nuove installazioni, mentre è pari a rendimento della situazione ex ante in caso di sostituzione della caldaia;
- η_{expost} = valore misurato nelle condizioni ex post, pari a:

$$\eta_{expost} = \frac{E_{termica}}{E_{comb}}$$

con

- $E_{termica}$ = energia termica netta ceduta all'utenza [MWh];
- E_{comb} = energia termica in ingresso al sistema di generazione del calore [MWh];
- E_{e_PdCc} = energia elettrica assorbita dalla pompa di calore a compressione elettrica [MWh];
- E_{t_PdCa} = energia termica primaria (del combustibile) assorbita dalla pompa di calore ad assorbimento diretto [MWh];
- COP della pompa di calore della situazione ex ante;
- COP_{expost} = valore orario misurato nelle condizioni ex post, pari a:

$$COP_{expost} = \frac{E_{termica}}{E_{elettrica}}$$

con

- $E_{termica}$ = energia termica netta ceduta all'utenza [MWh];
- $E_{elettrica}$ = energia assorbita dal solo compressore [MWh];
- f_t = fattore di conversione pari a 0,086 tep/MWh_t;
- f_e = fattore di conversione pari a 0,187 tep/MWh_e, in caso di prelievo di energia elettrica dalla rete elettrica nazionale.

Nel caso di variazione del combustibile di alimentazione o del fluido di processo (ad es. sostituzione di impianti alimentati con combustibili gassosi o liquidi con impianti a biomasse, sostituzione di impianti condensati ad aria con impianti condensati ad acqua, etc.), sarà necessario considerare nel calcolo dei risparmi l'eventuale variazione dei consumi elettrici tra la configurazione ante e post legati agli ausiliari degli impianti oggetto di intervento.

5 METODOLOGIA ADOTTATA PER LA PRESENTE GUIDA

Rispetto ai **gruppi frigo a compressione elettrici**, i valori di EER di riferimento (riferiti alla sola fase di compressione, senza quindi considerare i consumi degli ausiliari) riportati in Tabella 3 sono gli stessi di quelli indicati dal D.Lgs. 28/2011, ad eccezione di quelli aria-acqua e acqua-acqua, ottenuti a partire dai dati presenti sul sito Eurovent. In particolare, l'analisi è stata effettuata individuando, per diverse fasce di potenza e classi energetiche, la numerosità di gruppi frigo presenti nel database Eurovent. Per ogni fascia di potenza è stato individuato un campione di apparecchi di riferimento, **il cui perimetro è stato ottenuto sommando ciascun valore percentuale di presenza sul mercato degli apparecchi a partire dalla classe energetica più elevata fino al raggiungimento della classe energetica mediante la quale si è ottenuto un valore cumulato di presenza sul mercato pari al 75% del totale degli apparecchi presenti nel database Eurovent**. Il valore di EER è stato calcolato come media pesata tra la numerosità dei prodotti e l'EER relativo alla classe energetica corrispondente.

La formula per il calcolo dei risparmi dei gruppi frigo a compressione è stata definita a partire da quanto indicato nella scheda tecnica 35E del D.M. 28 dicembre 2012, considerando come variabili che influenzano i consumi energetici le temperature delle sorgenti e la percentuale di carico. In particolare, è stato introdotto un coefficiente correttivo " K_{carico} " che permette di definire il valore dell'EER di baseline per il calcolo dei risparmi. La funzione di correlazione è quella rappresentata nel grafico in Figura 2 ed è stata ottenuta analizzando diverse schede tecniche di gruppi frigo e individuando un andamento medio dell'EER ai carichi parziali fino ad un fattore di carico del 25%. Per fattori di carico inferiori al 25% si è fatto riferimento ai valori della UNI TS 11300 parte 3.

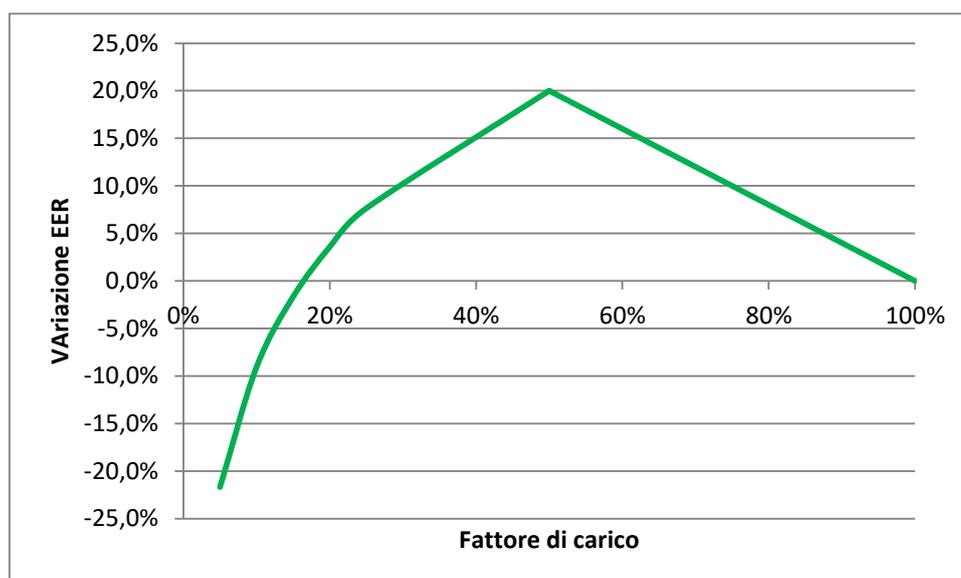


Figura 2: Variazione percentuale del EER in funzione del fattore di carico

I dati disponibili hanno portato all'individuazione di un andamento lineare dell'EER per fattori di carico compresi tra il 100% e il 50%. Tale andamento, invece, risulta logaritmico per fattori di carico compresi tra il 50% e il 5%. I dati di riferimento sono riportati in Tabella 16.

Si precisa che l'analisi non ha preso in considerazione i sistemi ad espansione diretta con fluido refrigerante ammoniac (R717) e anidride carbonica (R744).

Fattore di carico	Variazione EER
100%	0,0%
75%	10,0%
50%	20,0%
25%	7,6%
20%	3,6%
15%	-1,7%
10%	-9,1%
5%	-21,7%

Tabella 16: Variazione del EER in funzione del fattore di carico

Rispetto ai **gruppi frigo ad assorbimento**, visto che la soluzione di riferimento in caso di nuova installazione è costituita da un gruppi frigo a compressione elettrici, non è stata effettuata l'analisi per l'individuazione del EER di riferimento.

Rispetto ai **generatori di calore a combustione**, i rendimenti medi annuali di riferimento riportati in

	Fluido termovettore di interfaccia con l'utenza					
	Acqua calda			Aria calda	Vapore, acqua surriscaldata	Olio diatermico
	0-5 MW	5,01-15 MW	>15,01 MW			
Aree metanizzate	95%	92%	91%	91%	92%	89%
Aree non metanizzate	91%	88%				

Tabella 8 sono stati ottenuti come di seguito:

- *aria calda*, valore medio dei rendimenti ricavati dall'analisi dei prodotti attualmente disponibili in commercio;
- *vapore e acqua surriscaldata*, valore ritenuto indicativo sulla base dei rendimenti ex ante indicati dagli operatori nei vari progetti a consuntivo presentati al GSE;
- *olio diatermico*, valore medio dei rendimenti ricavati dall'analisi dei prodotti attualmente disponibili in commercio.

Nel caso di acqua calda come fluido termovettore è stata effettuata una suddivisione per fasce di potenza e per aree di installazione (metanizzate e non metanizzate). In particolare, si sono considerati i valori riportati nel D.M. 26 giugno 2015 e nel Regolamento 2015/2402 per fasce di potenza inferiori a 5 MW (potenza termica nominale), nonché i dati emersi dall'analisi del "Annuario 2016 – Il riscaldamento urbano, AIRU" per le fasce di potenza superiori. Nello specifico, per l'individuazione dei valori di rendimento per le aree metanizzate, si sono considerati i valori riferiti alle caldaie a gas, mentre per le aree non metanizzate sono stati considerati i valori di rendimento delle caldaie a biomassa (al netto di quelle con rendimento inferiore all'85%) e a gasolio. I dati sono stati infine confrontati con quelli presenti nel database del GSE.

Si precisa che i rendimenti indicati in

	Fluido termovettore di interfaccia con l'utenza					
	Acqua calda			Aria calda	Vapore, acqua surriscaldata	Olio diatermico
	0-5 MW	5,01-15 MW	>15,01 MW			
Aree metanizzate	95%	92%	91%	91%	92%	89%
Aree non metanizzate	91%	88%				

Tabella 8 sono stati calcolati con riferimento ai seguenti PCI: 8.250 kcal/Sm³ per il gas naturale, 10.200 kcal/kg per il gasolio, 9.800 kcal/kg per il BTZ e 11.000 kcal/kg per il GPL.

Rispetto alle **pompe di calore elettriche**, l'approccio adottato per la definizione del COP e dell'EER di riferimento (Tabella 9), nonché dell'algoritmo di calcolo dei risparmi, è il medesimo di quello adottato per i gruppi frigo a compressione. Anche in questo caso è stato possibile individuare una certa correlazione tra il fattore di carico e il valore del COP di una pompa di calore. Tuttavia, dal momento che è risultato che il COP fosse costante per fattori di carico tra il 50% e 100%, in un'ottica di semplificazione del programma di misura, non si ritiene necessario applicare un fattore correttivo all'algoritmo in quanto la variazione al di sotto del 50% del carico risulta poco significativa.

Rispetto alle **pompe di calore ad assorbimento**, visto che la soluzione di riferimento, in caso di nuova installazione, è costituita da una caldaia, non è stata effettuata l'analisi per l'individuazione dei COP di riferimento.

Per progetti che prevedano l'impiego di pompe di calore con compressori azionati da motore a combustione interna a gas, ovvero **Gas Engine Heat Pump (GEHP)**, la normativa di riferimento è quella della cogenerazione.

6 BIBLIOGRAFIA

- Annuario 2016 – Il riscaldamento urbano, AIRU;
- D.M. 26 giugno 2015, Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici;
- REGOLAMENTO DELEGATO (UE) 2015/2402 DELLA COMMISSIONE del 12 ottobre 2015 che rivede i valori di rendimento di riferimento armonizzati per la produzione separata di energia elettrica e di calore in applicazione della direttiva 2012/27/UE del Parlamento europeo e del Consiglio e che abroga la decisione di esecuzione 2011/877/UE della Commissione;
- Regolamento UE n. 813/2013, Recante modalità di applicazione della direttiva 2009/125/CE del Parlamento europeo e del Consiglio in merito alle specifiche per la progettazione ecocompatibile degli apparecchi per il riscaldamento d’ambiente e degli apparecchi di riscaldamento misti;
- Monografia “La pompa di calore per un comfort sostenibile”, RSE, 2013, www.rse-web.it;
- UNI/TS 11300-4:2012;
- D.Lgs. 3 marzo 2011 , n. 28, Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE;
- Definizione di una metodologia per l’audit energetico negli edifici ad uso residenziale e terziario, RSE, Report RdS/2011/143;
- UNI/TS 11300-3:2010;
- D.M. 6 agosto 2009, Disposizioni in materia di detrazioni per le spese di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, ai sensi dell'articolo 1, comma 349, della legge 27 dicembre 2006, n. 296;
- D.M. 20 luglio 2004, Nuova individuazione degli obiettivi quantitativi per l'incremento dell'efficienza energetica negli usi finali ai sensi dell'art. 9, comma 1, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79;
- D.P.R. 15-11-1996 n. 660, Regolamento per l'attuazione della direttiva 92/42/CEE concernente i requisiti di rendimento delle nuove caldaie ad acqua calda, alimentate con combustibili liquidi o gassosi.



CERTIFICATI BIANCHI
Allegato 2.6 alla Guida Operativa

Guide Settoriali

IL SERVIZIO IDRICO INTEGRATO

INDICE

1	GLI IMPIANTI E LE INFRASTRUTTURE DEL SERVIZIO IDRICO INTEGRATO	3
1.1	Servizi di acquedotto	3
1.2	Servizi di depurazione	4
1.3	Servizi di fognatura	6
2	DESCRIZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE E DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA	8
2.1	Servizi di acquedotto	9
2.1.1	<i>Impianti di dissalazione</i>	9
2.1.2	<i>Impianti di potabilizzazione</i>	10
2.1.3	<i>Re-layout delle reti</i>	10
2.1.4	<i>Perdite di rete</i>	11
2.2	Servizi di depurazione	12
2.2.1	<i>La linea dell'aria compressa nelle vasche di ossidazione</i>	12
2.2.2	<i>Sistemi di movimentazione dei reflui nelle vasche di ossidazione</i>	13
2.2.3	<i>Membrane a ultrafiltrazione</i>	13
2.3	Interventi di efficientamento energetico integrato.....	14
2.4	Ulteriori interventi di efficienza energetica.....	14
3	INDIVIDUAZIONE DEGLI ALGORITMI PER IL CALCOLO DEI RISPARMI ENERGETICI ADDIZIONALI	16
3.1	Sistemi di pompaggio.....	17
3.2	Servizio di acquedotto	17
3.3	Servizi di depurazione.....	19
4	BIBLIOGRAFIA	22

1 GLI IMPIANTI E LE INFRASTRUTTURE DEL SERVIZIO IDRICO INTEGRATO

La presente guida vuole fornire le metodologie di calcolo dei risparmi di energia primaria relativi agli interventi previsti dal D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii. In particolare, nel documento saranno indicati gli interventi di efficienza energetica realizzabili sull'intero Servizio Idrico Integrato (di seguito SII), definito dal D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. come *"l'insieme dei servizi pubblici di captazione, adduzione e distribuzione di acqua ad usi civili di fognatura e di depurazione delle acque reflue"*.

Le principali fasi del processo sono di seguito elencate:

1. captazione delle acque;
2. trattamento delle acque;
3. trasporto delle acque grezze o potabilizzate (adduzione e distribuzione);
4. trasporto dei reflui civili e industriali;
5. depurazione dei reflui civili e industriali.

Di seguito si riporta uno schema semplificato di un SII che indica le principali fasi del processo:

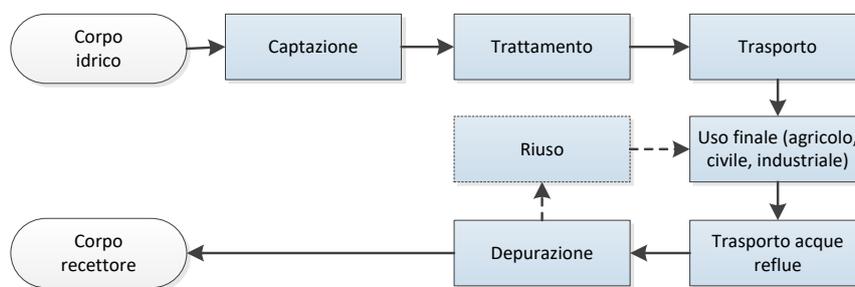


Figura 1: schema del servizio idrico integrato

Ad ognuno di tali servizi sottendono specifiche infrastrutture e processi che presentano peculiarità e tecnologie, e quindi consumi energetici, che dipendono da numerose variabili. A titolo esemplificativo e non esaustivo:

1. nella fase di captazione e trattamento delle acque: la tipologia di corpo idrico (superficiale - come fiume, lago, invaso artificiale, acque piovane - o sotterraneo - come sorgenti, falde sotterranee superficiali o profonde) e le caratteristiche dello stesso (caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua, portate dell'acqua, profondità delle falde, etc.);
2. nella fase di trasporto delle acque grezze o potabilizzate: distanza e dislivello fra il corpo idrico di captazione e l'utenza;
3. nella fase di trasporto delle acque trattate e dei reflui civili e industriali: la conformazione del territorio e le caratteristiche delle utenze o degli impianti di depurazione;
4. nella fase di depurazione dei reflui civili industriali: le caratteristiche dei reflui da trattare e dei corpi ricettivi di scarico, nonché le portate trattate.

1.1 Servizi di acquedotto

Gli impianti acquedottistici prevedono tre fasi di processo: la captazione, la potabilizzazione e l'immissione in rete di distribuzione.

La captazione e l'immissione in rete sono le fasi generalmente più energivore; in particolare gli impianti da acque sotterranee con prelievo tramite pozzo presentano, per la fase di pompaggio, maggiori consumi energetici rispetto agli impianti da acque superficiali. Di contro questi ultimi presentano maggiori consumi legati alla fase di potabilizzazione a causa dell'alta variabilità della qualità dell'acqua elaborata e quindi dei maggiori trattamenti da effettuare. Le tecnologie adottate variano a seconda della tipologia di inquinante da dover trattare e molte di esse sono le stesse utilizzate negli impianti di depurazione.

Il sistema di trasporto delle acque potabilizzate ha il compito di distribuire l'acqua dai punti di trattamento ai serbatoi di raccolta (rete di adduzione) e successivamente, tramite la rete di distribuzione, alle varie utenze.

I consumi energetici sono essenzialmente connessi ai sistemi di pompaggio e dipendono da numerose variabili come le portate, l'orografia del territorio, le tipologie di condotte (ovvero condotte che lavorano a gravità - in pressione o a pelo libero - o in sollevamento), le interconnessioni tra le condotte, la numerosità e la tipologia di serbatoi di raccolta e la tipologia di rete di distribuzione, che varia in funzione della localizzazione, tipologia, numerosità e densità delle utenze.

Secondo i dati del 2014 presentati nel *"Blue Book 2017: il settore idrico in Italia"* di Utilitalia, la rete acquedottistica italiana risulta alquanto vetusta, con più del 60% dell'infrastruttura posata da oltre 30 anni ed il 25% da oltre 50 anni; queste percentuali salgono nelle reti dei centri abitati.

Le tubazioni sono per circa il 33% in PVC, 28% in acciaio-ferro, 24% in ghisa (di cui la metà è costituita da "ghisa grigia" e quindi ad elevata fragilità) e 12% in materiale cementizio.

Le perdite di rete sono mediamente del 35%, con picchi del 45% nel Centro e nel Sud, contro il 26% del Nord.

1.2 Servizi di depurazione

Gli impianti di trattamento delle acque reflue civili e/o industriali hanno lo scopo di depurare i reflui dalle sostanze organiche e inorganiche, sedimentabili e non, al fine di permettere lo scarico delle acque trattate nel corpo idrico recettore entro i limiti di legge, o l'eventuale riuso delle acque stesse.

Quasi sempre, specialmente nel caso di sistemi fognari misti, a monte del depuratore è presente uno scolmatore, che ha lo scopo di regolare e gestire i flussi di reflui in ingresso agli impianti di depurazione.

A livello impiantistico, a seconda dei differenti limiti normativi allo scarico si possono avere differenti configurazioni:

1. impianti di piccola potenzialità, dove è previsto solamente il trattamento primario (trattamenti preliminari, sedimentazione/chiariflocculazione e disinfezione);
2. impianti dove è previsto il trattamento primario e secondario (con un trattamento biologico per la rimozione della sostanza organica);
3. impianti che prevedono il trattamento terziario (rimozione di azoto e fosforo) per lo scarico in aree sensibili o per gli scarichi sul suolo.

Secondo i dati di Utilitalia aggiornati al 2014, il 95% degli impianti presenti prevede un trattamento almeno secondario e circa il 78% anche un trattamento terziario. Circa l'86% dei reflui trattati sono di natura civile, mentre il 12% di natura industriale ed il 2% ha altra provenienza.

In Figura 2 è riportato uno schema completo di un impianto di depurazione, dove è evidenziata in nero la linea acqua e in rosso la linea fanghi (si precisa che le specifiche sotto fasi di processo possono presentare una sequenzialità differente da quella indicata).

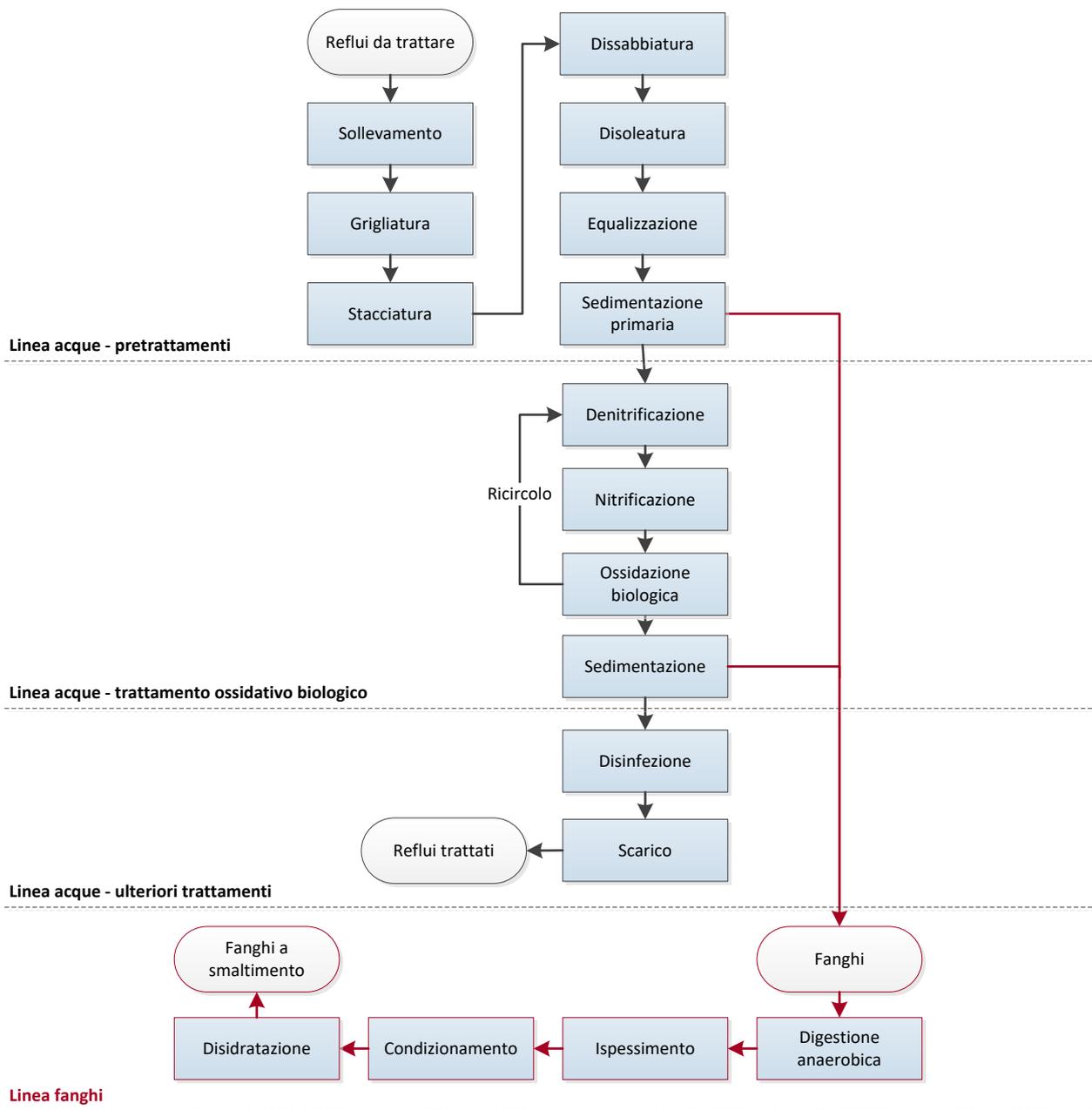


Figura 2: flusso del processo tipo di un impianto di depurazione

La **linea acque** prevede tre fasi principali di processo:

1. *pretrattamento*: durante questa fase le sostanze sedimentabili vengono eliminate dal refluo proveniente dal sistema fognario. Le sotto fasi di processo consistono nella grigliatura, staccatura, dissabbiatura, disoleatura, equalizzazione e sedimentazione primaria.

Nel pretrattamento i consumi energetici sono connessi agli impianti di produzione di aria compressa (utilizzata per la pulizia delle attrezzature e per l'insufflaggio di aria in alcune sotto fasi di trattamento) e ai motori elettrici utilizzati per la sminuzzatura, la raccolta degli oli, gli agitatori e la movimentazione dei fanghi e dei reflui;

2. *trattamento ossidativo biologico*: durante questa fase il refluo viene depurato delle sostanze organiche presenti nell'acqua, grazie all'impiego di specifici microrganismi.

Gli impianti più diffusi e a maggiore efficienza di depurazione sono quelli a fanghi attivi. Molto spesso durante questo trattamento avviene la rimozione dell'azoto presente nei reflui con processi di denitrificazione e nitrificazione.

Negli impianti a fanghi attivi, l'ossidazione avviene tramite l'impiego di batteri aerobici. L'aerazione dei reflui può essere effettuata mediante aerazione meccanica (rimescolamento continuo della superficie del refluo) o mediante insufflazione d'aria o di ossigeno. Al fine di migliorare la solubilità dell'ossigeno nel refluo, lo stesso viene costantemente mantenuto in movimento mediante agitatori. I consumi energetici, pertanto, sono connessi al funzionamento di tali componenti;

3. *ulteriori trattamenti* di affinamento del grado di depurazione: in questa fase possono essere attuati ulteriori trattamenti come la sedimentazione secondaria, la chiariflocculazione, la filtrazione su tela o la disinfezione (che può avvenire o tramite l'impiego di cloro e acido peracetico, o tramite ozonizzazione o attraverso i raggi UV).

In questo caso i consumi energetici sono connessi ai motori elettrici utilizzati per la movimentazione dei fanghi e dei reflui, alle lampade UV e agli eventuali impianti di produzione di ozono.

La **linea fanghi** prevede il trattamento dei fanghi derivanti dalla linea acque, che vengono stabilizzati per permetterne lo smaltimento o il riuso. Secondo i dati di Utilitalia, al 2014, circa il 75% dei fanghi è destinato al riutilizzo, prevalentemente in agricoltura e per il compostaggio.

I principali trattamenti dei fanghi sono:

1. la *stabilizzazione biologica*, effettuata generalmente con impianti di digestione anaerobica, ma possono essere presenti anche impianti aerobici;
2. l'*ispessimento* (finalizzato alla riduzione del contenuto di acqua nei fanghi), che può essere effettuato per sedimentazione (gravità o flottazione) o centrifugazione. I consumi elettrici sono legati ai motori delle pompe, delle tramogge e dei raschiatori, nonché alle centrifughe o sistemi di aerazione;
3. il *condizionamento* (finalizzato alla riduzione del contenuto di acqua presente nelle sostanze colloidali), quasi sempre realizzato mediante l'impiego di sostanze chimiche;
4. la *disidratazione*, che può essere effettuata mediante:
 - a) sistemi meccanici, ovvero centrifugazione o filtrazione (sotto vuoto, con i filtri a nastro, a pori e a dischi; sotto pressione, con filtropresse, presse a vite e nastropresse);
 - b) sistemi termici, ovvero essiccatori o forni di incenerimento.

I consumi energetici variano sensibilmente in funzione dal carico idraulico e della caratteristica dei reflui (carico organico dei reflui, carico di nutrienti e presenza di altri inquinanti).

1.3 Servizi di fognatura

Il sistema di trasporto fognario convoglia i reflui dalle varie utenze agli impianti di depurazione. Anche in questo caso le variabili che influenzano i consumi sono molteplici e del tutto simili a quelle sopra indicate. I

consumi energetici della rete fognaria, comunque, sono in generale decisamente inferiori a quelli degli acquedotti in quanto è ancora prevalente il sistema di trasporto a gravità.

Secondo i dati di Utilitalia, al 2014, il 50% delle reti è di tipo misto a gravità (la percentuale sale a oltre il 70% nei grandi centri urbani), mentre il 37% è costituito da reti di acque nere separate a gravità; il 9% è costituito da reti per la raccolta di acque meteoriche ed il 3% è legato a reti di acque nere in pressione.

2 DESCRIZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE E DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA

Di seguito si riporta una tabella di sintesi di alcuni interventi realizzabili nel SII. In particolare, gli interventi sono suddivisi per tipologia di servizio (acquedotti, depurazione e fognatura) e sezione di impianto del servizio stesso. Per ogni singolo intervento, inoltre, viene riportata la modalità di accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi.

Servizio idrico	Sezione di impianto del servizio idrico	Intervento	Tipo progetto
ACQUEDOTTO	Sistemi di pompaggio	Installazione o sostituzione sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter	PC
			PC
	Impianti di dissalazione	--	PC
	Impianti di potabilizzazione	Realizzazione o efficientamento di nuovi impianti di potabilizzazione	PC
	Re-layout delle reti	Realizzazione di tratti di rete	PC
		Realizzazione di sistemi di pompaggio	PC
		Realizzazione di impianti di pompaggio	PC
		Realizzazione di serbatoi di accumulo	PC
	Perdite di rete	Contestuale realizzazione/dismissione/sostituzione di serbatoi di accumulo, sistemi di pompaggio, tratti di rete	PC
		Gestione e controllo delle pressioni	PC (mc)
Adozione di tecniche di controllo attivo delle perdite		PC (mc)	
	Modifica dei layout e rinnovo su ampia scala dell'infrastruttura	PC	
DEPURAZIONE	Installazione motori, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter		PS o PC
	Sistemi di pompaggio	Installazione o sostituzione sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter	PC
			PC
	Trattamento ossidativo biologico	Sostituzione di sistemi di produzione e distribuzione dell'aria compressa	PC
		Sostituzione dei sistemi di diffusione dell'aria compressa	PC
		Sostituzione di sistemi di movimentazioni dei reflui	PC
		Realizzazione di nuove vasche di ossidazione biologica	PC
	Linea fanghi	Membrane a ultrafiltrazione per impianti di depurazione	PC
Installazione o sostituzione di nuove centrifughe		PC	
Installazione o sostituzione di nuovi sistemi di disidratazione meccanici		PC	
	Installazione o sostituzione di sistemi di disidratazione termici	PC	
FOGNATURA	Installazione motori, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter		PS o PC
	Sistemi di pompaggio	Installazione o sostituzione sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter	PC

PC: progetto a consuntivo;

PC(mc): progetto a consuntivo, misure comportamentali;

PS: progetto standard.

Tabella 1: tipologie di interventi realizzabili nel SII

Per il SII la tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii. indica i seguenti interventi:

Tipologia intervento	Vita utile (anni)		
	Nuova installazione	Sostituzione	Efficientamento integrato
Efficientamento reti elettriche, del gas e idriche	-	7	7
Sistemi a bolle fini per impianti di depurazione	7	5	-
Impianti di produzione dell'aria compressa	7	5	5
Membrane a ultrafiltrazione per impianti di depurazione	7	5	-
Motori, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter	7	5	-
Sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter	7	5	5

Tabella 2: tipologie di interventi riconducibili al SII della tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

Inoltre, tra le misure comportamentali *“adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti”* rientrano i sistemi di automazione e controllo. Per tale intervento, il calcolo dei risparmi dovrà essere effettuato con riferimento al consumo specifico del *“sistema tecnologico assunto come punto di riferimento”*. Pertanto, l'installazione di sistema di controllo verrà incentivata in relazione alla riduzione dei consumi energetici rispetto alle condizioni ex ante del sistema tecnologico assunto come punto di riferimento.

Si precisa che, tutti gli interventi indicati [all'interno della Tabella 1 del presente documento](#), eccezion fatta per quelli che compaiono [all'interno della Tabella 1, dell'Allegato 2 al D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.](#), ricadono nella tipologia di intervento *“efficientamento reti elettriche, del gas e idriche”*. Per accedere alla tipologia di intervento *“efficientamento reti elettriche, del gas e idriche”* sarà possibile realizzare anche uno solo degli interventi di cui alla Tabella 1 del presente documento.

2.1 Servizi di acquedotto

2.1.1 Impianti di dissalazione

Attualmente, la dissalazione rappresenta un'importante fonte idrica alternativa per la produzione di acqua potabile, soprattutto nelle aree caratterizzate da scarsità idrica cronica. Le principali tecnologie di dissalazione disponibili si possono distinguere in processi termici e processi fisici, a seconda che l'energia utilizzata sia principalmente di tipo termico o meccanico. I primi processi separano i sali dall'acqua tramite evaporazione e condensazione, mentre i secondi fanno uso di membrane selettive che captano le particelle solide dall'acqua da trattare. Gli impianti MSF (Multi-Stage Flash) e MED (Multiple Effects Distillation) appartengono alla prima categoria, mentre quelli RO (Reverse Osmosis) alla seconda. Il processo più energivoro è rappresentato dalla tecnologia MSF mentre il processo di osmosi inversa si sta affermando soprattutto nelle recenti installazioni sia per il suo minor consumo specifico che per i recenti sviluppi tecnologici.

Le possibili aree di miglioramento, data la complessità di tali impianti, sono assai variegata: dalla sostituzione tecnologica o revamping impiantistico (es: l'impiego delle più recenti tecnologie di osmosi avanzata-FO/deionizzazione capacitiva o l'ibridizzazione dell'impianto stesso) alla sostituzione di singoli componenti (quali pompe, generatori di calore o membrane più efficienti).

2.1.2 Impianti di potabilizzazione

La complessità impiantistica degli impianti di potabilizzazione è legata alle caratteristiche chimico-fisiche delle acque in ingresso e in uscita, ovvero alla tipologia di fonte di approvvigionamento (acque superficiali, acque profonde), nonché alle portate in gioco (che comporta la presenza o meno di un equalizzatore).

Per le acque superficiali, l'art. 80 del D.gs. 152/2006 e s.m.i. identifica, a seconda della categoria di appartenenza dell'acqua da trattare, tre tipologie di impianti e livelli di trattamento:

- categoria A1: trattamento fisico semplice e disinfezione;
- categoria A2: trattamento fisico e chimico normale e disinfezione;
- categoria A3: trattamento fisico e chimico spinto, affinamento e disinfezione.

In particolare, gli impianti con trattamenti fisici semplici sono impianti in cui sono presenti solo le fasi di grigliatura, sedimentazione, staccatura e filtrazione.

Gli impianti con trattamenti fisico-chimici normali e spinti sono invece impianti in cui è presente la fase di chiariflocculazione e quelle necessarie alla correzione delle caratteristiche chimiche dell'acqua (ad es. addolcimento, stabilizzazione, deferrizzazione, demanganizzazione, desilicizzazione, fluorazione e defluorazione, aerazione).

Agli impianti sopra indicati possono aggiungersi ulteriori trattamenti quali:

- la disinfezione: possibile grazie a processi chimici (clorazione, cloro-ammoniazione, ozonizzazione) e/o fisici (irraggiamento con raggi ultravioletti (UVC), attinizzazione, processi oligodinamici);
- l'affinamento: possibile grazie ai seguenti all'aerazione, la chiariflocculazione, la disinfezione, l'adsorbimento su carbone attivo.

Per gli impianti di potabilizzazione da acque profonde la complessità impiantistica è decisamente inferiore e le fasi di trattamento che è possibile identificare sono: ossidazione, adsorbimento su carboni attivi, disinfezione e accumulo finale.

A seconda della complessità impiantistica, gli interventi di efficienza energetica possono interessare l'intero impianto o solo una fase di trattamento.

2.1.3 Re-layout delle reti

Per re-layout delle reti si intende la realizzazione contestuale di tutti o parte degli interventi (installazione, dismissione, sostituzione) su sistemi di pompaggio, tratti di rete e serbatoi; rientra in questa casistica anche la realizzazione di interconnessioni tra acquedotti.

Molto spesso questi interventi sono connessi alla realizzazione di interventi di distrettualizzazione, meglio descritti nei paragrafi successivi.

Interventi di questo tipo comportano:

1. un'ottimizzazione del bilanciamento delle reti tra punti di prelievo (maggiore sfruttamento dell'energia potenziale, utilizzo di pozzi con minore prevalenza, etc.) ed utilizzo;
2. una riduzione delle perdite idriche;
3. una riduzione delle perdite di carico nelle condotte.

2.1.4 Perdite di rete

Una parte delle perdite idriche totali deriva da quantitativi apparentemente persi, che scaturiscono da volumi sottratti senza autorizzazione, per esempio allacci abusivi, o da errori di misura dei contatori (*perdite idriche apparenti*). Le *perdite idriche reali*, calcolate come differenza tra perdite idriche totali e apparenti, rappresentano la componente fisica delle perdite dovute a corrosione o deterioramento delle tubazioni, rotture o giunzioni difettose.

Le perdite idriche reali possono essere ridotte e gestite attraverso gli interventi di seguito indicati.

2.1.4.1 Gestione e controllo delle pressioni

Come ampiamente evidenziato in letteratura, la riduzione della pressione e dei transitori di pressione nella condotta dovuta alla gestione delle valvole è in assoluto la strategia di maggiore efficacia tra quelle possibili. Infatti la frequenza media con cui si verificano le rotture e la quantità di acqua dispersa dipendono quasi linearmente dalla pressione di esercizio. È perciò necessario ridurre e gestire efficientemente le pressioni nella rete al fine di ridurre le perdite, pur erogando la minima pressione operativa richiesta.

Una delle possibili tecniche per la riduzione delle sollecitazioni alle quali è sottoposta la rete, è l'installazione di valvole di riduzione sulla rete di distribuzione (Pressure Valve Reduction-PVR), al fine di modulare la pressione al valore desiderato evitando pressioni in eccesso e picchi che porterebbero al decadimento meccanico delle condotte.

Ai fini del controllo delle pressioni, invece, la distrettualizzazione della rete è una delle tecniche più efficaci. Questa consiste nella suddivisione del sistema idrico in piccoli "distretti" con un numero limitato di ingressi e uscite, monitorati tramite misuratori di portata (comporta una fase di modellazione matematica del comportamento della rete, individuazione di aree a pressioni omogenee, inserimento di valvole di chiusura e PVR, e molto spesso ridimensionamento dei sistemi di pompaggio e interventi di re-layout come sopra indicato).

Sono generalmente individuabili due tecniche di distrettualizzazione: DMA (District Metering Areas) e PMA (Pressure Managed Areas). La principale differenza tra le due tecniche consiste nell'installazione nelle PMAs di sistemi di monitoraggio delle pressioni e gestione-controllo dei flussi dai serbatoi e dei sistemi di pompaggio. Si tratta di software che, quasi in tempo reale rispetto alla curva di domanda delle singole aree, regolano gli azionamenti degli inverter delle varie pompe e delle PVR.

2.1.4.2 Adozione tecniche di controllo attivo delle perdite

Per tecniche di controllo attivo delle perdite si intendono tutte quelle metodologie che consentono di identificare proattivamente perdite non segnalate e localizzarle puntualmente. Si possono distinguere due fasi principali: monitoraggio e circoscrizione delle perdite e conseguente localizzazione puntuale.

Il monitoraggio e circoscrizione delle perdite può avvenire mediante:

1. sistemi di misurazione installati sulla rete (ad esempio durante i lavori di re-layout o distrettualizzazione);
2. sistemi di prelocalizzazione satellitare.

La localizzazione puntuale delle perdite, invece, può avvenire mediante tecniche di "pinpointing" di tipo acustico e non acustico.

Infine, si ritengono particolarmente vantaggiosi gli interventi di protezione delle condotte, mediante l'installazione di sistemi di protezione catodica.

Si precisa che, ai fini dell'accesso al meccanismo dei certificati bianchi, sono ammissibili esclusivamente le tecniche monitoraggio e circoscrizione delle perdite.

2.1.4.3 Modifica dei layout e rinnovo su ampia scala dell'infrastruttura

Tra le strategie più onerose dal punto di vista economico è possibile indentificare il rinnovamento della rete su ampia scala secondo piani di intervento anche di medio-lungo tempo. Come indicato nei paragrafi precedenti, la rigenerazione degli asset di rete comprende la sostituzione o il reling di intere condotte e l'installazione/sostituzione/dimissione di nuove sistemi di pompaggio o serbatoi. Contestualmente a tali interventi è possibile prevedere l'installazione valvole PVR, misuratori di portata e pressione.

2.2 Servizi di depurazione

Come indicato nei precedenti paragrafi, la sezione più energivora negli impianti di depurazione è quella del trattamento ossidativo biologico della linea acque, legato alle fasi di rimozione delle sostanze organiche, dell'azoto e del fosforo. I consumi energetici sono connessi principalmente agli impianti di produzione e diffusione dell'aria, nonché ai sistemi di agitazione dei reflui all'interno delle vasche.

2.2.1 La linea dell'aria compressa nelle vasche di ossidazione

La linea di produzione dell'aria compressa è composta dalla sezione di produzione, distribuzione e diffusione dell'aria.

La *produzione di aria compressa* utilizzata per l'ossidazione dei carichi inquinanti avviene tramite l'utilizzo di compressori o soffianti (in caso di elevate portate e basse pressioni). Le pressioni di esercizio variano in base alle applicazioni ma sono solitamente inferiori a 3 bar.

Le principali tipologie di compressori utilizzate sono quelle a lobi, a vite o centrifughi. La scelta della tipologia di compressore varia in funzione della portata di aria richiesta e della pressione di impianto: per basse portate e livelli di pressione intorno ai 3 bar vengono utilizzati compressori a vite, mentre nel caso di pressioni intorno ad 1 bar, ma elevate portate, si utilizzano i compressori centrifughi. Negli impianti che presentano delle richieste variabili nel corso dell'anno sono presenti due diverse tipologie di compressori che possono coprire l'intero range di funzionamento richiesto dall'impianto di depurazione, con maggiore efficienza del sistema.

Sul mercato, inoltre, sono presenti compressori con tecnologie ibride nelle quali si sfrutta il principio di funzionamento dei compressori a vite ma con profili delle viti similari a quelli a lobi.

Il sistema di generazione dell'aria compressa è spesso gestito mediante appositi sistemi di regolazione delle portate dell'aria prodotta in funzione delle reali necessità delle vasche di ossidazione attraverso delle apposite sonde immerse nelle vasche. Infatti, sulla base delle misure dei parametri caratteristici dei reflui (COD, Ammonio, fosforo), è possibile regolare la portata di aria prodotta in funzione del reale fabbisogno.

In alcuni impianti di depurazione l'aria compressa è stata sostituita con l'utilizzo di ossigeno puro in modo da aumentare le potenzialità e la resa della fase di ossidazione.

Tra i sistemi di *diffusione dell'aria* maggiormente utilizzati vi sono quelli a bolle fini, i quali offrono un'elevata resa di trasferimento di ossigeno (SOTE¹ superiore al 20%) e una riduzione del consumo di energia elettrica delle soffianti. I terminali di diffusione possono essere ceramici, o a membrana e con geometrie tubolari o a disco. La loro efficienza varia in funzione della sommergezza, della dimensione delle bolle, dei flussi d'aria specifici sui diffusori, della densità dei diffusori in vasca nonché della loro disposizione.

In generale, l'efficienza energetica di aerazione delle linee di aria compressa è quantificabile con il parametro SAE (Standard Aeration Efficiency), espresso in kgO₂/kWh e tiene conto del contributo congiunto delle **due** sezioni di impianto sopra indicate (produzione e distribuzione).

2.2.2 Sistemi di movimentazione dei reflui nelle vasche di ossidazione

Negli impianti di depurazione i mixer hanno la funzione di movimentare i liquami, per garantire l'omogeneizzazione in vasca ed una maggiore efficacia di assorbimento dell'ossigeno da parte dei batteri. Per tale motivo l'utilizzo di mixer ha un impatto diretto sulla resa del processo di abbattimento degli inquinanti.

I due principali sistemi di mixer utilizzati nei sistemi di depurazione sono ad eiezione o a miscelazione.

I mixer ad eiezione sono sistemi di insufflaggio di aria (eiettori aria-acqua) o di acqua (idroiettori) costituiti principalmente da una pompa e da un ugello per l'immissione di aria o acqua, che consentono la movimentazione del fluido nelle vasche di trattamento. I mixer a miscelazione sono invece costituiti da un motore elettrico che movimenta un'elica che imprime il moto al fluido da trattare. L'utilizzo dei sistemi ad eiezione o a miscelazione varia in base alle condizioni di funzionamento dell'impianto (ad esempio in funzione della tipologia di refluo da trattare, della forma e dimensioni della vasca etc.).

2.2.3 Membrane a ultrafiltrazione

La sezione dell'impianto di depurazione nella quale si trovano le membrane a ultrafiltrazione è quella relativa al processo biologico. La filtrazione del refluo, a seguito di pretrattamenti di depurazione, può essere realizzata attraverso l'utilizzo di membrane a ultrafiltrazione, impiegate in due differenti configurazioni impiantistiche:

- *side-stream*, dove il refluo viene inviato all'unità di filtrazione esterna;
- *sub merged membrane*, dove le membrane sono nella vasca dei fanghi attivi, e il refluo da trattare viene aspirato tramite le membrane filtranti.

Una volta filtrato, il permeato viene inviato ai successivi passaggi di depurazione o direttamente allo scarico. Il consumo energetico di tale sezione è relativo alla richiesta d'aria compressa per lo scuotimento delle membrane per pulirle dal fango accumulato, affinché esse possano mantenersi efficienti nel tempo. Oltre ai diffusori d'aria sommersi, per lo scuotimento possono essere presenti anche delle pompe operanti in controcorrente per il controlavaggio delle membrane. Il materiale di cui sono costituite (polipropilene) consente loro di subire torsioni senza subire danni.

Le ragioni principali che inducono a rimuovere i depositi dalle superficie delle membrane sono molteplici, tra cui: mantenere un'efficienza operativa massima, prevenire danni permanenti alle membrane, mantenere

¹ SOTE, Standard Oxygen Transfer Efficiency, espresso in termini percentuali come il rapporto tra il contenuto di ossigeno trasferito ed il contenuto di ossigeno in aria

l'integrità del processo, mitigare i danni alle componenti a valle delle unità di filtrazione. Il controlavaggio è la tecnica più diffusa di pulizia delle membrane. Ci sono però incrostanti che non vengono rimossi dai controlavaggi e per essi è richiesto l'aggiunta di agenti chimici che aumentano l'efficienza di rimozione.

Ogni tipologia di pulizia ha diverse caratteristiche:

- controlavaggio: processo ad intermittenze regolari;
- lavaggio ad aria: strategia di mantenimento tra un ciclo di controlavaggio e l'altro, migliora il trasferimento di massa, effettua un'azione di scuotimento sulle fibre della membrana stessa;
- risciacquo: processo da realizzare anche contemporaneamente al ciclo di filtrazione oppure durante il controlavaggio;
- lavaggio chimico o controlavaggio chimico: metodo utilizzato come strategia di mantenimento realizzato per abbattere principalmente i depositi organici;
- lavaggio sul posto: tecnica usata come strategia di ripristino a seguito di sporco pesante e persistente.

2.3 Interventi di efficientamento energetico integrato

Di seguito vengono forniti alcuni esempi di progetti di efficienza energetica per le tipologie di intervento riportate all'interno della Tabella 2 del presente documento, che prevedono la casistica di efficientamento energetico integrato:

- per gli *“Impianti di produzione dell'aria compressa”*, la contestuale sostituzione dei motori elettrici dei sistemi di produzione dell'aria compressa con motori più efficienti dotati di inverter e l'adozione di un sistema di controllo dei compressori in funzione della quantità di reflui attualmente presenti nelle vasche di ossidazione;
- per i *“sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter”*, la contestuale sostituzione dei motori dei sistemi di pompaggio con motori più efficienti e la sostituzione delle giranti con giranti caratterizzate da migliori prestazioni fluidodinamiche;

Nei casi di efficientamento integrato, il calcolo dei risparmi dovrà essere effettuato con riferimento al consumo specifico del *“Sistema tecnologico assunto come punto di riferimento”*, ad esempio i risparmi relativi al primo dei precedenti esempi dovranno essere quantificati rispetto alla riduzione dei consumi energetici tra ex ante ed ex post dei sistemi di produzione dell'aria compressa. Pertanto, la realizzazione dei sopra indicati interventi verrà incentivata in relazione alla riduzione dei consumi specifici rispetto alle condizioni ex ante del sistema tecnologico assunto come punto di riferimento.

2.4 Ulteriori interventi di efficienza energetica

In aggiunta agli specifici interventi sopra descritti, è possibile considerare anche i seguenti interventi di efficienza energetica:

- per la linea fanghi degli impianti di depurazione: come sopra descritto, le sezioni della linea fanghi più energivore sono quella di ispessimento e quella di disidratazione. Gli interventi possibili in queste sezioni riguardano l'installazione o sostituzione di componenti più efficienti come motori, pompe, centrifughe, filtropresse, essiccatori e forni;
- per la linea acqua degli impianti di depurazione: nella sezione di pretrattamento, gli interventi possibili riguardano l'installazione o sostituzione di componenti più efficienti come motori e pompe;

- nella rete fognaria, i possibili interventi riguardano l'installazione di sistemi di pompaggio più efficienti.

3 INDIVIDUAZIONE DEGLI ALGORITMI PER IL CALCOLO DEI RISPARMI ENERGETICI ADDIZIONALI

La seguente tabella elenca brevemente gli interventi realizzabili, le modalità di presentazione e gli indicatori caratteristici delle diverse sezioni di impianto del SII, in riferimento a quanto previsto dalla Tabella 1 dell'Allegato 2 al D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii..

Servizio idrico	Sezione di impianto del servizio idrico	Intervento	Tipo progetto	Indicatore	Algoritmo	
ACQUEDOTTO	Sistemi di pompaggio	Installazione o sostituzione sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter	PC	Rendimento	1	
	Impianti di dissalazione	--	PC	kWh/m ³ **	2	
	Impianti di potabilizzazione	Realizzazione o efficientamento di nuovi impianti di potabilizzazione	PC	kWh/m ³ **	2	
	Re-layout delle reti	Realizzazione di tratti di rete	PC	kWh/m ³ **	3	
		Realizzazione di sistemi di pompaggio	PC	kWh/m ³ **	3	
		Realizzazione di impianti di pompaggio	PC	kWh/m ³ **	3	
		Realizzazione di serbatoi di accumulo	PC	kWh/m ³ **	3	
		Contestuale realizzazione/dismissione/sostituzione di serbatoi di accumulo, sistemi di pompaggio, tratti di rete	PC	kWh/m ³ **	3	
	Perdite di rete	Gestione e controllo delle pressioni	PC (mc)	kWh/m ³ **	3	
		Adozione di tecniche di controllo attivo delle perdite	PC (mc)	kWh/m ³ **	3	
Modifica dei layout e rinnovo su ampia scala dell'infrastruttura		PC	kWh/m ³ **	3		
DEPURAZIONE	Installazione motori, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter		PS o PC	--	--	
	Sistemi di pompaggio	Installazione o sostituzione sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter	PC PC	Rendimento	1	
	Trattamento ossidativo biologico	Sostituzione di sistemi di produzione e distribuzione dell'aria compressa		PC	SAE	4
		Sostituzione dei sistemi di diffusione dell'aria compressa		PC	da valutare	da valutare
		Sostituzione di sistemi di movimentazioni dei reflui		PC	SAE	4
		Realizzazione di nuove vasche di ossidazione biologica		PC	SAE	4
		Membrane a ultrafiltrazione per impianti di depurazione		PC	Nm ³ /m ² /h, -**	5, -**
	Linea fanghi	Installazione o sostituzione di nuove centrifughe		PC	da valutare	da valutare
		Installazione o sostituzione di nuovi sistemi di disidratazione meccanici		PC	da valutare	da valutare
		Installazione o sostituzione di sistemi di disidratazione termici		PC	da valutare	da valutare
FOGNATURA	Installazione motori, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter		PS o PC	--	--	
	Sistemi di pompaggio	Installazione o sostituzione sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter	PC	Rendimento	1	

Progetti a consuntivo;

PC(mc): Progetto a consuntivo, misure comportamentali;

PS: progetti standard

*Nei casi meglio precisati nel paragrafo 3.2 l'indicatore da considerare è kWh/m³/m

** Qualora siano presenti ulteriori componenti per la pulizia delle membrane (ad es. le pompe per il controllavaggio) andrà individuato un opportuno indice di consumo specifico e algoritmo di calcolo per la rendicontazione dei risparmi legati all'intervento

Tabella 3: algoritmi di calcolo dei risparmi

Di seguito si riporta più dettagliatamente quali sono le informazioni minime da trasmettere per la presentazione di progetti relativi agli interventi precedentemente descritti e gli algoritmi per il calcolo dei risparmi.

3.1 Sistemi di pompaggio

Di seguito è riportato l'algoritmo per la contabilizzazione dei risparmi generabili da interventi sui sistemi di pompaggio.

n.	Algoritmo
1	$RISP = \sum \left[\left(\frac{\eta_{post}}{\eta_{bas}} - 1 \right) \times E_{post} \right] \times f_e$

essendo:

- RISP il risparmio di energia primaria, espresso in tep;
- η_{bas} , η_{post} i rendimenti da scheda tecnica delle pompe nella situazione di baseline ed ex post;
- E_{post} l'energia elettrica consumata dalla pompa nella situazione ex post;
- f_e il fattore di conversione pari a 0,000187 tep/kWh, in caso di prelievo di energia elettrica dalla rete elettrica nazionale.

Il valore di rendimento della pompa deve essere quello complessivo della macchina comprensivo della quota idraulica, volumetrica e meccanica. Il dato da considerare è quello da scheda tecnica nelle condizioni nominali di progetto.

Il programma di misura, pertanto, dovrà prevedere la misura giornaliera dei seguenti parametri di controllo e parametri funzionali all'algoritmo:

- E_{post} , consumi di energia elettrica di ciascuna pompa [kWh];
- Volumi di acqua elaborati dal sistema di pompaggio [m³].

Al fine di garantire una corretta individuazione del contesto di riferimento, in fase di presentazione di un progetto sarà necessario fornire una tabella di sintesi, così come mostrato di seguito, con relativa documentazione di supporto (documenti di progetto, schede tecniche, etc.).

Parametri descrittivi	u.m.	Baseline			Ex Post		
		Stazione di pompaggio 1	....	Stazione di pompaggio n	Stazione di pompaggio 1	....	Stazione di pompaggio n
Tipologia di pompa	--						
Portata	m ³ /h						
Prevalenza	m						
Potenza	kW						
Presenza inverter	Si/No						
Efficienza della pompa in condizioni nominali di progetto	%						
Efficienza del motore	%						
Anno di installazione	--						

Tabella 4: tabella di sintesi da fornire per interventi sui sistemi di pompaggio

3.2 Servizio di acquedotto

Di seguito è riportato l'algoritmo per la contabilizzazione dei risparmi generabili da interventi su impianti di dissalazione o potabilizzazione; l'algoritmo può essere adottato per l'intero impianto o per sezioni di impianto.

n.	Algoritmo
2	$RISP = \sum [(CS_{bas} - CS_{post}) \times W_{out_post}] \times f_e$

essendo:

- RISP il risparmio di energia primaria, espresso in tep;
- CS_{bas} , CS_{post} i consumi specifici dell'impianto o della sezione d'impianto, definiti come rapporto tra l'energia elettrica consumata e i volumi di acqua in uscita dall'impianto o dalla sezione di impianto stessa nella situazione di baseline ed ex post [kWh/m³];
- W_{out_post} i volumi di acqua in uscita dall'impianto o dalla sezione d'impianto nella situazione ex post [m³];
- f_e il fattore di conversione pari a 0,000187 tep/kWh, in caso di prelievo di energia elettrica dalla rete elettrica nazionale.

Nel rispetto della definizione di "risparmio addizionale", si precisa che il confronto tra la situazione di baseline ed ex post deve avvenire a parità di qualità dell'acqua in uscita. In caso di variazione tra le due configurazioni, sarà necessario introdurre opportuni coefficienti di normalizzazione.

Di seguito è riportato l'algoritmo per la contabilizzazione dei risparmi generabili da interventi di re-layout o di riduzione delle perdite di rete.

n.	Algoritmo
3	$RISP = \left(\frac{\sum EE_{bas}}{\sum W_{aut_bas} + \sum W_{exp_bas}} - \frac{\sum EE_{post}}{\sum W_{aut_post} + \sum W_{exp_post} - \Delta W_{app}} \right) \times (\sum W_{aut_post} + \sum W_{exp_post} - \Delta W_{app}) \times f_e$

essendo:

- RISP il risparmio di energia primaria, espresso in tep;
- EE l'energia elettrica consumata dai sistemi di pompaggio [kWh];
- $\sum W_{aut}$ la somma dei volumi autorizzati forniti alle utenze (fatturati o non fatturati) [m³];
- $\sum W_{exp}$ la somma dei volumi esportati verso altri sistemi acquedottistici [m³];
- ΔW_{app} la differenza tra le perdite apparenti nella situazione di baseline ed ex post. Tale termine è da applicarsi solo se maggiore di zero [m³];
- f_e il fattore di conversione pari a 0,000187 tep/kWh, in caso di prelievo di energia elettrica dalla rete elettrica nazionale.

Il programma di misura dovrà prevedere il monitoraggio giornaliero dei seguenti parametri:

- consumi di energia elettrica dei sistemi di pompaggio [kWh];
- W_{aut} , volumi autorizzati ceduti alle utenze [m³];
- W_{exp} , volumi esportati verso altri sistemi [m³].

Si rappresenta che sarà possibile effettuare un monitoraggio con una frequenza diversa da quella giornaliera nel caso in cui il proponente dimostri che le misure effettuate siano comunque rappresentative dei consumi e dei volumi annuali e tengano conto delle possibili variazioni e influenze delle variabili operative che le caratterizzano.

Inoltre, dovranno essere quantificate le perdite apparenti (W_{app}) nella situazione di baseline e, con frequenza pari a quella di rendicontazione, le perdite apparenti nella situazione ex post (fornendo adeguata documentazione a supporto dei valori individuati).

Nel rispetto della definizione di “risparmio addizionale”, si precisa che, qualora vengano effettuati interventi che comportano una variazione della prevalenza dei sistemi di pompaggio tra la situazione ex ante ed ex post, sarà necessario garantire che il calcolo dei risparmi venga effettuato a parità di condizioni (ovvero di prevalenza della situazione ex post). Pertanto, l’algoritmo 3 dovrà essere modificato prevedendo l’introduzione dell’indicatore $kWh/m^3/m_{prevalenza}$.

A titolo esemplificativo, alcune casistiche possono essere ricondotte alle seguenti: realizzazione di interventi di re-layout e realizzazione, potenziamento o dismissioni di sistemi di pompaggio; realizzazione di interconnessioni tra sistemi acquedottistici.

Al fine di garantire una corretta individuazione di tutte le variabili che influenzano i consumi energetici, nonché del contesto di riferimento, in fase di presentazione di un progetto sarà necessario fornire una tabella di sintesi, così come riportato di seguito, supportata da relativa documentazione (documenti di progetto, schede tecniche, etc.).

Parametri descrittivi	u.m.	Baseline				Ex post			
Perdite di rete									
M1a – perdite idriche lineari*	$m^3/km /gg$								
W_{Ltot} *	m^3								
W_{in} *	m^3								
W_{out} *	m^3								
W_{app}	m^3								
Misuratori per la misura di W_{aut}	n.								
W_{aut}	m^3								
Misuratori per la misura di W_{exp}	n.								
W_{exp}	m^3								
L_p *	Km								
M1b – perdite idriche percentuali*	%								
Sistemi di pompaggio		Stazione di pompaggio 1	....	Stazione di pompaggio n		Stazione di pompaggio 1	....	Stazione di pompaggio n	
Tipologia di pompa	--								
Portata	m^3/h								
Prevalenza	m								
Potenza	kW								
Presenza inverter	Si/No								
Efficienza della pompa in condizioni nominali di progetto	%								
Efficienza del motore	%								
Anno di installazione	--								
Serbatoi		Serbatoio 1	....	Serbatoio n		Serbatoio 1	....	Serbatoio n	
Prevalenza	m								

*Definizione degli indicatori come da Deliberazione del 27 dicembre 2017 917/2017/R/IDR Allegato A, artt. 7 e 8

Tabella 5: tabella di sintesi da fornire per interventi sul servizio di acquedotto

3.3 Servizi di depurazione

Di seguito è riportato l’algoritmo per la contabilizzazione dei risparmi generabili da interventi nella sezione di trattamento ossidativo biologico.

n.	Algoritmo
4	$RISP = \left(\frac{1}{SAE_{bas}} - \frac{1}{SAE_{post}} \right) \times kgO_2 \times f_e$

essendo:

- RISP il risparmio di energia primaria, espresso in tep;
- kgO₂ la quantità di ossigeno presente nel volume di aria elaborato dal sistema di produzione dell'aria compressa nella situazione ex post e pari alla quantità di aria (espressa in Sm³) per 0,285 kgO₂/Sm³_{aria}² ;
- SAE_{baseline} (Standard Aeration Efficiency) l'efficienza di aerazione in condizioni reali riferita alla soluzione di baseline [kgO₂/kWh] pari al rapporto tra i kgO₂ forniti e l'energia elettrica consumata dal sistema di produzione dell'aria compressa;
- SAE_{ex post} l'efficienza di aerazione in condizioni reali riferita alla soluzione ex post, pari al rapporto tra i kgO₂ forniti e l'energia elettrica consumata dal sistema di produzione dell'aria compressa;
- f_e il fattore di conversione pari a 0,000187 tep/kWh, in caso di prelievo di energia elettrica dalla rete elettrica nazionale.

Il programma di misura dovrà prevedere il monitoraggio giornaliero dei seguenti parametri:

- portata d'aria fornita al sistema di produzione [Sm³/h];
- energia elettrica consumata dal sistema di produzione dell'aria compressa [kWh]. Si specifica che nel caso in cui l'intervento preveda la contestuale sostituzione dei mixer, dovranno essere monitorati anche tali consumi;
- concentrazione dell'ossigeno disciolto nelle vasche di ossidazione [ppmO₂].

Nel rispetto della definizione di "risparmio addizionale", si precisa che il SAE_{baseline} non può essere un valore fisso, ma dipenderà dalla quantità di O₂ prodotto; pertanto dovrà essere definita un'opportuna funzione in relazione alla quantità dell'ossigeno prodotto. Inoltre, al fine di garantire una corretta individuazione di tutte le variabili che influenzano i consumi energetici, dovrà essere effettuato il calcolo dei seguenti parametri nelle condizioni ex post:

- SOTR, Standard Oxygen Transfer Rate [kgO₂/h];
- SOTE, Standard Oxygen Transfer Efficiency [%].

Infine, in fase di presentazione di un progetto, sarà necessario fornire una tabella di sintesi, così come riportato di seguito, supportata da relativa documentazione (documenti di progetto, schede tecniche, etc.).

Parametri descrittivi	u.m.	Baseline	Ex post
SOTR	kgO ₂ /h		
SOTE	%		
Tipologia di impianto di produzione	--		
Aria	Nm ³ /h		
Potenza elettrica sistema di produzione	kW		

² Calcolato considerando una densità dell'aria di 1,225 kg/Sm³ e la frazione massica dell'ossigeno del 23,3%

Tipologia di sistema di diffusione	--		
Potenza elettrica mixer	kW		
SAE	kgO ₂ /kWh		
Valore medio annuo di COD in ingresso	mg/l		
Valore medio annuo di COD in uscita	mg/l		
Valore medio annuo di Azoto in ingresso	mg/l		
Valore medio annuo di Azoto in uscita	mg/l		
Valore medio annuo di Fosforo in ingresso	mg/l		
Valore medio annuo di Fosforo in uscita	mg/l		
Portata media annua trattata	m ³		
Abitanti equivalenti	AE		

Tabella 6: tabella di sintesi da fornire per interventi sulla sezione di trattamento ossidativo biologico

Di seguito è riportato l'algoritmo per la contabilizzazione dei risparmi generabili dall'intervento di installazione di membrane a ultrafiltrazione.

n.	Algoritmo
5	$RISP = [(AS_{baseline} - AS_{ex\ post}) \times CS_{aria\ compressa} \times S] \times f_e$

essendo:

- RISP il risparmio di energia primaria, espresso in tep;
- $AS_{baseline}$ la richiesta di aria specifica per lo scuotimento delle membrane ante intervento, espressa in [Nm³/h/m²];
- $AS_{ex\ post}$ la richiesta di aria specifica per lo scuotimento delle membrane post intervento, espressa in [Nm³/h/m²];
- $CS_{aria\ compressa}$ consumo specifico dei compressori a servizio delle membrane, espresso in [kWh/Nm³];
- S Superficie delle membrane in esercizio, espressa in m²;
- f_e il fattore di conversione pari a 0,000187 tep/kWh, in caso di prelievo di energia elettrica dalla rete elettrica nazionale.

Il programma di misura dovrà prevedere la misura del consumo di energia elettrica consumata dai compressori e della quantità di aria compressa richiesta per lo scuotimento delle membrane come variabile operativa. Per interventi di "Nuova installazione" in impianti di depurazione di reflui civili, il valore di riferimento da adottare per la richiesta di aria specifica per lo scuotimento delle membrane a ultrafiltrazione pari a 0,25 Nm³/h/m², funzione della superficie delle membrane. Qualora siano utilizzati ulteriori componenti per la pulizia delle membrane (ad esempio le pompe per il controlavaggio), il soggetto proponente dovrà proporre un algoritmo di calcolo idoneo, differente dall'algoritmo di calcolo n. 5 della presente guida settoriale, per determinare i risparmi energetici addizionali conseguibili sulla base della specifica configurazione dell'impianto oggetto di intervento.

4 BIBLIOGRAFIA

- Relazione 11 aprile 2018, 268/2018/I/IDR, “*Relazione di trasmissione dell’elenco degli interventi necessari e urgenti per il settore idrico ai fini della definizione della sezione «acquedotti» del piano nazionale di cui all’articolo 1, comma 516, della legge n. 205/2017*”;
- Deliberazione 27 dicembre 2017, 917/2017/R/IDR, “*Regolazione della qualità tecnica del servizio idrico integrato ovvero di ciascuno dei singoli servizi che lo compongono (RQTI)*”;
- Deliberazione 23 febbraio 2017, 89/2017/R/IDR, “*Chiusura dell’indagine conoscitiva, avviata con deliberazione dell’autorità 595/2015/R/IDR, sulle modalità di individuazione delle strategie di pianificazione, adottate nei programmi degli interventi del servizio idrico integrato*”;
- *Blue Book 2017: il settore idrico in Italia*, Utilitalia;
- *Advances in Water Loss management: an international perspective*, C. Merks, M. Fantozzi, A. Lambert, luglio 2017;
- *EU Reference document Good Practices on Leakage Management WFD CIS WG PoM*, European Union, 2015;
- *Energia ed efficienza energetica del servizio idrico integrato*, RSE, Ricerca di Sistema 2016 Prot. 17002208;
- *Integrazione sistema elettrico-sistema idrico: stato dell’arte*, RSE, Ricerca di Sistema, 2015 Prot. 16001900;
- *Guida operativa per il servizio idrico integrato*, ENEA, 2014;
- *La gestione di perdite e pressioni idriche a Reggio Emilia*, M. Fantozzi, F. Calza, rivista servizi a rete settembre-ottobre 2014;
- *Risparmio energetico nei sistemi di approvvigionamento idropotabile. Captazione, trattamento e distribuzione*, di C. Collivignarelli (a cura di), S. Sorlini, Maggioli Editore, 2014;
- *Rapporto sulle performance ambientali: Italia 2013*, OCSE, p. 148;
- *Relazione sperimentale tra perdite ed energia in reti idriche alimentate da pompe a giri variabili*. Artina & al 2010. L’ACQUA, 2/2010 Supplemento, pagg. 45-48;
- *Linee guida per la gestione delle perdite idriche nelle reti*, progetto Interreg IV Italia-Austria GAP-UK, 2008;
- <http://www.associazioneanea.it>;
- <http://www.autorita.energia.it>;
- <http://www.leakssuite.com>;
- <https://iwa-connect.org>.



CERTIFICATI BIANCHI
Allegato 2.7 alla Guida Operativa

Guide Settoriali

IL SETTORE DEI TRASPORTI
2022

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	4
2	DESCRIZIONE DEL SETTORE TRASPORTI	5
2.1	Il settore trasporti.....	5
2.2	I consumi energetici.....	6
2.3	La domanda di trasporto	8
	2.3.1 <i>Trasporto passeggeri</i>	8
	2.3.2 <i>Trasporto merci</i>	10
2.4	Mobilità sostenibile	10
3	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA E DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE DISPONIBILI.....	12
3.1	Trasporto su strada.....	14
	3.1.1 <i>L'aerodinamica</i>	15
	3.1.2 <i>I sistemi di propulsione</i>	15
	3.1.3 <i>I sistemi di recupero dai gas di scarico</i>	15
	3.1.4 <i>I sistemi di guida efficiente</i>	16
	3.1.5 <i>I carrelli elevatori</i>	16
3.2	Trasporto su rotaia	17
	3.2.1 <i>L'aerodinamica e i materiali</i>	17
	3.2.2 <i>I sistemi di propulsione e i sistemi di recupero di energia in frenata</i>	18
	3.2.3 <i>I sistemi integrati per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile</i>	18
	3.2.4 <i>I sistemi di guida efficiente</i>	18
3.3	Trasporto marittimo	19
	3.3.1 <i>La fluidodinamica e i materiali</i>	19
	3.3.2 <i>I sistemi di propulsione</i>	20
	3.3.3 <i>I sistemi integrati per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile e i sistemi di gestione e controllo</i>	21
3.4	Trasporto aereo	21
	3.4.1 <i>L'aerodinamica</i>	22
	3.4.2 <i>I materiali</i>	22
	3.4.3 <i>I sistemi di propulsione e i sistemi di gestione e controllo</i>	23
3.5	Ulteriori interventi di riduzione dei consumi nel settore dei trasporti	24
4	INDIVIDUAZIONE DEGLI ALGORITMI PER IL CALCOLO DEI RISPARMI ENERGETICI ADDIZIONALI	25
4.1	Algoritmi di calcolo del risparmio energetico aggiuntivo	26
4.2	Determinazione del consumo specifico di baseline e delle variabili operative.....	27
	4.2.1 <i>Trasporto su strada</i>	28

4.2.2	<i>Trasporto su rotaia</i>	29
4.2.3	<i>Trasporto marittimo</i>	29
4.2.4	<i>Trasporto Aereo</i>	29
5	METODOLOGIA ADOTTATA PER LA PRESENTE GUIDA	31
6	Bibliografia	32

1 INTRODUZIONE

La presente guida settoriale si rivolge a tutte le imprese e ai soggetti che intendono far richiesta di accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi per la realizzazione di progetti di efficientamento energetico nel settore dei trasporti e, in accordo con l'art. 15 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii. si pone l'obiettivo di riportare:

- a) *“le informazioni utili alla predisposizione delle richieste di accesso agli incentivi”* per gli interventi di efficienza energetica realizzabili nel settore dei trasporti e riconducibili alle tipologie di intervento di cui alla Tabella 1, dell'Allegato 2 del D.M. 11 gennaio 2017 ss.mm.ii.;
- b) *“la descrizione delle migliori tecnologie disponibili, tenendo in considerazione anche quelle identificate a livello europeo, delle potenzialità di risparmio in termini economici ed energetici derivanti dalla loro applicazione che fornisca indicazioni in merito all'individuazione del consumo di riferimento di cui all'art. 2, comma 1, lettera d)”*.

Ai fini dell'ammissione al meccanismo dei Certificati Bianchi i risparmi energetici addizionali rendicontabili sono quelli generati sul territorio nazionale. In particolare, i risparmi generati sul territorio nazionale possono essere unicamente intesi come quelli afferenti al *“servizio reso”* sul territorio nazionale (ad es. aeroporto di partenza italiano e/o aeroporto di destinazione italiano), prescindendo dalla nazionalità del luogo di destinazione, qualora il punto di partenza sia localizzato sul territorio nazionale, ovvero prescindendo dalla nazionalità del luogo di partenza, qualora il luogo di destinazione sia localizzato sul territorio nazionale, a fronte dell'evidenza che il rifornimento di carburante per ciascun tragitto venga effettuato esclusivamente sul territorio nazionale.

2 DESCRIZIONE DEL SETTORE TRASPORTI

2.1 Il settore trasporti

Il sistema dei trasporti può essere definito come l'insieme dei componenti, e delle loro reciproche interazioni, che determinano la domanda di mobilità fra punti diversi del territorio e l'offerta di servizi necessaria a soddisfarla [1].

Le principali modalità di trasporto sono quattro:

- trasporto su strada;
- trasporto su rotaia;
- trasporto marittimo;
- trasporto aereo.

Ciascuna di esse può adattarsi meglio delle altre a determinate esigenze e risultare più conveniente a seconda dell'importanza che assumono parametri decisionali quali costi, tempo, distanza di percorrenza, numero di persone, volumi da trasportare, flessibilità, etc. Tali aspetti saranno approfonditi nei paragrafi seguenti.

Quando differenti modalità di trasporto vengono combinate tra loro per lo spostamento di una stessa tipologia di carico "unitizzato" (container, casse mobili, pallet, etc.), si parla di trasporto "intermodale", che viene definito come il "trasporto di merci nella stessa unità di carico o sullo stesso veicolo stradale, che utilizza due o più modi di trasporto e che non implica l'handling della merce nelle fasi di scambio modale" [2].

Le attività che rientrano in questo settore possono essere individuate tramite i codici ATECO, che stabiliscono una classificazione delle "attività di trasporto di passeggeri o merci effettuate su base regolare o meno per ferrovia, mediante condotte, su strada, per via d'acqua o aereo e le attività ausiliarie quali servizi ai terminal, parcheggi, centri di movimentazione e di magazzinaggio di merci eccetera, l'attività di noleggio di mezzi di trasporto con autista od operatore. Sono anche incluse le attività postali ed i servizi di corriere" [3].

49	TRASPORTO TERRESTRE E TRASPORTO MEDIANTE CONDOTTE	49.1	TRASPORTO FERROVIARIO DI PASSEGGERI (INTERURBANO)
		49.2	TRASPORTO FERROVIARIO DI MERCI
		49.3	ALTRI TRASPORTI TERRESTRI DI PASSEGGERI
		49.4	TRASPORTO DI MERCI SU STRADA E SERVIZI DI TRASLOCO
		49.5	TRASPORTO MEDIANTE CONDOTTE
50	TRASPORTO MARITTIMO E PER VIE D'ACQUA	50.1	TRASPORTO MARITTIMO E COSTIERO DI PASSEGGERI
		50.2	TRASPORTO MARITTIMO E COSTIERO DI MERCI
		50.3	TRASPORTO DI PASSEGGERI PER VIE D'ACQUA INTERNE
		50.4	TRASPORTO DI MERCI PER VIE D'ACQUA INTERNE
51	TRASPORTO AEREO	51.1	TRASPORTO AEREO DI PASSEGGERI
		51.2	TRASPORTO AEREO DI MERCI E TRASPORTO SPAZIALE
52	MAGAZZINAGGIO E ATTIVITÀ DI SUPPORTO AI TRASPORTI	52.1	MAGAZZINAGGIO E CUSTODIA
		52.2	ATTIVITÀ DI SUPPORTO AI TRASPORTI
53	SERVIZI POSTALI E ATTIVITÀ DI CORRIERE	53.1	ATTIVITÀ POSTALI CON OBBLIGO DI SERVIZIO UNIVERSALE
		53.2	ALTRE ATTIVITÀ POSTALI E DI CORRIERE

Tabella 1 - Codici ATECO settore trasporti

Come si evince dalla classificazione riportata in Tabella 1, la mobilità può essere caratterizzata principalmente attraverso due parametri, ovvero il carico trasportato (merci o persone) e la modalità di trasporto.

Oltre alle succitate modalità di trasporto, è presente, all'interno dei codici ATECO, il trasporto tramite condotte. Tuttavia, la trattazione di tale ambito e degli interventi di efficienza energetica ad esso afferenti non sarà oggetto di approfondimento della presente guida settoriale. Infatti, trattandosi di un trasporto realizzato esclusivamente tramite una infrastruttura e non per mezzo di una flotta veicolare, le caratteristiche di questa modalità di trasporto e dei possibili interventi di efficienza energetica differiscono significativamente dalle altre, escludendo di fatto la possibilità di eseguire considerazioni e approfondimenti comuni.

Si segnala, altresì, che la presente guida settoriale sui trasporti non prevede approfondimenti in merito ai progetti di efficienza energetica relativi all'acquisto di flotte di veicoli stradali ibridi e/o elettrici¹ appartenenti ai segmenti di mercato² A, B, C, D, E, F, J, M, S, in quanto tali interventi sono già descritti all'interno dei progetti standardizzati inerenti l'"acquisto flotte di veicoli ibridi" e l'"acquisto flotte di veicoli elettrici" di cui all'Allegato 2, del D.M. 10 maggio 2018.

2.2 I consumi energetici

In Italia, il settore dei trasporti rappresenta una porzione significativa del consumo energetico nazionale, coprendo più del 30% del totale dei consumi finali di energia, come si evince dalle percentuali riportate nella seguente **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

La suddetta Tabella, inoltre, mostra l'andamento dei consumi finali di energia negli ultimi anni: come si può notare, tra il 2013 e il 2019 si è registrata una riduzione circa pari all'1,5% dei consumi totali di energia finale (ktep totali), ferma restando, invece, l'incidenza del settore trasporti, che si mantiene nel corso degli anni tra il 32% e il 35% del totale.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Trasporti	38.702	40.085	39.541	39.110	37.945	39.414	39.830
<i>Trasporti stradali</i>	32.855	34.273	33.609	32.964	31.654	32.806	33.140
<i>Aviazione internazionale</i>	3.001	3.076	3.166	3.296	3.419	3.835	3.969
<i>Navigazione interna</i>	985	969	932	959	869	631	602
<i>Aviazione interna</i>	683	646	697	710	780	879	907
<i>Trasporti ferroviari</i>	471	446	461	484	508	535	521
<i>Altri trasporti</i>	451	430	454	452	465	462	478
<i>Condotte</i>	256	246	221	246	250	266	212
Industria	26.817	26.133	25.810	26.169	24.925	24.302	24.928
Residenziale	34.231	29.546	32.494	32.185	32.899	32.056	31.138
Servizi	15.847	14.667	15.391	15.440	18.242	19.338	18.192
Agricoltura/forestale, pesca, altro	2.922	2.887	2.994	3.026	3.019	3.146	2.719
kTEP totali	118.519	113.319	116.231	115.931	117.030	118.256	116.808
% Trasporti sui consumi totali	32,7%	35,4%	34,0%	33,7%	32,4%	33,3%	34,1%

Tabella 2 - Incidenza del consumo finale di energia del settore trasporti sul consumo totale nazionale– ktep (elaborazioni GSE su fonte dati Eurostat)³ [4], [5]

¹ Per la definizione di veicoli a trazione elettrica e ibrida si faccia riferimento all'aggiornamento annuale 2015 del Piano nazionale infrastrutturale per la ricarica dei veicoli alimentati ad energia elettrica (PNire) pubblicato mediante il DECRETO 19 maggio 2016, n. 118.

² La classificazione in segmenti di mercato per gli autoveicoli fa riferimento al documento "Office for Official Publications of the European Communities, 17 marzo 1999, p. 2".

³ Si precisa che, a partire dall'anno di riferimento 2017, i bilanci Eurostat sono stati modificati. In particolare, i consumi per l'aviazione internazionale sono stati eliminati dai consumi finali del settore Trasporti e considerati invece tra i Consumi interni lordi di energia. In questo documento, tuttavia, l'aviazione internazionale viene considerata tra i consumi finali del settore trasporti.

Una prima analisi dei consumi relativi ai trasporti può essere condotta analizzando questi ultimi sulla base delle diverse modalità di trasporto (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**): i trasporti su strada costituiscono la voce di consumo più rilevante (circa l'83,2% del totale), seguiti da aviazione internazionale (10%), navigazione interna (2,3%), aviazione interna (1,5%) e trasporti ferroviari (1,3%). La quota restante è attribuibile al trasporto attraverso condotte e ad altre modalità non menzionate.

Il parco veicolare immatricolato al 2020 risulta composto principalmente da autovetture (circa il 75% dei veicoli), di cui circa il 30% sono al di sotto della classe EURO 4. Nonostante la loro minore incidenza numerica sul parco totale, gli autocarri per trasporto merci e gli autobus risultano particolarmente vetusti, presentando il 51% circa dei veicoli al di sotto della classe EURO 4 [6].

In base ai dati riportati il consumo di energia finale del settore trasporti costituisce una quota rilevante del consumo di energia finale totale dell'Italia. Pertanto, si ritiene di estrema importanza l'adozione di interventi nel settore trasporti che consentano il rinnovamento del parco veicolare ad oggi immatricolato in Italia, al fine di ottenere un significativo contributo per il raggiungimento degli obiettivi di efficienza energetica.

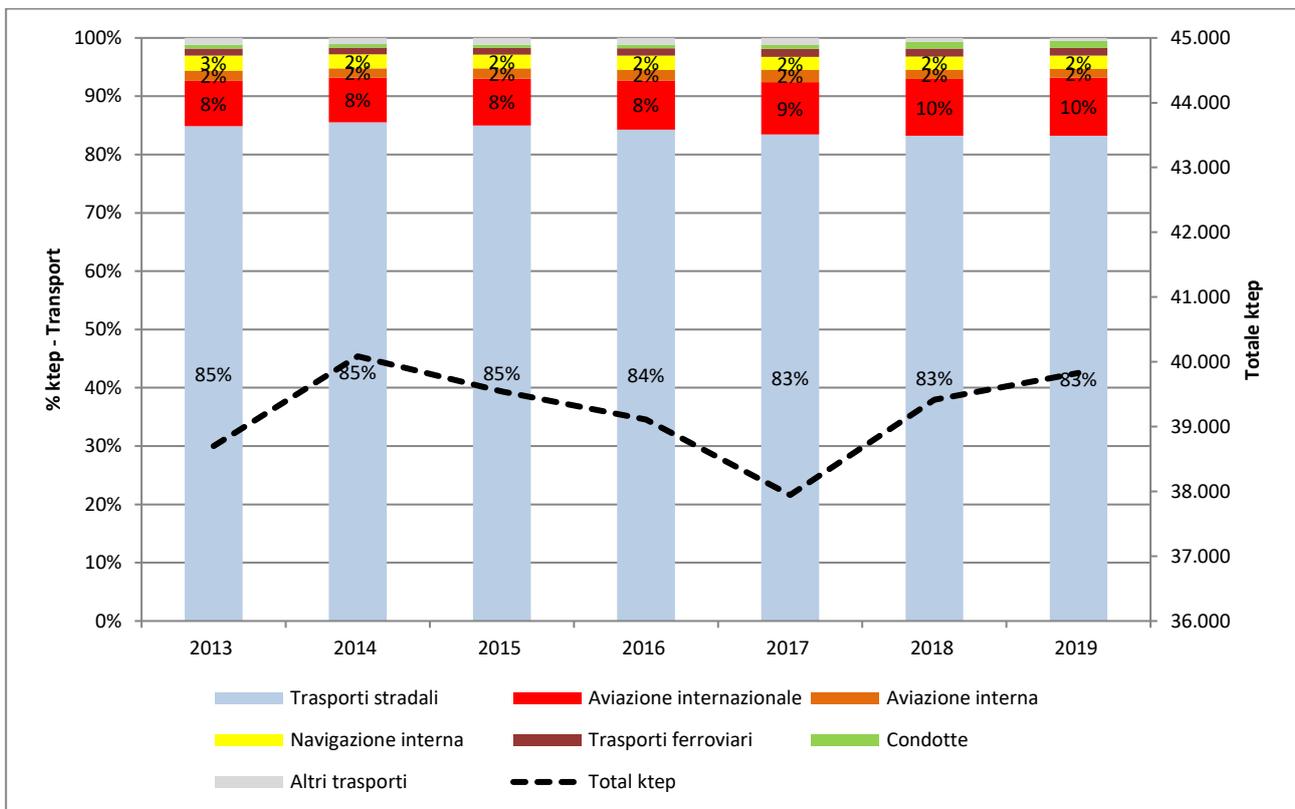


Figura 1 - Ripartizione percentuale dei consumi energetici per ambito dei trasporti (elaborazioni GSE su fonte dati Eurostat) [5]

Come si osserva dalla distribuzione dei fabbisogni per combustibile riportata in

Tipologia di alimentazione	Trasporti su strada	Aviazione internazionale	Aviazione interna	Navigazione interna	Trasporti ferroviari	Condotte	Altro	Totale	Totale
Prodotti petroliferi	30.893	3.969	907	602	44			36.414	91,4%
Gas	960					187		1.147	2,9%
Biocarburanti	1.276							1.276	3,2%
Elettricità	12				477	25	478	992	2,5%
da fonti rinnovabili	4				167	9	167	347	0,9%

<i>da fonti non rinnovabili</i>	8				310	16	311	645	1,6%
Totale	33.141	3.969	907	602	521	212	478	39.829	100,0%

Tabella 3, la quasi totalità dei consumi per il trasporto (91,4%) proviene dall'utilizzo di prodotti petroliferi, seguono le FER (4,1%, di cui il 3,2% è attribuibile ai biocombustibili e il restante 0,9% all'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili), il gas naturale (2,9%) e l'energia elettrica prodotta da fonti fossili (1,6%). Pertanto, sulla base di tali dati, si evince come il settore trasporti sia ancora fortemente dipendente dall'utilizzo di combustibili fossili.

Tipologia di alimentazione	Trasporti su strada	Aviazione internazionale	Aviazione interna	Navigazione interna	Trasporti ferroviari	Condotte	Altro	Totale	Totale
Prodotti petroliferi	30.893	3.969	907	602	44			36.414	91,4%
Gas	960					187		1.147	2,9%
Biocarburanti	1.276							1.276	3,2%
Elettricità	12				477	25	478	992	2,5%
<i>da fonti rinnovabili</i>	4				167	9	167	347	0,9%
<i>da fonti non rinnovabili</i>	8				310	16	311	645	1,6%
Totale	33.141	3.969	907	602	521	212	478	39.829	100,0%

Tabella 3 - Ripartizione dei consumi di energia finale per modalità di trasporto e tipologia di alimentazione al 2019 – ktep (elaborazioni GSE su fonte dati Eurostat) [5]

2.3 La domanda di trasporto

2.3.1 Trasporto passeggeri

Per domanda di mobilità delle persone si intende la mobilità richiesta ogni anno sul territorio nazionale e le scelte modali operate dagli utenti per soddisfarla, rappresentata sinteticamente con la cosiddetta "percorrenza complessiva" (passeggeri-km⁴).

Come si evince dalla Figura 2, a partire dal 2014, la percorrenza complessiva è andata costantemente aumentando fino al 2019, per poi subire una sensibile riduzione a causa dell'emergenza sanitaria da COVID-19

⁴ Unità di misura della domanda di trasporto, equivalente al percorso di un viaggiatore per un chilometro. Si calcola come sommatoria dei prodotti del numero dei passeggeri trasportati per le relative percorrenze.

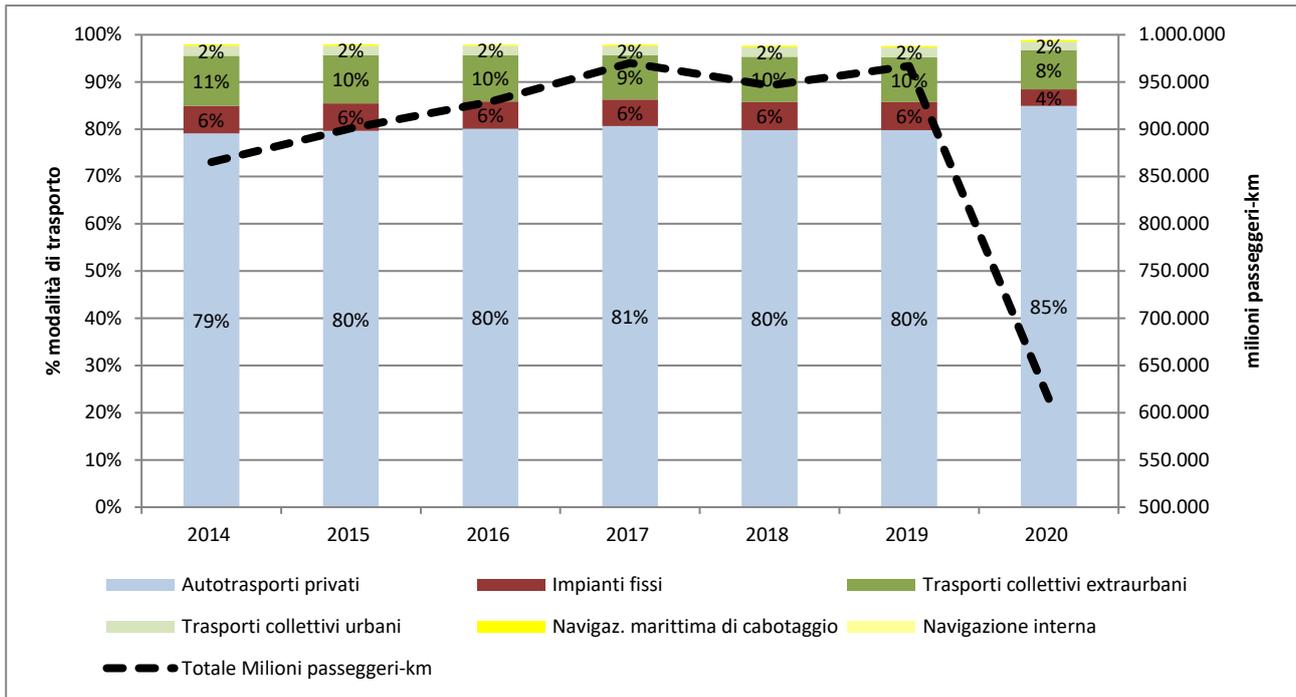


Figura 2: Trasporto passeggeri – ripartizione percentuale di “milioni di passeggeri-km” per modalità di trasporto (elaborazione GSE su dati Conto Nazionale delle Infrastrutture e della Mobilità sostenibili) [7]

Nella successiva tabella viene riportata la percorrenza complessiva distinta per modalità di trasporto: il trasporto privato pesa circa l’85% sul totale e l’automobile è il mezzo più utilizzato. Per il restante 15% relativo al trasporto collettivo, il trasporto su gomma risulta la voce più rilevante.

Modalità di trasporto	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Autotrasporti privati	684.581	717.675	744.931	782.780	755.127	771.618	522.066
- di cui autovetture	642.920	676.350	704.542	744.919	722.894	732.429	488.299
- di cui motocicli e ciclomotori	41.661	41.326	40.389	37.860	32.233	39.189	33.766
Impianti fissi	50.446	52.695	53.003	54.039	56.303	56.114	21.592
Trasporti ferroviari	49.957	52.207	52.178	53.231	55.493	55.303	21.206
-di cui grandi Imprese	48.881	51.121	51.716	52.778	55.037	54.848	21.046
-di cui piccole e medie Imprese	1.076	1.086	462	453	456	454	160
Altri (tramvie extraurbane e funivie)	488	489	825	808	810	811	385
- di cui tranvie extraurbane	77	78	78	79	80	81	45
- di cui funivie	411	411	747	729	730	673	340
Trasporti collettivi extraurbani	91.610	91.558	91.293	91.085	91.002	91.650	51.069
Autolinee e filovie	17.905	17.783	17.452	17.174	17.036	17.627	10.060
Autolinee comp. statale, noleggio e privati	73.705	73.776	73.841	73.910	73.966	74.024	41.009
Trasporti collettivi urbani	17.869	17.798	17.785	18.563	18.887	18.690	10.893
Filovie e autobus	11.196	10.950	11.020	11.594	11.598	11.284	6.709

Altri modi	6.674	6.848	6.766	6.969	7.289	7.405	4.184
- di cui tranvie urbane	1.266	1.301	1.357	1.387	1.416	1.443	866
- di cui metropolitane	5.388	5.527	5.388	5.562	5.853	5.942	3.307
- di cui funicolari	19	20	20	20	21	20	11
Navigazione aerea	17.031	17.802	18.647	19.824	20.962	21.800	6.008
Navigaz. marittima di cabotaggio	3.057	2.987	2.918	3.114	3.434	3.522	2.362
Navigazione interna	599	603	636	665	664	677	612
Totale Milioni passeggeri-km	865.192	901.120	929.215	970.070	946.379	964.071	614.602

Tabella 4 - Trasporto passeggeri – milioni di passeggeri-km (fonte dati: Conto Nazionale delle Infrastrutture e della Mobilità sostenibili) [7]

La scelta della modalità di trasporto, specialmente in ambito urbano, viene effettuata dall'utente sulla base di valutazioni di convenienza legate principalmente al valore del tempo, del costo e dello spazio, ovvero in base all'importanza che l'utente conferisce alla minimizzazione del tempo di percorrenza, alla sua disponibilità economica a spendere per la mobilità e al peso che l'utente conferisce a problematiche relative alla congestione del traffico o alla difficoltà di trovare parcheggio. Altri elementi che influenzano la scelta della modalità di trasporto sono quelle relative, ad esempio, alle caratteristiche ambientali del territorio, alla presenza di infrastrutture o di reti di TPL articolate ed efficienti che consentano all'utente di far ricadere la propria scelta nell'ambito dei trasporti collettivi [8].

2.3.2 Trasporto merci

Per quanto riguarda, invece, la mobilità delle merci, l'impatto dei consumi viene sinteticamente definito attraverso il parametro "tonnellate-km"⁵. Come si evince dalla Tabella 5 sotto riportata, la modalità di trasporto merci principalmente utilizzata è quella su strada (più del 50% sul totale), seguono la navigazione marittima, il trasporto ferroviario, le condotte e la navigazione aerea.

Modalità di trasporto	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Trasporti ferroviari	20.157	20.781	22.712	22.335	21.097	21.309	19.390
- di cui grandi Imprese	18.123	18.342	22.394	22.064	20.841	20.994	19.103
- di cui piccole e medie Imprese	2.034	2.440	319	271	256	315	287
Navigazione marittima di cabotaggio	52.867	51.145	56.713	60.005	64.859	57.975	51.130
Navigazione interna	64	62	67	61	67	55	50
Navigazione aerea	1.052	1.085	1.166	1.269	1.269	1.216	921
Autotrasporto (> 50 Km)	93.709	95.513	92.296	99.120	102.833	114.417	103.989
Oleodotti (> 50 Km)	9.152	8.790	9.599	9.793	9.925	9.696	8.707
Totale Milioni di tonnellate-km	177.001	177.376	182.553	192.583	200.050	204.668	184.187

Tabella 5 - Trasporto merci – milioni di tonnellate-km per modalità di trasporto (fonte dati: Conto Nazionale delle Infrastrutture e della Mobilità sostenibili) [7]

2.4 Mobilità sostenibile

⁵ Unità di misura di trasporto merci, calcolata come sommatoria dei prodotti del numero delle tonnellate trasportate per le relative percorrenze.

Per mobilità sostenibile si intende un principio che è alla base di un sistema di trasporto ideale, di persone e di merci, che soddisfa le esigenze di spostamento o movimentazione garantendo una buona qualità della vita e permettendo la riduzione dei consumi e dell'impatto ambientale ad esse associate.

Volendo confrontare le diverse modalità di trasporto in termini di efficienza energetica, si può considerare, come parametro descrittivo, la quantità di energia consumata per trasportare l'unità (1 passeggero o 1 ton di merce) per una distanza di 1 km. Tale parametro risulta influenzato non solo dal rendimento di trazione veicolare, ma anche dalla capacità di trasporto per unità di peso del mezzo e dal relativo coefficiente di occupazione. In quest'ottica si evidenzia come i mezzi di trasporto collettivo risultino più efficienti di quelli privati: tra questi emerge il trasporto ferroviario che, oltre a garantire una elevata capacità di trasporto, avviene quasi completamente attraverso trazione elettrica con rendimenti molto più elevati rispetto a quelli della combustione.

Gli obiettivi nazionali di efficienza energetica, possono essere raggiunti anche grazie al contributo di interventi nel settore dei trasporti, adottando misure che intervengano sinergicamente su diversi ambiti. Un approccio particolarmente apprezzato negli ultimi anni è rappresentato dall'approccio A-S-I (*Avoid - Shift - Improve* ovvero evitare, cambiare e ottimizzare), sviluppato in Germania, il quale sintetizza le strategie di intervento in tre macro-categorie di azione, in grado di cogliere le molteplici sfaccettature della mobilità sostenibile:

- 1 AVOIDING**, ovvero ridurre la necessità di trasporto e la lunghezza dei percorsi da effettuare, ottimizzando la domanda di trasporto e favorendo l'utilizzo di sistemi di comunicazione. Ad esempio:
 - favorire lo *smart working*, anche tramite l'implementazione della banda larga su tutto il territorio nazionale;
 - stimolare la creazione di servizi on-line da parte di tutte le PA;
 - ottimizzare la logistica di merci e servizi;
- 2 SHIFTING**, ovvero orientare gli utenti verso modalità di viaggio più efficienti e sostenibili. Ad esempio:
 - stimolare l'utilizzo del trasporto pubblico locale (TPL);
 - promuovere il car-sharing;
 - promuovere il car-pooling;
 - favorire lo shift modale e l'intermodalità nel trasporto di persone e merci;
 - promuovere soluzioni di condivisione anche per la logistica urbana;
 - favorire la mobilità su due ruote (cicli e motocicli);
- 3 IMPROVING**, ovvero aumentare le performance ambientali dei trasporti, intervenendo anche sulla tecnologia dei veicoli. Ad esempio:
 - favorire la sostituzione di vecchi veicoli con nuovi Euro 6 o con combustibili alternativi;
 - favorire lo sviluppo della mobilità elettrica, a gas (GNC/GPL), a idrogeno per il trasporto individuale e collettivo;
 - favorire l'adozione di combustibili alternativi per il trasporto merci (LNG per il trasporto pesante e marittimo, veicoli alimentati a combustibili alternativi per la logistica urbana) [9].

3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA E DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE DISPONIBILI

Nel presente capitolo si riporta l'elenco dei possibili interventi di efficienza energetica realizzabili e delle migliori tecnologie disponibili per la riduzione dei consumi energetici nel settore dei trasporti.

Nella tabella sottostante sono riportati gli interventi di efficienza energetica relativi al settore dei trasporti e incentivabili nell'ambito del meccanismo dei Certificati Bianchi, così come elencati all'interno della tabella1, dell'Allegato 2 al D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.. All'interno della suddetta tabella sono indicati i valori di vita utile previsti per ciascuna tipologia di intervento.

ID	Interventi relativi al settore dei trasporti	Vita Utile (U)		
		Nuova installazione	Sostituzione	Efficientamento integrato
1	Acquisto flotte di mezzi di trasporto a trazione elettrica, gas naturale, GNL, GPL, ibride o a idrogeno	10	10	-
2	Efficientamento energetico di mezzi di trasporto alimentati a combustibili fossili	-	7	7
3	Acquisto flotte di mezzi di trasporto non a trazione elettrica e alimentati da uno o più combustibili anche diversi da gas naturale, GNL, GPL o idrogeno	10	10	-
4	Adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti	3	-	-
5	Adozione di sistemi di analisi dati sui consumi di singoli impianti, utenze e veicoli	3	-	-
6	Adozione di iniziative finalizzate all'utilizzo di veicoli a basse emissioni	3	-	-
7	Adozione di iniziative di shift modale nei trasporti	3	-	-
8	Adozione di iniziative per la riduzione del fabbisogno di mobilità	3	-	-
9	Riduzione della velocità dei mezzi di trasporto a parità di servizio reso	3	-	-

Tabella 6 – Interventi di efficienza energetica incentivabili mediante il meccanismo dei Certificati Bianchi

Si precisa che, per quanto riguarda gli interventi che si configurano come misure comportamentali, il calcolo dei risparmi dovrà essere effettuato con riferimento al consumo specifico del "Sistema tecnologico assunto come punto di riferimento".

Al fine di fornire un dettaglio maggiore in merito agli interventi di cui alla Tabella 6, si riporta di seguito un elenco esteso, ma non esaustivo, degli stessi distinguendoli in base alla modalità di trasporto (trasporto su strada, su rotaia, marittimo, aereo) e alla specifica tecnologia e/o tipologia di intervento a cui si fa riferimento. La tabella sottostante mostra per ciascuna modalità di trasporto: la tipologia di intervento, la metodologia di valutazione (PC, PS) e la corrispondenza con gli interventi elencati all'interno della Tabella 6.

Modalità di trasporto	Intervento	Tipo di progetto (PC e/o PS)	Riferimento all'ID intervento di cui alla Tabella 6
Trasporto su strada	Acquisto flotte di mezzi di trasporto passeggeri su strada	PC, PS*	1, 3
	Acquisto flotte di veicoli pesanti per il trasporto merci su strada	PC	1, 3
	Sistemi predittivi per l'efficientamento dello stile di guida	PC	4, 9
	Acquisto di carrelli elevatori più efficienti a trazione elettrica per la movimentazione merci	PC	1
Trasporto su rotaia	Acquisto flotte di treni più efficienti per il trasporto ferroviario passeggeri e/o merci nazionale	PC	1
	Acquisto flotte di treni per il trasporto passeggeri regionale	PC	1, 3
	Acquisto flotte di mezzi su rotaia (tram, metro) per il Trasporto Pubblico Locale (TPL)	PC	1
Trasporto marittimo	Acquisto flotte di navi adibite al trasporto persone e/o merci	PC	1, 3
	Interventi mirati all'ottimizzazione della fluidodinamica	PC, PS**	2
	Sostituzione gruppo motore	PC	2
	Installazione di sistemi di propulsione/alimentazione alternativa per l'efficientamento di mezzi di trasporto navale alimentati a combustibili fossili	PC	2
Trasporto aereo	Acquisto flotte di aerei per il trasporto passeggeri e/o merci	PC	1, 3
	Sostituzione dei sistemi di propulsione con altri a maggiore efficienza	PC	2
	Interventi mirati all'ottimizzazione aerodinamica di aerei	PC	2
.	Interventi riconducibili all'adozione di misure comportamentali	PC	4, 5, 6, 7, 8, 9

Tabella 7 - Possibili interventi nel settore Trasporti – PC: Progetti a Consuntivo, PS: Progetti Standardizzati

* PS solo per progetti di efficienza energetica riconducibili alle tipologie di intervento "Acquisto flotte di veicoli ibridi" e "Acquisto flotte di veicoli elettrici" di cui alla Tabella 1, dell'Allegato 2 al D.M. 10 maggio 2018.

** PS solo per progetti di efficienza energetica riconducibili alla tipologia di intervento "Sistema propulsivo delle navi" di cui alla Tabella 1, dell'Allegato 2 al D.M. 10 maggio 2018.

Nei paragrafi che seguono verranno espone alcune delle principali tecnologie ad oggi maggiormente diffuse per ciascuna modalità di trasporto e verranno approfonditi gli interventi elencati in Tabella 7.

3.1 Trasporto su strada

Come anticipato nel capitolo introduttivo, in questa guida settoriale non sono previsti approfondimenti in merito ai progetti di efficienza energetica relativi all'acquisto di flotte di veicoli ibridi e/o elettrici appartenenti ai segmenti di mercato A, B, C, D, E, F, J, M e S, in quanto per tali tipologie di interventi sono già presenti delle specifiche all'interno dei progetti standardizzati di "acquisto flotte di veicoli ibridi" e "acquisto flotte di veicoli elettrici". Pertanto, il presente paragrafo analizza alcune delle migliori tecnologie ad oggi disponibili legate all'efficientamento dei veicoli pesanti per il trasporto di persone e merci.

I veicoli a motore aventi almeno quattro ruote possono essere classificati come:

- veicoli leggeri (autovetture e furgoni);
- veicoli pesanti (camion, autobus e pullman).

Un'ulteriore classificazione del Ministero delle infrastrutture e dei Trasporti, che fa riferimento alla "massa massima" del veicolo, intesa come la "massa massima a pieno carico tecnicamente ammissibile" suddivide i veicoli a motore, aventi almeno quattro ruote, in due categorie M⁶ e N. In particolare:

- Categoria M: veicoli a motore progettati e costruiti per il trasporto di persone ed aventi almeno quattro ruote:
 - Categoria M1: veicoli progettati e costruiti per il trasporto di persone, aventi al massimo otto posti a sedere oltre al sedile del conducente;
 - Categoria M2: veicoli progettati e costruiti per il trasporto di persone, aventi più di otto posti a sedere oltre al sedile del conducente e massa massima non superiore a 5 t;
 - Categoria M3: veicoli progettati e costruiti per il trasporto di persone, aventi più di otto posti a sedere oltre al sedile del conducente e massa massima superiore a 5 t [10].
- Gli autobus adibiti al trasporto di persone, appartenenti alle categorie M2 e M3, sono ulteriormente classificati secondo quanto previsto dall'Allegato del Decreto del 23 dicembre 2003 [11].
- Categoria N: veicoli a motore progettati e costruiti per il trasporto di merci ed aventi almeno quattro ruote.
 - Categoria N1: veicoli progettati e costruiti per il trasporto di merci, aventi massa massima non superiore a 3,5 t;
 - Categoria N2: veicoli progettati e costruiti per il trasporto di merci, aventi massa massima superiore a 3,5 t ma non superiore a 12 t;
 - Categoria N3: veicoli progettati e costruiti per il trasporto di merci, aventi massa massima superiore a 12 t [10].

I veicoli della categoria N aventi massa massima superiore a 3,5 t sono ulteriormente classificati secondo quanto previsto dall'Allegato I del Regolamento (UE) 2017/2400 [12].

Il trasporto su strada svolge un ruolo di primaria importanza in Italia per lo spostamento di merci e persone, come dimostrato dai dati riportati in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e in Figura 1. Questa tipologia di trasporto è oggetto, oltre che di una continua crescita in termini di tonnellate e persone trasportate annue, di ottimizzazione in termini di efficienza energetica e di riduzione dell'impatto ambientale che da essa ne deriva. I principali campi d'azione legati allo sviluppo di tecnologie per migliorare l'efficienza energetica dei veicoli stradali riguardano:

- i sistemi di propulsione;
- i sistemi di recupero dai gas di scarico;
- i sistemi di guida efficiente;
- l'aerodinamica.

⁶ La categoria M dei veicoli, di cui al D.lgs. 30 aprile 1992 n.285 e s.m.i. - "Nuovo codice della strada", non è da confondere con il segmento di mercato M.

3.1.1 L'aerodinamica

L'aerodinamica dei mezzi adibiti al trasporto su strada rappresenta una variabile fondamentale nell'ottica della riduzione dei consumi. Infatti, come dimostrato da alcuni studi di settore, ad esempio, per un veicolo merci pesante che viaggia ad una velocità tipica urbana impiega poco più di un terzo dell'energia della propulsione per vincere la resistenza dell'attrito aerodinamico [16]. Per quanto riguarda i mezzi adibiti al trasporto di persone, la riduzione dell'attrito aerodinamico può essere ottenuta attraverso la realizzazione di cabine con forma arrotondata e l'installazione di alettoni sulla parte posteriore del mezzo. Per i mezzi adibiti al trasporto merci, invece, il contenimento dell'attrito aerodinamico è perseguibile attraverso: l'introduzione di deflettori laterali e spoiler regolabili, che consentono di ridurre lo spazio tra la cabina e il semirimorchio ed evitano lo svilupparsi di correnti e mulinelli d'aria nell'interspazio; l'adozione di dispositivi sotto-rimorchio (minigonne), che evitano il ricircolo dell'aria sotto il veicolo; dispositivi di riduzione dell'attrito aerodinamico applicati nella parte posteriore del rimorchio. Un'altra metodologia recentemente in fase di sviluppo è il cosiddetto *Truck Platooning*, ovvero la marcia di un convoglio di veicoli, il primo dei quali è guidato in maniera tradizionale, mentre gli altri sono gestiti in modo automatico e a breve distanza l'uno dall'altro. Questa tecnica consente di far viaggiare i mezzi del convoglio a breve distanza l'uno dall'altro, interconnessi tra loro e con l'infrastruttura stradale, al fine di ridurre la resistenza aerodinamica complessiva dell'intero convoglio sfruttando lo spostamento d'aria del veicolo di testa. [17]

3.1.2 I sistemi di propulsione

L'azione più significativa che può essere intrapresa per ridurre i consumi di energia primaria relativi a questa modalità di trasporto è quella di rinnovare il parco veicoli, introducendo in maniera graduale e sistematica mezzi più efficienti. Il mercato di riferimento è fortemente dipendente dalla motorizzazione diesel. Una valida alternativa alla motorizzazione diesel dei veicoli pesanti è rappresentata dal sempre più diffuso utilizzo di veicoli con motore alimentato a gas naturale liquefatto (GNL), che grazie allo sviluppo dell'infrastruttura di distribuzione si affermerà sempre più come combustibile alternativo. Per quanto riguarda i mezzi destinati al trasporto di persone, invece, le soluzioni motoristiche dei nuovi veicoli sono già orientate all'utilizzo di carburanti alternativi come biodiesel, biometano o soluzioni ibride ed elettriche.

I veicoli pesanti destinati al trasporto merci sono generalmente caratterizzati da motori con alimentazione a gasolio, infatti nel 2018 ne sono stati immatricolati con tale alimentazione circa il 92% rispetto al totale dei veicoli per il trasporto merci venduti. Il mercato di riferimento è orientato sia al perfezionamento delle tecnologie esistenti per ridurre consumi ed emissioni, sia allo sviluppo tecnologico di motorizzazioni ibride diesel/elettriche (*HEV* e *PHEV*). La tecnologia ibrida sviluppata per i mezzi pesanti ha portato in breve tempo alla commercializzazione dei primi motori *HEV* (*Hybrid Electric Vehicle*), caratterizzati dalla possibilità di ricaricare il pacco batterie durante la marcia, anche grazie al sistema di recupero dell'energia dalla frenata (frenata rigenerativa), che permette l'avviamento del mezzo e la circolazione a bassa velocità completamente in modalità elettrica. In un futuro prossimo, parallelamente allo sviluppo delle infrastrutture, sarà possibile introdurre la tecnologia *PHEV* (*Plug-in Hybrid Electric Vehicle*) che permetterà la possibilità di ricaricare le batterie in fase di fermata tramite connessione al sistema elettrico, garantendo uno stato di carica completa già ad inizio viaggio ed eliminando il transitorio iniziale. [13]

3.1.3 I sistemi di recupero dai gas di scarico

La ricerca per lo sviluppo tecnologico dei veicoli pesanti adibiti al trasporto merci procede anche nella direzione del recupero termico dai fumi di scarico, caratterizzati da un alto contenuto energetico, che altrimenti verrebbe disperso. La tecnologia "*Turbocompounding*" consente il recupero termico dai gas di scarico mediante una turbina. L'energia meccanica prodotta viene messa direttamente a disposizione dell'albero motore o viene utilizzata per alimentare un generatore elettrico, che carica un sistema di accumulo di energia a servizio dei sistemi ausiliari di guida. [14]

3.1.4 I sistemi di guida efficiente

L'efficientamento energetico dei mezzi di trasporto su strada si concentra sulla gestione del combustibile immesso nel motore, analizzando i processi e le cause per le quali si verificano le maggiori perdite di energia. In primo luogo, tali perdite si riscontrano nella fase di frenata e nella "condizione di minimo" del motore. Per questa categoria di veicoli la gestione del minimo carico del motore nelle situazioni di fermata è strettamente correlata alla grandezza del veicolo stesso e alla tipologia di servizio che svolge: per i veicoli che svolgono un servizio prevalentemente in ciclo urbano, la tecnologia implementata è quella "Start&Stop", che rappresenta al giorno d'oggi una tecnologia standard diffusa sul mercato; per i veicoli che svolgono un servizio prevalentemente in ciclo extraurbano, invece, la gestione del minimo carico del motore non rappresenta una predominante voce di perdita. Per quanto riguarda le perdite di energia che si sviluppano in caso di frenata, vengono implementati sistemi di controllo della velocità, che si distinguono in *Adaptive Cruise Control (ACC)* e *Predictive Cruise Control (PCC)*. Il sistema *Adaptive Cruise Control (ACC)* rappresenta un'evoluzione del più noto sistema di mantenimento della velocità di crociera di un veicolo (*cruise control*) che garantisce, grazie ad un sensore laser, il mantenimento della distanza di sicurezza agendo direttamente sulla decelerazione o, in caso contrario, sulla fase di accelerazione per il ripristino della velocità ottimale. Il sistema *ACC* rappresenta una tecnologia matura che nel campo dei veicoli leggeri e pesanti trova largo impiego. Il sistema *Predictive Cruise Control (PCC)* incorpora funzionalità digitali avanzate che, grazie anche alla localizzazione del veicolo tramite tecnologie GPS, ottimizzano lo stile di guida al fine di garantire la velocità ideale in base al tipo di strada che si sta percorrendo e in funzione di altre variabili, quali ad esempio il traffico, la pendenza e il carico trasportato. [15]

3.1.5 I carrelli elevatori

Per quanto riguarda la movimentazione delle merci, il D.Lgs.10 settembre 1991, n. 304 definisce "un carrello semovente per movimentazione qualsiasi veicolo a ruote, salvo quelli che si spostano su rotaie, destinato a trasportare, trainare, spingere, sollevare o accatastare, immagazzinare in scaffalature carichi di qualsiasi genere, comandato da un operatore a terra in prossimità del carrello stesso o da un operatore a bordo su un posto di guida fisso al telaio o sollevabile, appositamente allestito". [18]

I carrelli semoventi sono classificabili secondo quanto previsto dall'Allegato I del suddetto D.Lgs., e più in generale sono differenziabili in base al loro azionamento (a trazione termica, gas o diesel, o elettrica) e secondo le seguenti tipologie:

- carrello a forche ricoprenti;
- carrello con forche tra i longheroni;
- carrello con forche a sbalzo;
- carrello con montanti o forche retrattili;
- carrello a presa laterale;
- carrello a grande altezza;
- carrello commissionatore;
- carrelli a portale.

Tutte queste differenti tipologie possono prevedere tre modalità di guida del carrello: con operatore a terra, con operatore a bordo e con guida automatica. Possono accedere al meccanismo dei Certificati Bianchi i soli interventi relativi alla sostituzione o alla nuova installazione di carrelli guidati da un operatore a bordo, ovvero carrelli che siano dotati di sistemi di guida autonoma.

Il 60% dei carrelli elevatori acquistati oggi è di tipo elettrico. La transizione verso l'alimentazione elettrica dei carrelli elevatori è resa possibile dall'elevata efficienza dei motori elettrici e dal miglioramento prestazionale avuto negli ultimi anni sul sistema di accumulo, caratterizzato da batterie agli ioni di litio sempre più efficienti che stanno via via sostituendo le tradizionali batterie al piombo-acido. In particolare, i vantaggi dell'utilizzo delle batterie agli ioni di litio rispetto alle batterie tradizionali sono rappresentati da:

- migliori prestazioni, ovvero sia la capacità di fornire sempre la massima potenza indipendentemente dallo stato di carica;

- una gestione semplificata dei cicli di ricarica: le batterie agli ioni di litio sono ideali sia per cariche complete, che sono molto più veloci (*fast charging*) rispetto alla ricarica di batterie tradizionali, sia per cariche intermedie, che invece non erano possibili con le precedenti. Inoltre, la ricarica delle batterie non produce alcuna emissione;
- una manutenzione ridotta: le batterie agli ioni di litio non necessitano di una manutenzione ordinaria periodica. [19]

3.2 Trasporto su rotaia

I sistemi di trasporto su rotaia vengono classificati in base a differenti criteri, ognuno dei quali ha il compito di porre in evidenza determinati aspetti caratteristici della tipologia di trasporto individuata. Tra le possibili classificazioni, qui di seguito se ne elencano solamente alcune allo scopo di facilitare una descrizione dei possibili interventi di efficienza energetica, per cui si fa richiesta di accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi, coerente con gli interventi elencati in Tabella 7, relativamente a questa specifica modalità di trasporto. Pertanto, il trasporto su rotaia può essere classificato in base alla tipologia di:

- servizio (merci, passeggeri, urbano, suburbano, regionale, media e lunga percorrenza, alta e media capacità, etc.);
- veicolo (tram, elettrotreno, autotreno, metropolitana, metropolitana leggera, etc.);
- linea (monorotaia, tranviaria, ferroviaria fondamentale, ferroviaria complementare, ferroviaria di nodo, ferroviaria alta velocità e alta capacità AV/AC, ferroviaria convenzionale, etc.).

Come mostrato all'interno del "*Railway handbook 2015*" [20], pubblicato dalla *International Energy Agency (IEA)* in collaborazione con la *International Union of Railways (UIC)*, il trasporto su rotaia costituisce una delle modalità di trasporto più efficienti sia per il trasporto passeggeri che per il trasporto merci. I dati raccolti a livello mondiale dimostrano come dal 1975 al 2012 si siano ottenuti significativi progressi dal punto di vista della riduzione dei consumi energetici dei treni, mentre negli ultimi anni si stanno mantenendo abbastanza costanti, in particolar modo all'interno dell'Unione Europea.

Nel trasporto ferroviario trovano già impiego diverse soluzioni per il miglioramento dell'efficienza energetica dei veicoli, come ad esempio l'installazione di sistemi di monitoraggio dei consumi, l'utilizzo di sistemi di recupero dell'energia dalla frenata, l'implementazione del *Driver Advisory System (DAS)* il cui scopo è quello di ridurre l'influenza del fattore umano, ovverosia dello stile di guida, sui consumi energetici di un veicolo, tenendo conto delle caratteristiche della tratta e degli orari delle fermate.

I principali campi d'azione legati allo sviluppo di tecnologie per l'efficienza energetica dei veicoli nel trasporto su rotaia riguardano:

- l'aerodinamica;
- i materiali;
- il sistema di propulsione;
- i sistemi di recupero di energia in frenata;
- i sistemi integrati per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile;
- i sistemi di guida efficiente.

Gli ambiti sopra indicati caratterizzano il funzionamento di un veicolo su rotaia e ne influenzano in maniera più o meno significativa il consumo energetico, in quanto ognuno di essi contribuisce con un peso diverso a determinare il valore finale. Le azioni delle case costruttrici dei veicoli su rotaia sono alla costante ricerca di tecnologie e soluzioni innovative volte all'efficienza energetica in ciascuno dei suddetti ambiti. Di seguito verranno presentate alcune soluzioni e tecnologie che costituiscono l'attuale stato dell'arte del trasporto su rotaia, ovvero rappresentano l'insieme delle migliori tecnologie e dei possibili interventi per la riduzione dei consumi energetici [21].

3.2.1 L'aerodinamica e i materiali

Per quanto riguarda l'aerodinamica dei veicoli, studi di settore evidenziano come l'ottimizzazione del design di un veicolo su rotaia possa portare a una riduzione fino al 25% della resistenza aerodinamica dello stesso [21]. La resistenza aerodinamica diviene la principale forza di resistenza al moto al di sopra dei 200 km/h e,

pertanto, l'ottimizzazione dell'aerodinamica è molto importante soprattutto per i treni, e in generale per i veicoli su rotaia, ad alta velocità. Le ultime metodologie adottate per la riduzione dell'attrito aerodinamico si basano sulla bionica, ovvero sull'applicazione di sistemi biologici trovati in natura per il miglioramento del design dei veicoli su rotaia.

I materiali che generalmente sono utilizzati per la realizzazione di un veicolo su rotaia sono l'acciaio, l'alluminio e il titanio e sono presenti sul mercato materiali compositi che superano gli stringenti requisiti legati alle condizioni operative di un veicolo su rotaia. Tali materiali, oltre a comportare una riduzione dei costi di manutenzione ed esercizio, contribuiscono alla riduzione dei consumi energetici di un veicolo su rotaia in quanto caratterizzati da un ridotto peso specifico rispetto a quello dei materiali convenzionali.

3.2.2 I sistemi di propulsione e i sistemi di recupero di energia in frenata

Dal punto di vista dei sistemi di propulsione, nel caso di veicoli su rotaia, le migliori tecnologie per la trazione sono costituite dall'impiego di motori elettrici sempre più efficienti dotati di inverter IGBT, ovvero l'impiego di motori a magneti permanenti.

Come accennato precedentemente, la tecnologia alla base dei sistemi di recupero dell'energia in frenata è largamente diffusa nei veicoli su rotaia di moderna concezione, pertanto gli sforzi dei costruttori sono oggi incentrati sulla massimizzazione dell'utilizzo dell'energia recuperata mediante l'adozione di sistemi di accumulo, quali ad esempio le batterie, che ne consentano l'immagazzinamento e la messa a disposizione nei momenti di successiva richiesta.

3.2.3 I sistemi integrati per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile

Per quanto concerne l'integrazione dei sistemi di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile con i veicoli su rotaia si hanno dei primi riscontri di tali applicazioni in India, dove, a titolo esemplificativo e non esaustivo, sono stati installati dei pannelli fotovoltaici sulle carrozze di treni diesel per fornire parte dell'energia elettrica necessaria per l'alimentazione dei servizi ausiliari (es. climatizzazione, illuminazione, etc.). Sebbene si tratti solo di soluzioni prototipali o applicazioni su piccola scala è sicuramente crescente l'interesse verso il tema di riduzione dei consumi di energia primaria da fonte fossile dei veicoli su rotaia mediante l'impiego di sistemi integrati di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile [21].

3.2.4 I sistemi di guida efficiente

In tema di guida efficiente, la maggior parte dei sistemi oggi diffusi in campo ferroviario fanno riferimento alla tecnologia *S-DAS (Stand-alone Driver Advisory System)*, ovvero sia un sistema a bordo del veicolo che "suggerisce" al macchinista le operazioni da effettuare per una guida a ridotto consumo energetico sulla base delle condizioni del tracciato e degli orari delle fermate. Iniziano però a diffondersi in campo ferroviario i primi *C-DAS (Connected-Driver Advisory System)* [22], i quali si basano sull'interazione tra il *TMS (Traffic Management System)* e il *DAS*, al fine di suggerire una serie di azioni volte ad uno stile di guida efficiente sulla base dell'acquisizione di dati in tempo reale che derivano dal sistema di controllo del traffico dei veicoli presenti sulle linee. Nel trasporto metropolitano sono stati sviluppati e già implementati sistemi di controllo completamente automatico dei veicoli su rotaia senza presenza di macchinisti o operatori a bordo macchina. Tali sistemi sono classificati come "GoA 4" dall'associazione internazionale dei trasporti pubblici (*UITP-International Association of Public Transport*) [23]. I veicoli su rotaia con controllo automatico della guida sono in grado di ottimizzare le accelerazioni, le decelerazioni e le frenate, riducendo in maniera significativa i consumi energetici rispetto ai medesimi veicoli non dotati di tali sistemi. L'adozione di sistemi di controllo completamente automatico su veicoli su rotaia, come i treni, che percorrono lunghe distanze in tracciati aperti non è realizzabile con le attuali infrastrutture e tecnologie, in quanto non può essere esclusa la presenza di ostacoli accidentali lungo il percorso. Tuttavia, la ricerca tecnologica in tale ambito è in continua evoluzione, pertanto non si escludono ulteriori passi in avanti nel prossimo futuro [24].

3.3 Trasporto marittimo

Secondo la classificazione dell'*International Maritime Organization (IMO)* i mezzi di trasporto marittimo che effettuano un servizio di trasporto "*transport work*" [25] vengono suddivisi in:

- Ships: dry cargo carriers, tankers, gas tankers, containerships, ro-ro cargo ships, general cargo ships, navi passeggeri incluse le ro-ro;
- Cargo: includendo a titolo esemplificativo: all gas, liquid and solid bulk cargo, general cargo, containerized cargo, break bulk, heavy lifts, frozen and chilled goods, timber and forest products, cargo carried on freight vehicles, cars and freight vehicles on ro-ro ferries and passengers, etc.

In maniera più generale i natanti vengono abitualmente ordinati in base alla loro stazza, espressa spesso in tonnellate (*dead weight tonnage - DWT* o *gross tonnage - GT*) o in unità di volume trasportabile (*twenty-foot equivalent unit - TEU*), e classificati sulla base di tre criteri principali:

- tipo di propulsione (a remi, a vela, a motore);
- tipo di servizio svolto (da pesca, militari, da diporto, mercantili, navi speciali, navi scuola, etc.);
- tipo di navigazione effettuata (nelle acque interne, fluviale, costiera, litoranea nazionale, mediterranea, oceanica).

Lo sviluppo continuo dell'industria navale, con particolare riguardo alle navi da crociera e al loro business in costante crescita, ha portato alla ricerca di nuove soluzioni di efficienza energetica, da applicare sia nel design delle nuove imbarcazioni sia nel retrofit di quelle esistenti, al fine di contenere i consumi e l'impatto ambientale.

Le misure di efficienza energetica, che possono essere adottate per i mezzi di trasporto navale, sono molteplici e riguardano i seguenti principali campi d'azione:

- la fluidodinamica;
- i materiali;
- i sistemi di propulsione;
- i sistemi integrati per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile;
- i sistemi di gestione e controllo.

3.3.1 La fluidodinamica e i materiali

L'attenzione alla fluidodinamica di un'imbarcazione, intesa come l'ottimizzazione delle superfici a contatto con i fluidi con i quali interagisce (acqua e aria), costituisce un aspetto di fondamentale importanza ai fini dell'efficientamento energetico. Gli interventi di efficienza che è possibile realizzare sono difatti legati alla riduzione dell'attrito fluidodinamico, alla riduzione della resistenza e all'efficientamento delle superfici dei propulsori. In particolare, alcuni tra i più comuni interventi di efficienza energetica, applicabili sia allo scafo che ai sistemi di propulsione (es. eliche, timone), sono:

- l'ottimizzazione della forma e/o aggiunta di appendici;
- interventi sulle superfici.

In fase di progettazione la forma di una nave viene determinata in base al tipo di nave ed ai carichi trasportati, lasciando tuttavia un certo grado libertà nella definizione di alcuni miglioramenti mirati ad una maggiore stabilità dell'imbarcazione o ad una riduzione della resistenza fluidodinamica. La sezione dello scafo che maggiormente influisce sui consumi di una nave è la prua, per questa ragione oggi giorno molte imbarcazioni di grande taglia hanno optato per l'aggiunta di un bulbo. Tale appendice è in grado di rompere l'onda di prua migliorando il flusso idrodinamico sullo scafo e generando dei risparmi energetici, nell'intorno del 10% [26]. La modifica del bulbo, da realizzarsi durante le operazioni di messa a secco della nave, può generare notevoli vantaggi anche nel caso di retrofit.

Altre variabili caratteristiche della forma di una nave, quali ad esempio la linea d'acqua, il pescaggio, la *streamline*, la disposizione dell'albero motore (*shaftline*), la forma dello *skeg*, il bordo d'uscita della poppa (*trailing line*), possono influenzare considerevolmente la resistenza fluidodinamica e quindi i consumi energetici dell'imbarcazione. Allo stesso modo l'aggiunta di appendici o deviatori del flusso costituiscono

valide ed innovative opzioni per la riduzione dei consumi. Tra le soluzioni proposte da alcuni produttori vi sono per esempio l'adozione di una poppa piatta (*ducktail*), di sistemi di propulsione laterali (*wing thruster*) o l'installazione di piani intercettori sullo specchio di poppa (*interceptor trim planes* o *trim trim wedges*) con la funzione di deviare il flusso aumentando la pressione nella parte posteriore delle eliche [27].

Un ulteriore efficace sistema per la riduzione dell'attrito fluidodinamico sulla carena dell'imbarcazione è rappresentato dalla lubrificazione per mezzo di aria compressa. Questa tecnica consiste nella generazione di uno strato di bolle d'aria che, frapponendosi tra lo scafo e il flusso acqueo, ne riduce la resistenza fluidodinamica generando considerevoli risparmi di carburante, specialmente per petroliere e navi cargo [28].

A seconda della classe e dell'utilizzo dell'imbarcazione è usuale che gli armatori tirino a secco le proprie navi per eseguire le operazioni di ordinaria manutenzione. Durante questa fase di forzata inattività vengono generalmente eseguiti trattamenti superficiali sulle carene mirati ad eliminare le incrostazioni di organismi marini, a prevenirne la rigenerazione (per esempio per mezzo di vernici anti-vegetative) e a diminuire la rugosità dello scafo. Queste attività sono in grado di portare ad un risparmio dei consumi⁷ fino ad un 9% [29], [30].

Per limitare ulteriormente la resistenza incontrata in acqua nello spostamento è possibile ridurre il peso della nave utilizzando materiali più leggeri e ad alta resistenza, come ad esempio materiali compositi o acciai ad alta resistenza [27]. A causa dei loro costi elevati, tuttavia, il loro impiego è solitamente limitato alle piccole imbarcazioni ad alta velocità (es. barche da regata).

3.3.2 I sistemi di propulsione

Come mostrato dai dati riportati in

Tipologia di alimentazione	Trasporti su strada	Aviazione internazionale	Aviazione interna	Navigazione interna	Trasporti ferroviari	Condotte	Altro	Totale	Totale
Prodotti petroliferi	30.893	3.969	907	602	44			36.414	91,4%
Gas	960					187		1.147	2,9%
Biocarburanti	1.276							1.276	3,2%
Elettricità	12				477	25	478	992	2,5%
<i>da fonti rinnovabili</i>	4				167	9	167	347	0,9%
<i>da fonti non rinnovabili</i>	8				310	16	311	645	1,6%
Totale	33.141	3.969	907	602	521	212	478	39.829	100,0%

Tabella 3, i consumi energetici legati al trasporto marittimo sono quasi esclusivamente attribuibili all'utilizzo di prodotti petroliferi. Ad oggi, infatti, il motore a combustione interna risulta ancora il sistema di generazione dominante per quanto riguarda i mezzi di trasporto marittimo.

I combustibili più utilizzati possono essere distinti in due categorie, che si differenziano per le diverse temperature di distillazione del petrolio: olio combustibile pesante (HFO) e diesel marino (MDO). Le navi da crociera di recente costruzione fanno sempre più spesso affidamento all'iniezione *common rail* per i loro motori diesel, che consente un migliore controllo della combustione e una riduzione delle emissioni di NOx [27].

Anche le emissioni di zolfo rappresentano una problematica non trascurabile nell'utilizzo dei combustibili tradizionali, al punto che l'IMO ha imposto limiti molto stringenti sul tenore di zolfo consentito per i combustibili a bordo delle navi.

In tale contesto, un'interessante soluzione alternativa è rappresentata dal Gas Naturale Liquido (GNL). Infatti, molte compagnie di navigazione, sia in Italia sia all'estero, si stanno muovendo in questa direzione,

⁷ Si rappresenta che, tale risparmio non rientra nei risparmi energetici addizionali del mezzo, in quanto gli interventi di manutenzione mirano unicamente al ripristino delle normali condizioni di operatività dello stesso.

adeguando le loro flotte all'utilizzo di un combustibile che, seppur di natura fossile, risulta più sostenibile, oltre che più economico del diesel a basso contenuto di zolfo.

Recentemente, sono in fase di sviluppo nel settore navale sistemi di propulsione elettrica o ibrida, che consentono numerosi vantaggi in termini di ottimizzazione dei consumi, riduzione delle emissioni di inquinanti, di emissioni acustiche e miglioramento della flessibilità. In particolare, la propulsione ibrida prevede la presenza di un motore principale a combustione interna e una sorgente elettrica (motore o batterie), opportunamente combinati utilizzando in modo proficuo ciascuna macchina nei diversi assetti operativi più congeniali. La natura modulare del motore ibrido, inoltre, si rivela particolarmente vantaggiosa in ambito navale, dove gli spazi sono solitamente limitati, consentendo anche una maggiore facilità di adeguamento della propulsione per far fronte ad eventuali mutate esigenze [31]. Gli elevati costi e le maggiori complessità di installazione, accompagnati dalla contenuta capacità dei sistemi di stoccaggio dell'energia attualmente disponibili, fanno sì che la diffusione di tali sistemi sia ancora limitata a pochi ambiti di applicazione.

3.3.3 I sistemi integrati per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile e i sistemi di gestione e controllo

L'installazione di sistemi di propulsione/alimentazione alternativa per l'efficientamento di mezzi di trasporto navale alimentati a combustibili fossili, ovvero sia l'integrazione dei sistemi di propulsione con le fonti rinnovabili, può portare benefici sia in termini di riduzione dei consumi sia in termini ambientali. Un'opzione innovativa è costituita dall'installazione di sistemi di sfruttamento del vento [26], che possono configurarsi come sistemi di propulsione ausiliaria: le soluzioni tecnologiche più diffuse prevedono l'installazione di vele tradizionali, vele ad ala rigida, rotor *Flettner* e *kite*. Le vele ad ala rigida offrono una maggiore spinta rispetto alle vele tradizionali, mentre i rotor *Flettner* utilizzano l'effetto Magnus per produrre spinta dai venti laterali attraverso dei cilindri rotanti installati sul ponte dell'imbarcazione. Tali tecnologie trovano applicazione principalmente nelle navi cargo e, sebbene collaudate dal punto di vista tecnico, sono considerate ancora sperimentali e, a causa degli elevati costi di installazione, risultano attualmente poco diffuse. Tali sistemi di sfruttamento del vento possono essere integrati con software di navigazione a bordo che consentono di individuare la rotta migliore analizzando i dati meteorologici, garantendo quindi il massimo risparmio ottenibile. Alcune tecnologie molto innovative sono in grado di sfruttare contemporaneamente l'energia del vento e del sole riducendo le emissioni: si tratta delle vele fotovoltaiche [32], una tecnologia che può essere installata su ogni tipo di nave. Tale vela rigida è posizionata su un albero telescopico realizzato in acciaio ad alta resistenza o fibra di carbonio, e viene orientata da un apposito software che ne ottimizza la posizione sia in termini di sfruttamento della spinta del vento che di captazione dei raggi solari. L'energia prodotta viene utilizzata principalmente per sopperire al fabbisogno degli ausiliari.

Altre tipologie di software che migliorano ulteriormente l'efficienza energetica della nave sono gli *Energy Management System* e in generale i sistemi di automazione e monitoraggio che, analizzando le performance della nave o della flotta, consentono di programmare la manutenzione in modo da ottenere il più possibile prestazioni ottimali del mezzo marittimo [27].

3.4 Trasporto aereo

Il trasporto aereo è una delle fonti di emissione di gas serra con maggiore tasso di crescita al livello globale: le proiezioni di anidride carbonica (CO₂) prodotta dal settore dell'aviazione al 2050, infatti, si attesteranno oltre il 300% rispetto ai valori attuali. Ciò malgrado, al 2016 l'industria aeronautica non ha chiari obiettivi di efficienza energetica definiti dall'*International Civil Aviation Organization (ICAO)* per la costruzioni di nuovi aeromobili da qui al 2030 [33].

A seconda delle funzioni o delle caratteristiche che si vogliono mettere in risalto nello specifico contesto operativo, gli aeromobili possono essere classificati secondo diversi criteri.

Tra le tipologie di classificazione degli aeromobili vi sono:

- giuridica (aeromobili di stato, militari, aeromobili privati, etc.);
- tecnica:

- aerostato (dirigibile, pallone);
- aerodina:
 - a velatura fissa (aeroplano, etc.);
 - a velatura mobile (elicottero, etc.);
- secondo l'impiego:
 - aeromobili da trasporto pubblico per il trasporto di persone e/o cose;
 - aeromobili da lavoro aereo non adibiti al trasporto di persone e/o cose;
 - aeromobili da turismo (aeroplani scuola, velivoli acrobatici, etc.) [34].

Altre possibili classificazioni distinguono il tipo di volo percorso dal velivolo a seconda dei confini nei quali si muove lo stesso o a seconda delle distanze percorse. Pertanto, è possibile classificare i voli come:

- intercontinentali, internazionali, nazionali;
- corta corsa (CC), media corsa (MC) e lunga corsa (LC). [35]

I principali ambiti all'interno dei quali possono essere applicate misure finalizzate all'efficienza energetica sono:

- l'aerodinamica;
- i materiali;
- i sistemi di propulsione;
- i sistemi di gestione e controllo.

3.4.1 L'aerodinamica

Da sempre, nel campo dell'aviazione, la riduzione della resistenza aerodinamica rappresenta un obiettivo di primaria importanza per la progettazione di qualsiasi classe di velivolo. Oggigiorno, elevati potenziali di miglioramento vengono offerti dal controllo del fluido laminare attraverso l'aspirazione dello strato limite [36] al fine di sostituire i flussi turbolenti a contatto con le superfici dell'aeromobile con flussi laminari. La ricerca si è concentrata fondamentalmente sulla parziale "laminarizzazione", sviluppando tecnologie e applicazioni *NLF (Natural Laminar Flow)* o *HLFC (Hybrid Laminar Flow Control)* sulle superfici del velivolo. I risultati ottenuti dall'investigazione scientifica sulla parziale o completa laminarizzazione di ali, fusoliere e impennaggi sono molto promettenti e rappresentano l'avanguardia del settore. Un'altra tecnologia mirata ad ottenere un flusso laminare sulla superficie del velivolo fu ideata dalla NASA a fine secolo scorso [37] ed è attualmente oggetto di re-investigazione: si tratta di sottili strati adesivi caratterizzati da micro-scanalature (*riblets*), da applicare alle superfici esterne di fusoliere o ali al fine di ridurre la resistenza aerodinamica. I risultati ottenibili possono portare ad un risparmio fino all'1,6%-2% del carburante [38], [33] nonostante tale soluzione sia fortemente sensibile al deterioramento e all'usura generata dalle condizioni esterne. La semplicità di questi *riblets* consente anche applicazioni di retrofit su aeromobili esistenti, tuttavia il loro impatto sui consumi è più contenuto rispetto alle tecnologie *NLF* e *HLFC*.

Più in generale sono diverse le soluzioni progettuali o tecnologiche che è possibile mettere in pratica per migliorare l'aerodinamica di un aeromobile, quali ad esempio l'aumento dell'apertura alare, l'impiego di strutture a morfologia variabile, la variazione del camber alare, fino ad arrivare al concetto più innovativo e avveniristico della *Smart Wing*, una tecnologia che consente di ottimizzare la morfologia del profilo alare grazie ad un approccio multidisciplinare in tema di materiali e sistemi di controllo attivo e passivo del fluido [39]. Un'ulteriore possibilità di miglioramento della resistenza indotta generata dai vortici d'estremità, già fortemente collaudata fin dagli anni '80, consiste nell'impiego di alette d'estremità o *Winglet*. Nei più recenti aeromobili destinati a tratte di lunga percorrenza, l'introduzione di grandi *Winglet*, definite dalla compagnia aerea *Sharklet*, è stata in grado di generare risparmi di combustibile superiori al 3% [40]. Sono invece oggi oggetto di ricerca radicali rivisitazioni del design dell'ala basati su una struttura più estesa, sottile e leggera, a tal punto da richiedere l'aggiunta di travature di supporto fissate sul lato della fusoliera. I primi esperimenti in galleria del vento condotti dalla NASA, affiancata da costruttori all'avanguardia, hanno mostrato risultati sorprendenti, con risparmi di carburante fino al 50% rispetto alla tecnologia corrente [41].

3.4.2 I materiali

Come per altre modalità di trasporto, il peso del mezzo gioca un ruolo importante nella definizione dei consumi. Pertanto, per limitare ulteriormente il consumo di combustibile, è possibile adottare strategie che consentono di ridurre il peso dell'aereo, utilizzando ad esempio materiali o componenti più leggeri. Per quanto riguarda i materiali, la soluzione più promettente è rappresentata dai materiali compositi, ovvero quei materiali caratterizzati dall'unione di due o più elementi di differenti caratteristiche chimico-fisiche. Tali materiali possono essere considerati come composti da una fase fibrosa, detta rinforzo, che ha il compito di resistere alle sollecitazioni, e una fase omogenea, detta matrice, che ha il compito di trasferire le sollecitazioni alle fibre stesse. L'unione di queste fasi dà come risultato un materiale in grado di garantire proprietà meccaniche elevatissime a fronte di una massa volumica molto bassa. In campo aeronautico e aerospaziale, questi materiali sono utilizzati principalmente per la costruzione di strutture e parti mobili dell'ala. Infatti, la struttura del velivolo costituisce circa il 50% del peso totale, per cui appare evidente come l'utilizzo di materiali leggeri come leghe di alluminio, di titanio o materiali compositi costituisca una soluzione promettente. Un'altra possibilità percorribile consiste nell'adozione di tecniche avanzate di assemblaggio. Tecnologie di assemblaggio come il laser, ad esempio, permettono di non dover ricorrere all'utilizzo di rinforzi e rivetti, alleggerendo quindi ulteriormente il peso della struttura. Per quanto riguarda, invece, i sistemi di frenata, sono disponibili freni in carbonio, più leggeri dei diffusi freni in acciaio; sono inoltre disponibili sistemi di frenata elettrici, che risultano più leggeri e semplici da monitorare rispetto a quelli pneumatici o idraulici [40].

Come per le altre modalità di trasporto, la limitata diffusione dei materiali compositi è principalmente legata ai costi elevati.

3.4.3 I sistemi di propulsione e i sistemi di gestione e controllo

Il sistema di propulsione del velivolo incide in maniera importante sui consumi energetici dello stesso. Pertanto, a parità di altre condizioni al contorno, l'incremento dell'efficienza dei propulsori comporta una significativa riduzione dei consumi dei consumi energetici del velivolo.

Diversi studi dimostrano come vi sia un cospicuo margine di miglioramento dell'efficienza globale delle turbine a gas utilizzate per la propulsione dei velivoli, con un potenziale che arriva al 30% di incremento dell'efficienza rispetto ai sistemi di propulsione attualmente in servizio. Tali livelli di efficienza possono essere raggiunti non tanto mediante l'introduzione di una nuova tecnologia, quanto tramite l'ottimizzazione dei componenti utilizzati e della capacità degli stessi di lavorare ad elevate temperature [42]. Naturalmente, l'efficienza del sistema propulsivo non è legata solamente al motore o alla turbina del velivolo, ma dipende anche dalla configurazione del velivolo e all'integrazione in esso del sistema propulsivo.

Per quanto concerne i sistemi di propulsione che adottano turbine a gas, i limiti di incremento dell'efficienza termodinamica sono legati ai vincoli di temperatura e pressione di lavoro ai quali si trovano ad operare tali sistemi, nonché alla contemporanea esigenza di riduzione del peso, del fabbisogno di raffreddamento e delle perdite di attrito aerodinamico. A tal proposito, sono allo studio l'impiego di materiali ceramici che permetteranno ai componenti di raggiungere temperature di lavoro fino a 1480 °C, consentendo l'eliminazione dei sistemi di raffreddamento in svariate parti del sistema di propulsione. Al contempo, altri studi, prevedono l'impiego di leghe di alluminio a base di nickel, oppure l'utilizzo di rivestimenti per l'incremento della resistenza alle alte temperature.

Nell'ambito di ricerca relativo allo sviluppo di differenti tecnologie di sistemi di propulsione rispetto ai sistemi convenzionali per velivoli commerciali, sono allo studio dei sistemi di propulsione elettrica che consentano la riduzione delle emissioni di CO₂. Le sfide per l'elettrificazione di questi mezzi sono relative al miglioramento dei parametri di energia specifica (Wh/kg) e potenza specifica (kW/kg), quest'ultimo soprattutto in relazione ai sistemi di accumulo presenti su alcune configurazioni di tali sistemi. A tal proposito si possono suddividere i sistemi di propulsione elettrica in tre principali famiglie: sistemi completamente elettrici, ibridi e turboelettrici. Per il completo sviluppo e la commercializzazione di queste tecnologie si dovranno attendere i prossimi decenni. I reali vantaggi di un sistema di propulsione elettrica rispetto al sistema di propulsione convenzionale dovrà essere verificato rispetto all'efficienza dei componenti che lo costituiscono,

all'efficienza del sistema di distribuzione dell'energia elettrica e meccanica e all'incremento di peso del velivolo dovuto all'eventuale presenza di un sistema di accumulo.

I sistemi di propulsione elettrica che richiedono tempi di sviluppo tecnologico minore sono quelli che utilizzano tecnologia turboelettrica e che prevedono un sistema di propulsione distribuita. Tali sistemi di propulsione saranno in grado di ridurre del 20% il consumo di combustibile rispetto ad un analogo velivolo commerciale costituente lo stato dell'arte [42].

A causa della complessità e della profonda integrazione dei sistemi ed i sottosistemi che compongono un aeromobile, il reale beneficio che può apportare un intervento di efficienza energetica nel settore aeronautico non dipende solamente dai meriti della nuova tecnologia installata ma è legato anche al grado di integrazione di tale tecnologia con gli altri sistemi che compongono lo specifico velivolo. Allo stesso modo, per via di queste intrinseche interazioni, più miglioramenti apportati allo stesso aeromobile non portano necessariamente ad un beneficio globale pari alla somma dei singoli interventi [40]. Da ultimo si rappresenta che circa l'8% dei consumi legati al trasporto aereo sia frutto di rotte inefficienti. Purtroppo, spesso la rotta che rappresenta l'ottimo in termini di consumi non può essere percorsa, perché molti sono i fattori che entrano in gioco nella scelta: sicurezza, traffico aereo, capienza degli aeroporti, condizioni meteorologiche, etc.

3.5 Ulteriori interventi di riduzione dei consumi nel settore dei trasporti

Ulteriori interventi di riduzione dei consumi nel settore dei trasporti sono quelli relativi allo shift modale verso sistemi di trasporto più efficienti e caratterizzati quindi da consumi di energia inferiori a parità di servizio reso. Peraltro, la scelta di tali modalità di trasporto coincide spesso con l'utilizzo di veicoli a basse emissioni. In aggiunta a tali interventi è possibile ottenere una riduzione dei consumi energetici nel settore dei trasporti mediante l'adozione di iniziative per la riduzione del fabbisogno di mobilità, come ad esempio l'impiego dello smart working, oppure la riduzione della velocità di mezzi di trasporto a parità di servizio reso. Altri interventi di efficienza energetica riportati in Tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., che non riguardano strettamente la modalità di trasporto ma il settore dei trasporti in generale, e non solo, consistono principalmente nell'efficientamento degli impianti ausiliari di mezzi di trasporto alimentati con combustibili fossili (illuminazione, sistemi di pompaggio, impianti di climatizzazione, sistemi di ventilazione, gru, impianti aria compressa, recupero del calore, etc.), pertanto sono da ricondurre alla tipologia di intervento *"Efficientamento energetico di mezzi di trasporto alimentati a combustibili fossili ivi compreso il trasporto navale"* di cui alla Tabella 1, Allegato 2, del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

Le principali voci di consumo afferenti ai servizi generali dei mezzi riguardando essenzialmente l'illuminazione e il condizionamento. Per quanto riguarda i sistemi di illuminazione, l'indirizzo è quello di adottare la tecnologia LED quale sistema più efficace per ridurre i relativi consumi, nonché impiegare sensori di luce diurna per la riduzione del flusso luminoso di tali lampade qualora non sia necessario il loro apporto all'interno del mezzo.

Al fine di ridurre i consumi energetici imputabili al condizionamento, invece, alcune delle soluzioni ad oggi frequentemente adottate consistono ad esempio nel limitare le aree servite dall'impianto di condizionamento, utilizzare sistemi radianti per il riscaldamento degli spazi più grandi, adottare sistemi di rigenerazione che permettano di preriscaldare l'aria in ingresso con l'aria in uscita dal mezzo, migliorare l'efficienza dei sistemi di generazione del freddo, impiegare sistemi di ventilazione naturale. In linea generale, gli sforzi maggiori che si stanno facendo per ridurre i consumi degli ausiliari dei mezzi sono quelli relativi al monitoraggio del reale fabbisogno energetico delle utenze che li caratterizzano, al fine di implementare una serie di azioni che mirano ad ottimizzare l'effetto utile generato da tali sistemi avvicinandolo il più possibile a quella che è la reale richiesta da parte delle utenze [40]. L'utilizzo del *Building Management System (BMS)* consente di ottimizzare e modulare i sistemi precedentemente descritti in base al reale carico occupazionale del mezzo, che può essere monitorato, ad esempio, misurando la percentuale di anidride carbonica presente all'interno dei veicoli.

4 INDIVIDUAZIONE DEGLI ALGORITMI PER IL CALCOLO DEI RISPARMI ENERGETICI ADDIZIONALI

Di seguito si riporta sinteticamente la tabella riepilogativa degli interventi di cui alla Tabella 6, con indicazione del parametro di consumo energetico e dell'algoritmo di calcolo dei risparmi da utilizzare tra quelli indicati all'interno della Tabella 9 (si rappresenta che, laddove specificato, alla medesima tipologia di intervento possono corrispondere differenti algoritmi a seconda della tipologia di indicatore di consumo energetico da adottare). Tali aspetti saranno approfonditi nei paragrafi seguenti.

Modalità di trasporto	Intervento	Indicatore di consumo energetico (unità di misura)	ID Algoritmo
Trasporto su strada	Acquisto flotte di mezzi di trasporto passeggeri su strada	tep/(km·passeggero), tep/(km·posto passeggero) *	1, 3*
	Acquisto flotte di veicoli pesanti per il trasporto merci su strada	tep/(km·t)	2
	Sistemi predittivi per l'efficientamento dello stile di guida	tep/(km·t), tep/(km·passeggero), tep/(km·posto passeggero)	1, 2, 3
	Acquisto di carrelli elevatori più efficienti a trazione elettrica per la movimentazione merci	tep/(km·t)	2
Trasporto su rotaia	Acquisto flotte di treni più efficienti per il trasporto ferroviario passeggeri e/o merci nazionale	tep/(km·passeggero), tep/(km·t)	1, 2
	Acquisto flotte di treni per il trasporto passeggeri regionale	tep/(km·posto passeggero)	3
	Acquisto flotte di mezzi su rotaia (tram, metro) per il Trasporto Pubblico Locale (TPL)	tep/(km·posto passeggero)	3
Trasporto marittimo	Acquisto flotte di navi adibite al trasporto persone e/o merci	tep/(km·passeggero), tep/(km·t)	1, 2
	Interventi mirati all'ottimizzazione della fluidodinamica	tep/(km·passeggero), tep/(km·t)	1, 2, **
	Sostituzione gruppo motore	tep/(km·passeggero), tep/(km·t)	1, 2
	Installazione di sistemi di propulsione/alimentazione alternativa per l'efficientamento di mezzi di trasporto navale alimentati a combustibili fossili	tep/(km·passeggero), tep/(km·t)	1, 2
Trasporto aereo	Acquisto flotte di aerei per il trasporto passeggeri e/o merci	tep/(km·passeggero), tep/(km·t)	1, 2
	Sostituzione dei sistemi di propulsione con altri a maggiore efficienza	tep/(km·passeggero), tep/(km·t)	1, 2
	Interventi mirati all'ottimizzazione aerodinamica di aerei	tep/(km·passeggero), tep/(km·t)	1, 2

-	Interventi riconducibili all'adozione di misure comportamentali	-	-
---	---	---	---

Tabella 8 - Possibili interventi nel settore Trasporti con indicazione dell'indicatore di consumo energetico e dell'algoritmo di calcolo da utilizzare.

- * Per progetti di efficienza energetica riconducibili alle tipologie di intervento "Acquisto flotte di veicoli ibridi" e "Acquisto flotte di veicoli elettrici" di cui alla Tabella 1, dell'Allegato 2 al D.M. 10 maggio 2018, presentati come PS, dovranno essere utilizzati gli indicatori di consumo e l'algoritmo specificati nelle rispettive schede di Progetto Standardizzato.
- ** Per progetti di efficienza energetica riconducibili alla tipologia di intervento "Sistema propulsivo delle navi" di cui alla Tabella 1, dell'Allegato 2 al D.M. 10 maggio 2018 e presentati come PS, dovrà essere utilizzato l'algoritmo specificato nella scheda del Progetto Standardizzato.

Nel paragrafo seguente sono riportati gli algoritmi che dovranno essere adottati per i diversi interventi. Si precisa che, nel caso di interventi differenti da quelli inseriti in Tabella 8, oppure nei casi in cui non sono espressamente indicati i riferimenti degli indicatori di consumo energetico e delle formule da adottare, dovrà essere il soggetto proponente a proporli sulla base dello specifico intervento per il quale si richiede l'accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi.

4.1 Algoritmi di calcolo del risparmio energetico addizionale

N.	Algoritmo
1	$REA = (C_{S_{baseline}} - C_{S_{ex\ post}}) \cdot km_{post} \cdot passeggeri_{post}$
2	$REA = (C_{S_{baseline}} - C_{S_{ex\ post}}) \cdot km_{post} \cdot t_{post}$
3	$REA = (C_{S_{baseline}} - C_{S_{ex\ post}}) \cdot km_{post} \cdot p_{ex\ post}$

Tabella 9 - Algoritmi di calcolo dei risparmi per il settore trasporti

dove:

- REA è il Risparmio Energetico Addizionale, espresso in tep;
- $C_{S_{baseline}}$ e $C_{S_{post}}$ ⁸ sono i consumi specifici nella situazione di baseline e post intervento, definiti rispettivamente come:
 - algoritmo n. 1: il rapporto tra il consumo di energia primaria e il prodotto tra i chilometri percorsi e il numero di passeggeri effettivamente trasportati, espresso in [tep/km·passeggero];
 - algoritmo n. 2: il rapporto tra il consumo di energia primaria e il prodotto tra i chilometri percorsi e le tonnellate di merce effettivamente trasportata, espresso in [tep/km·t];
 - algoritmo n. 3: il rapporto tra il consumo di energia primaria e il prodotto tra i chilometri percorsi e il numero massimo di posti passeggeri trasportabili (in piedi e seduti), espresso in [tep/km·posto passeggero];
- $passeggeri_{post}$ è il numero di passeggeri effettivamente trasportato nella situazione post intervento;
- t_{post} tonnellate di merce effettivamente trasportate nella situazione post intervento;
- $p_{ex\ post}$ è il numero massimo di posti passeggeri trasportabili (in piedi e seduti).

⁸ Il consumo specifico deve essere espresso in termini di energia primaria utilizzando, nel caso di consumo di energia elettrica, il fattore di conversione 0,187 tep/MWh. Nel caso di mezzi di trazione che utilizzano combustibili fossili si dovranno utilizzare degli opportuni coefficienti di conversione del consumo finale in consumo di energia primaria da valutare a seconda della specifica tipologia di combustibile utilizzato.

Il programma di misura dovrà prevedere il monitoraggio nella situazione post intervento, e nel caso di sostituzione o efficientamento anche nella situazione ante intervento, di tutti i vettori energetici coinvolti e delle variabili operative che influiscono sui consumi (ad es. tipo di tratta, velocità, etc.), al fine di normalizzare i consumi specifici rispetto alle condizioni esterne che li influenzano.

4.2 Determinazione del consumo specifico di baseline e delle variabili operative

Per la determinazione del consumo specifico di baseline di un qualsiasi mezzo di trasporto è necessario innanzitutto distinguere i casi di acquisto di uno o più veicoli (flotta) dai casi di efficientamento o sostituzione di uno o più veicoli (flotta) esistenti. Nel primo caso, in base a quanto previsto dall'art. 2, comma 1, lettera c) del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., il consumo di baseline è pari "al consumo antecedente alla realizzazione del progetto di efficienza energetica", negli altri casi invece il consumo di baseline è pari "al consumo di riferimento".

Per determinare il consumo di riferimento di un mezzo di trasporto occorre identificare, per la specifica tipologia d'intervento, quali siano i sistemi e le tecnologie che costituiscono lo standard di mercato in termini tecnologici e normativi, mediante un'analisi di mercato, studi di letteratura e/o altra documentazione tecnica che consenta di verificare quale sia il progetto di riferimento. A titolo esemplificativo e non esaustivo, nel caso di acquisto di flotte di veicoli nell'ambito di appalti pubblici, il consumo di riferimento dovrà essere individuato tenendo conto dei requisiti minimi previsti dal Decreto Legislativo n. 187/2021. Il consumo di riferimento può essere quindi determinato a partire dall'utilizzo della Tabella 10, oppure, per i casi in essa non presenti, a partire dall'utilizzo di dati sperimentali (ad esempio flotte di mezzi di trasporto esistenti rappresentative dello standard di mercato in termini tecnologici e normativi), ovvero utilizzando dati ottenuti da simulazioni numeriche di cui sia possibile verificare il progetto di riferimento scelto, il modello di calcolo e le condizioni al contorno utilizzate (es. valori e variabili operative utilizzate). Si rappresenta che l'utilizzo delle simulazioni numeriche per determinare il consumo di riferimento è ammissibile purché si dimostri la rappresentatività del modello utilizzato rispetto al comportamento reale del mezzo, ovvero sia possibile dimostrare l'adozione di ipotesi e assunzioni conservative dal punto di vista della determinazione dei consumi energetici del sistema di riferimento, ad esempio l'esclusione del consumo di energia dei carichi ausiliari dal consumo del mezzo di trasporto e delle variabili operative.

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei consumi di riferimento afferenti ad alcune casistiche e modalità di trasporto.

Modalità di trasporto	Mezzo di trasporto	Consumo di riferimento	Fonte
Trasporto su strada - Merci	Tutti i nuovi mezzi immatricolati	VEDI REGOLAMENTO (UE) 2017/2400 (Software - Vecto)*	REGOLAMENTO (UE) 2017/2400 (Software - Vecto)
Trasporto su rotaia - Passeggeri	Treni regionali a media capacità e alta capacità	0,016 kWh/(km·posto passeggero)**	database GSE
	Treni nazionali	0,034*** kWh/(km·passeggero)	database GSE
	Treni nazionali ad alta velocità	0,030*** kWh/(km·passeggero)	database GSE

Tabella 10 - Consumi specifici di riferimento

* Si specifica che l'utilizzo del Software Vecto è consigliato, ma è possibile proporre riferimenti alternativi;

** Il consumo specifico indicato per i treni regionali si riferisce ai soli treni a trazione elettrica.

*** In via cautelativa, qualora il consumo specifico di riferimento, le relative condizioni di esercizio e servizio reso siano di difficile determinazione o comunque non accettabili, dovrà essere utilizzato il valore di riferimento riportato in tabella.

Nel caso di sostituzione o efficientamento, la determinazione del consumo ante intervento di un mezzo di trasporto deve essere effettuata attraverso una campagna di misura, sia delle variabili operative, sia dei vettori energetici, in linea con quanto stabilito dal punto 1.3, dell'Allegato 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii. Si rappresenta che, soprattutto nel caso del settore trasporti dove le variabili operative sono molteplici, soltanto l'adozione di un periodo di monitoraggio sufficientemente esteso e di una frequenza di campionamento (almeno giornaliera) coerente con le fluttuazioni delle grandezze rilevate, può consentire di ottenere dei risultati significativi dal punto di vista statistico, nonché rappresentativi dei consumi reali del mezzo di trasporto.

Qualora il consumo di baseline sia stato determinato in differenti condizioni operative rispetto alla situazione post intervento, si dovrà fornire un'opportuna descrizione della metodologia e dell'eventuale fattore di correzione o funzione di regressione che si intende adottare per riportare il consumo di baseline alle condizioni post intervento, ovvero le ipotesi conservative effettuate per la determinazione del consumo di baseline rispetto ai possibili valori che le variabili operative possono assumere nella situazione post intervento. Ad esempio, per tenere conto delle differenti condizioni di esercizio che si possono avere in base alla tratta percorsa, è opportuno definire un consumo di baseline per ciascun percorso. Inoltre, al fine di tener conto degli effetti sui consumi energetici legati alla possibile variazione delle condizioni di carico del mezzo di trasporto, tra la situazione di baseline e la situazione post intervento, è necessario adottare un fattore correzione "*fattore di carico*", o una funzione di regressione, che sia in grado di normalizzare il consumo di baseline rispetto al numero di passeggeri e/o alle tonnellate di merce trasportate nella situazione post intervento.

Nei paragrafi seguenti verranno approfondite, a titolo esemplificativo, alcune delle variabili caratteristiche delle diverse modalità di trasporto.

4.2.1 Trasporto su strada

Nel caso del trasporto su strada le variabili operative da monitorare, al fine di consentire una normalizzazione del consumo di baseline rispetto alla situazione post intervento, sono:

- tipologia e lunghezza della tratta (chilometri percorsi dal veicolo, tipologia di percorso urbano/misto/extraurbano, numero di fermate, velocità media e velocità massima di percorrenza, etc.);
- numero di persone trasportate o tonnellate di merce trasportata;
- stile di guida dell'autista;
- tipologia di combustibile utilizzata dal singolo automezzo (nel caso di autoveicoli bi-fuel).

Per quanto riguarda il caso specifico dei carrelli elevatori le variabili operative da monitorare, al fine di consentire una normalizzazione del consumo di baseline rispetto alla situazione post intervento, sono:

- lunghezza dello spostamento (chilometri percorsi dal carrello);
- caratteristiche intralogistiche (tipologia e modalità di gestione del magazzino, tipologia di percorso, altezze di sollevamento, etc.);
- tonnellate di merce trasportata.

Per i progetti che prevedono la nuova installazione di carrelli elevatori, il consumo di riferimento può essere definito a partire dall'indice di consumo, stabilito secondo la norma VDI 2198, fermo restando che per la caratterizzazione dei sistemi e tecnologie che costituiscono lo standard di mercato in termini tecnologici e normativi, deve essere condotta un'analisi di mercato, ovvero studi di letteratura e/o altra documentazione tecnica che consenta di verificare il consumo di riferimento.

Il ciclo VDI2198 è un modello che consente di confrontare le prestazioni di funzionamento di diversi carrelli elevatori, appartenenti alla stessa tipologia, nelle stesse condizioni operative, secondo le modalità specificate all'interno della norma stessa.

L'indice di consumo, secondo il ciclo stabilito dalla norma VDI 2198, è generalmente riportato all'interno della scheda tecnica del carrello elevatore ed è espresso in funzione del tipo di alimentazione, l/h se diesel, kg/h se GPL, kWh/h se elettrico. Questo valore rappresenta il consumo di un carrello elevatore che ha eseguito un

“ciclo test di lavoro”, moderando attentamente la velocità in modo da completare n cicli di test in un’ora (per il numero di cicli del test si faccia riferimento alla Tabella 3 della norma VDI 2198).

Al fine di poter utilizzare all’interno dell’algoritmo di calcolo dei risparmi n. 2 (Tabella 9) il consumo di riferimento espresso secondo le unità di misura stabilite dalla norma VDI 2198, è necessario convertire tale grandezza in tep/(t·km) utilizzando i valori di:

- portata nominale da scheda tecnica;
- km percorsi nel ciclo test dal carrello come previsto dalla Tabella 3 della norma VDI 2198.

Ad esempio, si supponga di aver determinato un consumo di riferimento $C_{S_{rif}}$, espresso in l/h o kWh/h, per una specifica tipologia di carrello elevatore. Al fine di convertire tale consumo di riferimento in tep/(t·km) sarà necessario:

1. dividere il $C_{S_{rif}}$ per il numero di cicli su ora previsti dal test;
2. dividere il valore ottenuto per le tonnellate nominali trasportabili dal mezzo e per la distanza percorsa dallo stesso nel singolo ciclo di test, ovvero sia due volte la distanza “L” espressa all’interno della Tabella 3 della suddetta norma;
3. riportare in tep il valore ottenuto utilizzando l’opportuno fattore di conversione a seconda della tipologia di alimentazione del mezzo.

Per i progetti di sostituzione di carrelli elevatori dovrà essere predisposto un programma di misura adeguato che consenta di determinare il consumo ante intervento in tep/(t·km) tenendo conto degli effettivi consumi dei mezzi e delle variabili operative sopra riportate.

4.2.2 Trasporto su rotaia

Nel caso di trasporto su rotaia il programma di misura della situazione di baseline, nonché per analogia quello della situazione post intervento, deve tener conto di tutte le variabili operative che influenzano i consumi energetici, al fine di consentire una normalizzazione del consumo di baseline rispetto alla situazione post intervento. Le principali variabili operative che influenzano i consumi energetici sono:

- tipologia e lunghezza della tratta di percorrenza (chilometri percorsi, numero di fermate, presenza di gallerie, pendenze, velocità media e velocità massima di percorrenza, numero di curve e raggio di curvatura, ...);
- numero di persone trasportate o tonnellate di merce trasportata;
- stile di guida del macchinista (soprattutto nei veicoli a guida manuale e a guida semi automatica).

4.2.3 Trasporto marittimo

Nel caso del trasporto marittimo il programma di misura, oltre ai consumi di combustibile post intervento, dovrà prevedere la misura delle distanze effettive percorse dalle imbarcazioni (chilometri percorsi) e del carico trasportato (in termini di passeggeri imbarcati, merci imbarcate). In tale ambito le variabili operative di cui si deve tener conto, sia in fase di definizione della baseline sia in fase post intervento, sono:

- rotta percorsa (peculiarità della tratta in termini ad esempio di correnti, venti dominanti, etc.);
- velocità di crociera;
- stile di guida;
- condizioni meteo marine (condizioni atmosferiche, condizioni del mare, intensità del vento, etc.);
- condizioni manutentive di scafo ed eliche (vedi §3.3);
- numero di persone trasportate o tonnellate di merce trasportata;
- tipologia di combustibile.

Il monitoraggio dei consumi dovrà essere eseguito durante le sole fasi di navigazione, escludendo pertanto le manovre di attracco e di partenza e i periodi di ancoraggio.

4.2.4 Trasporto Aereo

Le variabili operative da dover considerare nel trasporto aereo sono le seguenti:

- numero di persone trasportate o tonnellate di merce trasportata;
- rotta percorsa (peculiarità della tratta in termini ad esempio di agenti atmosferici, di altezza di volo, di velocità media, di tempi di attesa precedenti alla fase di atterraggio, etc.);
- stile di guida;
- distanza percorsa;
- velocità di crociera;
- altezza di volo;
- condizioni atmosferiche;
- tipologia di combustibile.

A seconda che l'intervento preveda la nuova installazione o la sostituzione del componente, si dovranno considerare i risparmi addizionali rispetto alla soluzione di riferimento o alla situazione ante intervento.

5 METODOLOGIA ADOTTATA PER LA PRESENTE GUIDA

La presente guida vuole fornire le metodologie di calcolo dei risparmi di energia primaria relativi agli interventi previsti dal D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., nonché i valori di consumo di riferimento nel caso l'intervento di efficienza energetica riguardi la nuova installazione di un componente.

I valori di consumo di riferimento inseriti all'interno della Tabella 10 riguardano unicamente alcune specifiche tipologie di mezzi di trasporto, pertanto per tutti gli altri mezzi di trasporto si demanda al soggetto proponente l'individuazione del valore del consumo di riferimento, seguendo le indicazioni contenute all'interno del paragrafo 4.2 della presente guida.

Nello specifico, la determinazione dei valori di consumo di riferimento riportati all'interno della Tabella 10 è stata effettuata tramite l'utilizzo dei dati di consumo di baseline e post intervento provenienti dal database del GSE, per quanto riguarda i casi di trasporto su rotaia limitatamente ai mezzi di trasporto indicati all'interno della Tabella 10.

La Tabella 10 contiene, inoltre, il riferimento da utilizzare per determinare il consumo di riferimento di alcune specifiche tipologie di mezzi per il trasporto merci, ovvero sia il Regolamento (UE) 2017/2400 per la determinazione del consumo di carburante dei veicoli pesanti.

6 Bibliografia

- [1] E. Cascetta, «Transportation Systems Analysis: Models and Applications», 2009.
- [2] Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, *Art.1, DECRETO 14 luglio 2017, n. 125*, 2017.
- [3] «<https://www.codiceateco.it>,» [Online].
- [4] Commissione Europea, [Online]. Available: <https://ec.europa.eu>.
- [5] GSE S.p.A., «ENERGIA NEL SETTORE TRASPORTI,» 2021.
- [6] Elaborazione GSE su dati ACI - Automobile Club d'Italia, 2020. [Online]. Available: <http://www.opv.aci.it/WEBDMCircolante/>.
- [7] Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili, «Conto Nazionale delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili - Anni 2019-2020», 2021.
- [8] ASSTRA - Associazione Trasporti, «IL TRASPORTO PUBBLICO NELLE CAPITALI EUROPEE: UN'ANALISI DI BENCHMARK,» [Online]. Available: <http://www.asstra.it/conoscenza/pubblicazione/il-trasporto-pubblico-nelle-capitali-europee-unanalisi-di-benchmark.html>.
- [9] UN - United Nations, «MOBILIZING FOR DEVELOPMENT Analysis and Policy Recommendations from the United Nations Secretary-General's High-Level Advisory Group on Sustainable Transport,» 2016.
- [10] Ministero delle infrastrutture e dei Trasporti, *D.lgs. 30 aprile 1992 n.285 e s.m.i. - Nuovo codice della strada*.
- [11] IL MINISTRO DELLE INFRASTRUTTURE, *DECRETO 23 dicembre 2003 - Uso, destinazione e distrazione degli autobus*, 2004.
- [12] REGOLAMENTO (UE) 2017/2400 DELLA COMMISSIONE EUROPEA, 2017.
- [13] G. Jean-Baptiste, «Electric Truck & Bus Grid Integration, Opportunities, Challenges & Recommendations,» 2016.
- [14] A. E. T. S. Jye, A. Pesiridis e S. Rajoo, Effects of Mechanical Turbo Compounding on a Turbocharged Diesel Engine, 2013.
- [15] F. Rodríguez, R. Muncrief, O. Delgado e C. Baldino, MARKET PENETRATION OF FUEL EFFICIENCY, 2017.
- [16] B. Paolo, «Obiettivo risparmio: con l'aerodinamica un taglio ai consumi,» 2015.
- [17] «European Truck Platooning Challenge 2016 - Lessons Learnt,» 2016. [Online]. Available: <https://www.eutruckplatooning.com>.
- [18] IL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA, *DECRETO LEGISLATIVO 10 settembre 1991, n. 304*.
- [19] F. Dallari e M. Viterbo, «Batterie carrelli elevatori: ioni di litio vs piombo acido: dossier,» 2019.
- [20] International Energy Agency (IEA) and the International Union of Railways (UIC), *Railway Handbook 2015 - Energy Consumption and CO2 Emissions - Focus on Vehicle Efficiency*, IEA, 2015.
- [21] UIC - INTERNATIONAL UNION OF RAILWAYS, «TECHNOLOGIES AND POTENTIAL DEVELOPMENTS FOR ENERGY EFFICIENCY AND CO2 REDUCTIONS IN RAIL SYSTEMS,» UIC - International Union of Railways, 2016.
- [22] K. Barrow, «C-DAS: taking driver advisory systems to the next level,» *International Railway Journal*, 2018.
- [23] International Association of Public Transport (UITP), «METRO AUTOMATION FACTS, FIGURES AND TRENDS,» [Online]. Available: <https://www.uitp.org/sites/default/files/Metro%20automation%20-%20facts%20and%20figures.pdf>. [Consultato il giorno 2019].
- [24] F. ESSER e C. SCHINDLER, «ASSISTED, AUTOMATED AND AUTONOMOUS DRIVING ("TRIPLE A") FOR RAILWAY TRAFFIC,» in *XVII SCIENTIFIC - EXPERT CONFERENCE ON RAILWAYS RAILCON '16*, Niš, 2016.
- [25] INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, «The Global MTCC Network,» 17 Agosto 2009. [Online]. Available: <https://gmn.imo.org/wp-content/uploads/2017/05/Circ-684-EEOI-Guidelines.pdf>.

- [26] A. v. d. B. & U. W. Rob Winkel, «Energy Efficiency Technologies for Ships,» Publications Office of the European Union, Utrecht, Netherlands, 2015.
- [27] Z. Guangrong, Ship energy efficiency: now and the future, Tampere, Finland: VTT Technical Research Centre of Finland Ltd, 2017.
- [28] International Maritime Organisation (IMO), «REDUCTION OF GHG EMISSIONS FROM SHIPS, Marginal Abatement Costs and Cost Effectiveness of Energy-Efficiency Measures,» IMO, 2011.
- [29] A. B. o. Shipping, Ship Energy Efficiency Measures: Status and Guidance, Houston, USA, 2013.
- [30] International Council on Clean transportation (ICCT), «Reduce Greenhouse Gas Emissions from Ships - Cost Effectiveness of Available options,» Washington DC, 2011.
- [31] C. N. d. R. Istituto di Studi sui Sistemi Intelligenti per l'Automazione, «Rapporto Tecnico n. 417 anno 2013 - La propulsione marina ibrida: stato dell'arte e prospettive,» 2013.
- [32] Rinnovabili.it, «<http://www.rinnovabili.it/>,» 26 luglio 2017. [Online]. Available: <http://www.rinnovabili.it/energia/fotovoltaico/vele-fotovoltaiche-energysail/>.
- [33] D. R. M. Z. ANASTASIA KHARINA, «COST ASSESSMENT OF NEAR AND MID-TERM TECHNOLOGIES TO IMPROVE NEW AIRCRAFT FUEL EFFICIENCY,» ICCT, BEIJING | BERLIN | BRUSSELS | SAN FRANCISCO | WASHINGTON, 2016.
- [34] M. FLACCAVENTO e B. GIANNETTI, LEGISLAZIONE AERONAUTICA, Milano: ULRICO HOEPLI MILANO, 2010.
- [35] M. GIUNTA, «INFRASTRUTTURE AEROPORTUALI ED ELIPORTUALI - LECTURE 01 - GENERALITA' SUL TRASPORTO AEREO,» in *Corso di laurea Ingegneria Civile dell'università degli studi "Mediterranea" di Reggio di Calabria*, Reggio di Calabria, 2018/2019.
- [36] T. L. A. S. L. B. Y. L. R. R. Nils Beck, «Drag Reduction by Laminar Flow Control,» *Energies, MDPI*, 2018.
- [37] R. M. M. M. N. H. S. G. T. Gena Gibson, «Technology Brief T12 - Aviation Transport,» IEA ETSAP, 2011 January.
- [38] The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, «Air Transport and Energy Efficiency,» *TRANSPORT PAPERS*, 2012.
- [39] Clean Sky, «Cleansky,» [Online]. Available: <https://www.cleansky.eu/smart-fixed-wing-aircraft-sfwa>.
- [40] The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, «Air Transport and Energy Efficiency,» *TRANSPORT PAPERS*, 2012.
- [41] NASA, «phys.org,» 6 aprile 2016. [Online]. Available: <https://phys.org/news/2016-04-slimmed-down-aircraft-wing-fuel-emissions.html>.
- [42] Emissions, Committee on Propulsion and Energy Systems to Reduce Commercial Aviation Carbon; Board, Aeronautics and Space Engineering; Sciences, Division on Engineering and Physical, Commercial Aircraft Propulsion and Energy Systems Research: Reducing Global Carbon Emissions, Washington, DC: The National Academies Press, 2016.
- [43] Federacciai, «ACIES – Acciaio competitivo, intelligente e sostenibile,» Giugno 2008.
- [44] Federacciai, «L'industria siderurgica italiana 2015 – Acciaio competizione globale ma equa,» Maggio 2015.
- [45] Federacciai, «RAPPORTO AMBIENTALE 2009 - Il settore siderurgico italiano,» 2009.
- [46] Wärtsilä, "BOOSTING ENERGY EFFICIENCY," in *Energy Efficiency Catalogue / Ship Power R&D*, 2009.



CERTIFICATI BIANCHI
Allegato 2.8 alla Guida Operativa

Guide Settoriali

ILLUMINAZIONE PUBBLICA
Progetto a Consuntivo
2022

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	3
2	DESCRIZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE E DEGLI INTERVENTI INCENTIVABILI.....	3
2.1	LIVELLI MINIMI DI LUMINANZA E ILLUMINAMENTO.....	4
2.2	EFFICIENZA MINIMA DELLE LAMPADE POST INTERVENTO	4
2.3	REGOLAMENTI EUROPEI ILLUMINAZIONE: REGOLAMENTO (UE) 2019/2020.....	4
2.4	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	6
3	PROGRAMMA DI MISURA.....	7
4	INDIVIDUAZIONE DEL CONSUMO DI BASELINE E DELL’ALGORITMO DI CALCOLO	9
5	REALIZZAZIONE DELL’INTERVENTO	11
6	RENDICONTAZIONE DEI RISPARMI	12
	<i>Riferimenti normativi.....</i>	<i>13</i>
	<i>Allegato 1 – Fattore di manutenzione</i>	<i>14</i>

1 INTRODUZIONE

Nell'ambito degli interventi di efficienza energetica, gli impianti di illuminazione risultano di grande interesse in quanto la loro riqualificazione garantisce un'importante riduzione del consumo energetico e, pertanto, importanti benefici sia dal punto di vista ambientale sia economico. La presente guida rappresenta un ausilio per la presentazione dei progetti a consuntivo (PC) relativi agli interventi di installazione di sistemi per l'efficientamento dell'illuminazione pubblica.

2 DESCRIZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE E DEGLI INTERVENTI INCENTIVABILI

Secondo quanto definito dalla Tabella 1, dell'Allegato 2 al D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., gli interventi sugli impianti di illuminazione pubblica, rientranti nell'ambito "Settore reti, servizi e trasporti", sono di due tipologie:

- nuova installazione delle lampade e/o dei corpi illuminanti¹;
- sostituzione della lampada e/o del corpo illuminante nell'area oggetto d'intervento, con redistribuzione o meno del posizionamento delle lampade e/o dei corpi illuminanti.

La tabella seguente riporta, per ciascuna tipologia di intervento, i valori di vita utile (U) da considerare ai fini della rendicontazione dei risparmi.

Tipologia di intervento	Settore	Vita utile	
		Nuova installazione	Sostituzione
Sistemi per l'illuminazione pubblica	reti, servizi e trasporti	7	5

Tabella 1: valori di vita utile ai fini della rendicontazione dei risparmi per i progetti di efficienza energetica nell'ambito dell'illuminazione pubblica

Gli interventi di efficienza energetica nell'ambito dell'illuminazione pubblica riguardano l'installazione di lampade e/o di corpi illuminanti efficienti. È inoltre possibile prevedere interventi relativi all'adozione di sistemi di automazione e controllo che consentano la regolazione del flusso luminoso nei momenti in cui sia possibile sfruttare la luce naturale proveniente dall'esterno (sensori di luminosità), ovvero interventi relativi all'installazione di sistemi di illuminazione adattivi che regolano il flusso luminoso in funzione del valore di ulteriori specifici parametri rilevati in tempo reale, come ad esempio la tecnologia TAI (Traffic Adaptive Installation) o la tecnologia FAI (Full Adaptive Installation). In particolare, quest'ultima tipologia di intervento consente la regolazione del flusso luminoso e quindi dei consumi energetici mediante la rilevazione di diverse grandezze, tra le quali: il flusso e la tipologia del traffico veicolare, le condizioni meteorologiche, i valori di luminanza/illuminamento.

La migliore tecnologia disponibile nell'ambito dei sistemi di illuminazione, che permette di ottenere i migliori risultati in termini di riduzione dei consumi energetici, è la tecnologia a led. Il risparmio generabile da questa

¹ Si specifica che il termine "lampada" indica la sorgente luminosa, mentre il "corpo illuminante" fa riferimento all'insieme di sorgente e apparecchio.

tecnologia deriva dalla migliore efficacia delle lampade (valori tipici di questa tecnologia si attestano intorno ai 150-170 lm/W) che a parità di flusso luminoso richiedono l'assorbimento di una minore potenza.

Di seguito si riporta un caso esemplificativo di intervento di efficienza energetica su di un impianto di illuminazione pubblica al fine di fornire esclusivamente un'indicazione di massima sul potenziale di risparmio conseguibile mediante tale intervento, utilizzando la migliore tecnologia disponibile e secondo le seguenti ipotesi:

- l'impianto nella configurazione ante intervento garantisce il rispetto dei livelli minimi di luminanza/illuminamento previsti della norma UNI 13201 e risulta costituito da 400 lampade di tipologia SAP e potenza pari a 100 W;
- l'impianto post intervento, costituito da 400 lampade a LED con efficacia pari a 160 lm/W e potenza pari a circa 68 W, garantisce:
 - un livello di luminanza/illuminamento pari o superiore a quelli presenti nella configurazione ante intervento;
 - un risparmio energetico pari a circa il 32%;
- le ore di funzionamento equivalenti degli impianti nella configurazione ante intervento e post intervento sono pari a 4.200 ore.

Con tali ipotesi la stima del risparmio energetico addizionale generabile dall'intervento è pari a circa 53,5 MWh/anno, ovvero 10 tep/anno e risulta pertanto rispettata la dimensione minima per i progetti a consuntivo.

2.1 LIVELLI MINIMI DI LUMINANZA E ILLUMINAMENTO

Il nuovo impianto di illuminazione pubblica deve garantire il rispetto dei requisiti prestazionali minimi previsti dalla norma UNI 13201, per ciascuna categoria illuminotecnica definita dalla norma UNI 11248.

2.2 EFFICIENZA MINIMA DELLE LAMPADE POST INTERVENTO

Per l'accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi dovranno essere installate lampade e/o corpi illuminanti a LED con prestazioni pari o superiori a quelle riportate nella Tabella 15 del D.M. 27 settembre 2017 ss.mm.ii.

– *Criteri ambientali minimi per l'acquisizione di apparecchi per l'illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per l'illuminazione pubblica* (Tabella 2).

Efficienza luminosa del modulo LED completo di sistema ottico [lm/W]	Efficienza luminosa del modulo LED senza sistema ottico [lm/W]
≥ 105	≥ 120

Tabella 2: prestazioni minime delle lampade a LED ai fini dell'accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi

La verifica delle suddette prestazioni dovrà essere eseguita per le lampade e/o i corpi illuminanti oggetto di intervento, salvo per i casi esclusi dal D.M. 27 settembre 2017 ss.mm.ii.

2.3 REGOLAMENTI EUROPEI ILLUMINAZIONE: REGOLAMENTO (UE) 2019/2020

A decorrere dal 1° settembre 2021, il Regolamento (UE) 2019/2020 (di seguito indicato anche come *nuovo Regolamento*) ha abrogato il Regolamento (CE) n. 245/2009 precedentemente considerato come normativa di riferimento

- per la definizione degli assorbimenti dovuti agli alimentatori nel calcolo del parametro "P_{baseline}";

- per la definizione delle lampade di riferimento nel calcolo del parametro “ $P_{baseline}$ ”, qualora l’intervento si configuri come una “Nuova installazione”;

In particolare:

- al punto 1.b) dell’Allegato II del nuovo Regolamento si stabiliscono nuovi valori di efficienza energetica minima per le unità di alimentazione separate funzionanti a pieno carico in funzione della:
 - a) tipologia di sorgente luminosa;
 - b) potenza in uscita dichiarata dell’unità di alimentazione (P_{cg}) o potenza dichiarata della sorgente luminosa (P_{ls}) in [W], secondo i casi.

Pertanto, per i progetti a consuntivo (PC) presentati dal 1° settembre 2021, i nuovi valori di efficienza energetica minima per le unità di alimentazione stabiliti dal Regolamento (UE) 2019/2020 sostituiscono i valori previsti dal Regolamento (CE) n. 245/2009 e devono essere considerati per la definizione degli assorbimenti dovuti agli alimentatori nel calcolo del parametro “ $P_{baseline}$ ”.

- il punto 1.a) dell’Allegato II del nuovo Regolamento individua una nuova definizione dell’efficienza luminosa minima delle sorgenti e una differente denominazione di questa grandezza, indicata come **efficacia minima richiesta**, che si definisce come segue:

$$\varepsilon_{min} = \frac{\Phi_{use}}{P_{onmax}}$$

dove:

- ε_{min} : efficacia minima ($\frac{lm}{W}$);
- Φ_{use} = flusso luminoso utile;
- P_{onmax} (in W): potenza massima consentita calcolata che è la potenza calcolata mediante la seguente correlazione:

$$P_{onmax} = C \times (L + \Phi_{use}/(F \times \eta)) \times R$$

dove:

- η è una costante utilizzata a fini del calcolo che, pur avendo le dimensioni dell’efficacia in lm/W , non corrisponde a quest’ultima e quindi **all’efficacia minima richiesta** sopra definita. La costante, riportata nella tabella 1 dell’Allegato II, viene denominata *soglia di efficacia* e assume valori differenti in base al tipo di sorgente luminosa;
- L è il *fattore di perdita finale* espresso in W, costante che assume valori differenti in base al tipo di sorgente luminosa, riportata nella tabella 1 dell’Allegato II del nuovo Regolamento;
- C è il *fattore di correzione* che assume valori differenti in base al tipo di sorgente luminosa. Nella tabella 2 dell’Allegato II del nuovo Regolamento si riportano i “*Valori C di base*” e “*le aggiunte a C*”, incrementi dei valori di C stabiliti in funzione di particolari caratteristiche della sorgente luminosa;
- F è il *fattore di efficacia* (F) pari a 1,00 per sorgenti luminose non direzionali (NDLS, usando il flusso totale) e 0,85 per sorgenti luminose direzionali (DLS, usando il flusso in un cono);
- R è il *fattore IRC* (indice di resa cromatica) pari a 0,65 per $IRC \leq 25$ e $(IRC + 80)/160$ per $IRC > 25$, arrotondato al secondo decimale.

Pertanto, per i progetti a consuntivo (PC) presentati dal 1° settembre 2021, le lampade di riferimento devono rispettare il Regolamento (UE) 2019/2020 e ss.mm.ii., ovvero dovranno avere un valore di efficacia (lumen/W) pari o maggiore al valore di **efficacia minima richiesta** per la specifica tipologia di lampada esaminata.

2.4 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Nella presentazione di un progetto di nuova installazione o retrofit di un impianto di illuminazione pubblica è necessario fornire tutta la documentazione che consenta di inquadrare correttamente l'intervento, a partire da una chiara descrizione delle aree oggetto di intervento. È necessario, pertanto, definire accuratamente le aree interessate, classificandole in funzione della categoria illuminotecnica, secondo quanto definito dalla norma UNI 11248 e riportando, per ciascuna di esse, i requisiti prestazionali minimi previsti dalla norma UNI 13201. Si richiede, quindi, di presentare una tabella riassuntiva, come quella di seguito riportata, relativa alle strade oggetto di intervento con le informazioni di cui sopra.

Via/Piazza oggetto di intervento	Categoria illuminotecnica UNI 11248	Luminanza/Illuminamento di baseline [cd/m ²]/[lx]	Denominazione calcolo illuminotecnico di baseline	Luminanza/Illuminamento post intervento [cd/m ²]/[lx]	Denominazione e calcolo illuminotecnico post intervento	Luminanza/Illuminamento UNI 13201 [cd/m ²]/[lx]
Via XXX	Ad es. M1	1,80	Nome XXX	2,30	Nome XXX	2,00

Tabella 3: Informazioni riassuntive luminanza/illuminamento

Il progetto di efficienza energetica proposto, come suddetto, deve garantire il rispetto dei livelli minimi di luminanza/illuminamento previsti della norma UNI 13201 e, al fine di consentire tale verifica, devono essere forniti i calcoli illuminotecnici sia della situazione di baseline sia della situazione post intervento per le tutte le aree oggetto di intervento. I calcoli illuminotecnici devono essere effettuati utilizzando lo stesso fattore di manutenzione², al fine di garantire un confronto a parità di condizioni tra la situazione di baseline e la situazione post intervento. Inoltre, i calcoli illuminotecnici possono essere anche ristretti ad una parte delle strade oggetto di intervento, in funzione delle caratteristiche di classe illuminotecnica, di sistema d'illuminazione (es. interdistanza pali, altezza installazione punto luce, etc.) e geometria della strada (es. larghezza carreggiata, numero di corsie, etc.). In questo caso dovrà essere dimostrata la rappresentatività del campione scelto rispetto alle strade escluse dall'analisi, estendendone i risultati ottenuti esclusivamente ai fini del calcolo dei coefficienti correttivi.

I livelli minimi di luminanza/illuminamento definiti dalla norma UNI 13201, per i quali è richiesto il confronto al fine di determinare i coefficienti correttivi da applicare nell'algoritmo di calcolo dei risparmi, riguardano il livello di illuminamento/luminanza medio.

Nel caso in cui, a seguito dell'analisi dei rischi, venga effettuato un declassamento delle categorie stradali delle vie oggetto di intervento, deve essere fornita adeguata documentazione al fine di verificare i criteri adottati per il declassamento.

² Come definito nell'"Allegato 1 - Fattore di manutenzione".

Nel caso di interventi relativi all'adozione di sistemi di illuminazione adattivi il soggetto proponente è tenuto a fornire l'analisi dei rischi al fine di individuare quali siano le zone oggetto di intervento nelle quali, in base alle specifiche condizioni di traffico veicolare e/o ambientali, sarà possibile variare la categoria illuminotecnica da categoria di progetto a categoria di esercizio con evidenza dei nuovi requisiti minimi di luminanza/illuminamento che dovranno essere garantiti. Pertanto, al fine di rendere possibile la verifica del rispetto dei requisiti normativi, per tali aree oggetto di intervento, il soggetto proponente è tenuto a fornire, oltre che i calcoli illuminotecnici post intervento elaborati per la categoria di progetto, anche i calcoli illuminotecnici relativi alla categoria di esercizio a cui corrispondono i requisiti meno stringenti elaborati considerando la potenza di regolazione dei corpi illuminanti.

Per ciascun intervento che costituisce il progetto deve, inoltre, essere presentata una tabella riassuntiva riportante, sia per la situazione di baseline sia per la situazione post intervento, l'indicazione di marca, modello, potenza nominale, quantità e potenza totale delle lampade e/o dei corpi illuminanti oggetto di intervento.

POD	Via/Piazza oggetto di intervento	Baseline					Post Intervento				
		Marca	Modello	Potenza [W]	Quantità	Potenza totale [kW]	Marca	Modello	Potenza [W]	Quantità	Potenza totale [kW]
XXX1	Via XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
XXX2	Via YYY	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
XXXn	Via ZZZ	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX

Tabella 4: Informazioni riassuntive del progetto

La descrizione del progetto deve prevedere anche il dettaglio della stima dei costi strettamente riconducibili all'intervento. Tale stima può essere fornita anche in forma tabellare, esplicitando per ciascuna voce di costo il relativo importo.

3 PROGRAMMA DI MISURA

Nella presentazione di un progetto di installazione di un impianto di illuminazione pubblica è necessario fornire una descrizione del programma di misura adottato per la determinazione dei valori di consumo ante intervento (solo nel caso di retrofit) e del programma di misura che si intende adottare per la valutazione dei risparmi nella situazione post intervento. Tale descrizione, accompagnata da idonea documentazione (ad es. schede tecniche della strumentazione di misura nel caso in cui siano differenti dai contatori dell'energia elettrica del distributore associati ai POD, schemi elettrici con l'indicazione del posizionamento della stessa, etc.), deve contenere informazioni riguardanti la strumentazione di misura e i punti di rilevazione delle grandezze interessate dall'algoritmo di calcolo con indicazione del codice identificativo (POD). I misuratori devono essere posizionati in modo da rilevare le grandezze interessate (consumo di energia e variabili operative) e da scorporare gli effetti di variabili non relative all'intervento.

Qualora il programma di misura preveda l'installazione di strumenti di misura dell'energia elettrica differenti dai contatori dell'energia elettrica del distributore associati al POD, questi ultimi devono rispettare i vincoli di classe di precisione riportati nella Circolare dell'Agenzia delle Dogane n. 17/D del 23 maggio 2011, che richiede le seguenti classi di precisione, da fornire con riferimento alle indicazioni di cui alla norma CEI-EN 50470:

- Classe di precisione C (tensione maggiore di 100 kV, Potenza maggiore di 2.000 kW);

- Classe di precisione B (tensione maggiore di 100 kV, Potenza minore o uguale a 2.000 kW; per ogni altra tensione).

Pertanto, attraverso un ente di certificazione, deve essere applicata la normativa tecnica CEI EN 50470-1/2/3³ relativa ai contatori di energia attiva utilizzati in ambito residenziale, commerciale e industriale in bassa tensione per la definizione della classe dello strumento.

In merito a misure di energia elettrica attiva a cui risultino solo parzialmente applicabili le norme tecniche di riferimento per la certificazione della classe di precisione, tali misure sono ammissibili qualora l'operatore dimostri, attraverso test report certificati, che la percentuale di errore rientri nel range stabilito dalla classe di precisione B o C (a seconda dei casi) alle condizioni di frequenza di esercizio effettivo delle reti di distribuzione di energia elettrica.

Le misure dei consumi antecedenti alla realizzazione del progetto, nel caso di retrofit, devono far riferimento ad un periodo almeno pari a 12 mesi fornendo, qualora le misure derivino dai contatori del distributore di energia elettrica ed in assenza di carichi esogeni, le bollette relative a ciascun POD rientrante nel perimetro del progetto, ovvero le rilevazioni effettuate dagli specifici strumenti di misura dell'energia elettrica installati. Ad ogni modo è possibile ricorrere ad un periodo ed una frequenza di campionamento inferiori nel caso in cui il proponente dimostri che:

- a) le misure effettuate siano rappresentative dei consumi annuali;
- b) mediante opportuna documentazione tecnica, o dalle misure effettuate per un periodo inferiore ai 12 mesi o con frequenza non giornaliera, il consumo di riferimento scelto come consumo di baseline del progetto è inferiore al consumo ex ante.

Per maggiori dettagli si faccia riferimento ai chiarimenti operativi contenuti all'interno della Guida Operativa.

Nel caso in cui le misure di un POD comprendano anche carichi esogeni, ovvero sia carichi non relativi agli impianti di illuminazione (ad es. semafori, fontane, etc.), dovrà essere condotta un'analisi specifica al fine di valutarne l'assorbimento da scorporare dai consumi registrati. È possibile, per la situazione ante intervento, procedere ad una ricostruzione cautelativa dei consumi associati a tali utenze, fermo restando l'obbligo, nelle condizioni post intervento, di prevedere una misurazione dei consumi associati al solo impianto di illuminazione.

Il programma di misura deve, inoltre, prevedere una ricostruzione adeguata dei dati nel caso di perdita degli stessi durante il periodo di rendicontazione dei risparmi, non superiore ai 7 giorni consecutivi e ai 30 giorni l'anno, anche in riferimento ad eventuali dati non corretti forniti dalla strumentazione di misura, e deve contenere una descrizione del programma di verifica e manutenzione della strumentazione stessa nell'arco della vita utile dell'intervento.

³ Le norme tecniche CEI EN 50470 (parti 1-2-3) sono state emanate dal Comitato Elettrotecnico Italiano al fine di definire la classe di precisione (A, B o C). In particolare, la norma CEI EN 50470-1 si occupa delle prescrizioni generali, delle prove e delle condizioni di prova dei contatori e deve essere utilizzata o con la Parte 2 (contatori elettromeccanici) o con la Parte 3 (contatori statici), secondo il tipo di contatore.

4 INDIVIDUAZIONE DEL CONSUMO DI BASELINE E DELL'ALGORITMO DI CALCOLO

La definizione del corretto valore di baseline da adottare per il calcolo dei risparmi energetici addizionali deve tener conto di quanto stabilito dal D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., secondo cui *“il consumo di baseline è pari al valore del consumo antecedente alla realizzazione del progetto di efficienza energetica, fermo restando quanto previsto all’art. 6, comma 6”*. Nel caso di nuovi impianti, edifici o siti comunque denominati per i quali non esistono valori di consumi energetici antecedenti all’intervento, il consumo di baseline è pari al consumo di riferimento, cioè il consumo che è attribuibile *“all’intervento realizzato con i sistemi o con le tecnologie che, alla data di presentazione del progetto, costituiscono l’offerta standard di mercato e/o lo standard minimo fissato dalla normativa”*.

La definizione della baseline dunque parte dall’analisi dello stato di fatto. In particolare, deve essere identificato un valore di potenza assorbita dall’impianto a partire dalla numerosità, tipologia e potenza delle lampade e/o dei corpi illuminanti installati e dall’efficienza di eventuali alimentatori presenti nella condizione ante intervento. Nel caso di nuova installazione di un impianto di illuminazione, il valore di baseline sarà riferito alla tecnologia standard attualmente installabile, ovvero sia alle lampade a vapori di sodio ad alta pressione che abbiano un valore di efficienza luminosa (lumen/W) pari o maggiore al valore indicato nel Regolamento CE 245/2009 e ss.mm.ii. per la specifica tipologia di lampada esaminata. Deve poi essere valutato il rispetto della norma UNI 13201 in merito ai livelli minimi di luminanza/illuminamento per la situazione di baseline. Tale rispetto deve essere dimostrato fornendo i calcoli illuminotecnici di baseline che, nel caso di nuova installazione, dovranno far riferimento alla tecnologia standard attualmente installabile, considerando come punti di installazione dei corpi illuminanti gli stessi della configurazione post intervento. Qualora non fosse garantito, nella situazione ante intervento, il rispetto dei livelli minimi di luminanza/illuminamento, il soggetto proponente dovrà adottare un coefficiente di addizionalità normativa, pari al rapporto tra i livelli di luminanza/illuminamento ante intervento e il livello di luminanza/illuminamento minimo previsto dalla normativa.

L’algoritmo di calcolo dei risparmi relativi ai progetti di installazione di impianti di illuminazione pubblica è il seguente:

$$REA = [(P_{baseline} \cdot h_{post}) - (E_{post} \cdot Agglux)] \cdot Add_{norm} \cdot 0,187 \cdot 10^{-3} [tep]$$

dove:

- $P_{baseline}$ = potenza nominale installata (da scheda tecnica) delle lampade e/o corpi illuminanti presenti nella situazione ante intervento (eventualmente comprensiva degli assorbimenti dovuti agli alimentatori), da confrontare con le misure trasmesse relativamente allo stato ante intervento. Nel caso di nuova installazione la $P_{baseline}$ è la potenza delle lampade e/o corpi illuminanti di riferimento;
- E_{post} = energia elettrica misurata nella situazione post intervento;
- h_{post} = numero di ore equivalenti di funzionamento delle lampade e/o corpi illuminanti nella situazione post intervento. Tale grandezza è calcolata come segue:

$$h_{post} = \frac{E_{post}}{P_{post}}$$

essendo P_{post} la potenza nominale installata (da scheda tecnica) delle lampade e/o corpi illuminanti presenti nella situazione post intervento (eventualmente comprensiva degli assorbimenti dovuti agli alimentatori). Qualora si intendano rendicontare anche i risparmi di energia primaria derivanti dall'installazione di sistemi di regolazione del flusso luminoso per la variazione delle specifiche condizioni ambientali e/o di traffico veicolare, h_{post} deve essere oggetto di misurazione diretta. Nel caso in cui siano installati sistemi di regolazione che regolano il flusso luminoso soltanto in funzione dello sfruttamento della luce naturale e non di altri parametri, h_{post} deve essere oggetto di misurazione diretta limitatamente ai periodi nei quali è possibile sfruttare l'apporto della luce diurna. Inoltre, indipendentemente dalla tipologia di sistema di regolazione del flusso luminoso adottata, deve essere definito un parametro di controllo sulle ore di funzionamento post intervento, al fine di verificare che queste non eccedano le ore di funzionamento di baseline.

Si specifica, inoltre, che nel caso di utilizzo di lampade e/o corpi illuminanti che consentono, tramite la regolazione della potenza assorbita, di un flusso luminoso costante nel tempo, la P_{post} potrà coincidere con la potenza a cui viene regolato l'apparecchio;

- Agg_{lux} è il coefficiente di aggiustamento illuminotecnico e deve essere preso in considerazione nel caso in cui nelle condizioni post intervento si abbiano dei livelli di luminanza/illuminamento inferiori rispetto alle condizioni di baseline. Tale coefficiente, maggiore o uguale al valore unitario, viene determinato come rapporto tra luminanza/illuminamento nella situazione di baseline e nella situazione post intervento ed è necessario a garantire che i risparmi siano calcolati a parità di condizioni di illuminamento;
- Add_{norm} è il coefficiente di addizionalità normativa da utilizzare nel momento in cui nelle condizioni ante intervento i requisiti di luminanza/illuminamento non siano rispettati. Pertanto, attraverso tale parametro si quantifica, in termini di riduzione del risparmio energetico conseguibile mediante il progetto, la parte dell'intervento che si configura come un adeguamento ai requisiti di luminanza/illuminamento previsti dalla normativa. Tale coefficiente, minore o uguale al valore unitario e moltiplicativo del totale dei risparmi calcolati, viene definito dal rapporto tra la luminanza/illuminamento fornito nelle condizioni ante intervento e quello previsto dalla normativa di riferimento.⁴ Nei casi in cui, a seguito dell'analisi dei rischi, venga effettuato un declassamento della categoria stradale tra la situazione ante intervento e la situazione post intervento, il livello di illuminamento minimo da considerare ai fini della verifica del rispetto dei requisiti di luminanza/illuminamento previsti dalla normativa, è quello riferito alla nuova categoria individuata.

Si precisa che il calcolo del Risparmio Energetico Addizionale (REA) dovrà essere implementato a livello di singolo misuratore. Il foglio di calcolo deve quindi riportare una tabella riassuntiva contenente unicamente i dati necessari al calcolo dei risparmi.

POD	Potenza di baseline [kW]	Potenza post intervento [kW]	Consumi post intervento [kWh]	Ore equivalenti [h]	Agg_{lux}	Add_{norm}	REA _{POD} [tep]
XXXX1	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
XXXX2	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX

⁴ Si rappresenta che, nel caso in cui il progetto di illuminazione pubblica ricada nella fattispecie di "nuova installazione", il coefficiente Add_{norm} non potrà mai essere inferiore al valore unitario sulla base della definizione di progetto di riferimento di cui all'Art. 2, comma 1, lettera p) del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii..

Tabella 5: Implementazione algoritmo di calcolo dei risparmi

Al fine di determinare i valori dei coefficienti correttivi da associare al singolo misuratore, occorre effettuare una media, ponderata sulla potenza totale delle lampade sottese al misuratore, dei coefficienti associati al singolo tratto stradale, sulla base delle informazioni riassunte nella Tabella 3. In particolare:

- il coefficiente Agg_{lux} deve essere ponderato rispetto alla potenza nominale post intervento;
- il coefficiente Add_{norm} deve essere ponderato rispetto alla differenza tra la potenza nominale ante intervento e post intervento.

Il risparmio energetico addizionale complessivo del progetto sarà dato dalla somma dei risparmi relativi ad ogni singolo punto di misura.

Si precisa, inoltre, che anche nel caso in cui si sia effettuato un declassamento delle categorie stradali tra la situazione ante intervento e post intervento, occorre tener conto del minore livello di luminanza/illuminamento nelle condizioni post intervento attraverso l'applicazione del coefficiente Agg_{lux} .

Nell'ambito dei progetti di efficienza energetica dei sistemi di illuminazione pubblica, qualora ritenuto necessario, potrà essere richiesta la misura dei livelli di luminanza/illuminamento post intervento, al fine di verificare che il valore della luminanza/illuminamento post intervento sia conforme ai requisiti normativi.

In fase di presentazione del PC deve essere fornito il file Excel di rendicontazione contenente l'algoritmo di calcolo dei risparmi energetici addizionali che si intende utilizzare per la richiesta di verifica e certificazione dei risparmi a consuntivo (RC). Tale file, oltre alle informazioni già richieste dallo stesso template generato dal portale di efficienza energetica dei Certificati Bianchi, deve prevedere ulteriori tre fogli di calcolo, contenenti le informazioni di seguito indicate:

1. *“Verifiche illuminotecniche”*: questo foglio deve contenere le informazioni riportate in Tabella 3, ed il calcolo dei coefficienti correttivi Agg_{lux} e Add_{norm} per singolo tratto stradale;
2. *“Caratteristiche intervento”*: questo foglio deve contenere le informazioni riportate in Tabella 4;
3. *“Calcolo dei risparmi”*: questo foglio deve contenere le informazioni riportate in Tabella 5, con anche il dettaglio mensile dei consumi post intervento.

Il foglio *“Calcolo dei risparmi”* deve essere implementato sulla base dei dati inseriti nei fogli di calcolo di cui ai punti precedenti, esplicitando le formule utilizzate.

In fase di presentazione del PC, tale file Excel deve essere utilizzato per riportare il dettaglio della stima dei risparmi attesi. Pertanto, in tale fase, il dettaglio mensile dei consumi post intervento presente nel foglio *“Calcolo dei risparmi”* deve riportare i valori stimati.

5 REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

Ai fini dell'accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi sono ammissibili i progetti di efficienza energetica la cui data di inizio della realizzazione dei lavori sia successiva alla data di trasmissione al GSE dell'istanza di accesso al meccanismo, fatto salvo quanto previsto dal punto 1.7 dell'Allegato 1 al D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii. In particolare, al fine di agevolare la presentazione dei progetti è data facoltà al soggetto proponente di presentare, in data antecedente la data di avvio della realizzazione del progetto, una comunicazione preliminare o una Richiesta di Verifica Preliminare (RVP). In tal caso, il soggetto proponente

sarà tenuto a presentare il PC entro 24 mesi dall'invio della suddetta comunicazione o della RVP, eventualmente anche in data successiva alla data di avvio della realizzazione del progetto.

Per maggiori dettagli sulla comunicazione preliminare o sulla RVP si faccia riferimento ai chiarimenti operativi contenuti all'interno della Guida Operativa.

In base a quanto riportato all'art. 2, comma 1, lettera f), del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., la *“data di avvio della realizzazione del progetto”*, ai fini della determinazione del termine ultimo per la presentazione dell'istanza di accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi, ovvero per la presentazione della comunicazione preliminare o della RVP, corrisponde alla data di inizio dei lavori di realizzazione del progetto, ovvero sia all'avvio della fase *“esecutiva”* di un progetto di efficienza energetica.

La fase *“esecutiva”* di un progetto di efficientamento dei sistemi di illuminazione pubblica, a titolo esemplificativo e non esaustivo, può essere costituita dai seguenti lavori:

- lavori di demolizione ed opere civili, finalizzati alla preparazione del sito per l'installazione dei componenti oggetto dell'intervento di efficienza energetica;
- smontaggio del vecchio impianto di illuminazione pubblica;
- rifacimento dei quadri elettrici e delle linee di alimentazione;
- consegna, presso il sito oggetto d'intervento, dei componenti principali oggetto dell'intervento;
- installazione dei nuovi componenti (lampade, corpi illuminanti, pali e sostegni, etc.).

Ai fini della definizione della data di avvio della realizzazione del progetto, è da considerarsi la data meno recente di avvio delle fasi sopra indicate.

A partire dall'approvazione del PC da parte del GSE, il soggetto titolare ha a disposizione 12 mesi per avviare i lavori per tutti gli interventi che costituiscono il progetto, trascorsi i quali l'ammissibilità del progetto agli incentivi perde efficacia.

6 RENDICONTAZIONE DEI RISPARMI

Ciascuna RC deve essere presentata entro 120 giorni dalla fine del periodo di monitoraggio. Unitamente alla prima RC deve essere trasmessa:

- a. documentazione attestante la data di avvio della realizzazione del progetto;
- b. matricola degli eventuali ulteriori misuratori installati.

Le misure relative al periodo di monitoraggio oggetto della RC dovranno essere trasmesse, con frequenza di campionamento definita nel PC, riportando per ogni intervallo i consumi misurati e i valori assunti dalle variabili operative per la determinazione dei risparmi generati dal progetto.

Riferimenti normativi

- UNI 13201 Illuminazione stradale;
- UNI 11248 Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche;
- D.M. 27 settembre 2017 ss.mm.ii. – *Criteri ambientali minimi per l'acquisizione di apparecchi per l'illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per l'illuminazione pubblica;*
- Regolamento (UE) 2019/2020 e ss.mm.ii.

Allegato 1 – Fattore di manutenzione

Il fattore di manutenzione “*FM*” viene determinato come prodotto di diversi fattori:

$$FM = LLMF \times LSF \times LMF \times SMF$$

dove:

- *LLMF* è il fattore di manutenzione del flusso luminoso che indica la riduzione specifica del flusso di una lampada nel corso della sua durata;
- *LSF* è il fattore di durata delle lampade, che indica la percentuale delle lampade ancora funzionanti trascorso un certo intervallo di manutenzione;
- *LMF* è il fattore di manutenzione dell’apparecchio che indica il calo di efficienza di un apparecchio dovuto alla sporcizia che si accumula trascorso un certo intervallo di manutenzione;
- *SMF* è il fattore di manutenzione delle superfici che indica il calo degli indici di riflessione delle superfici, dovuto alla sporcizia che si accumula trascorso un certo intervallo di manutenzione.

Nella determinazione di tale coefficiente, pertanto, entrano in gioco sia le caratteristiche intrinseche delle lampade installate (in termini di degrado delle prestazioni per la riduzione di flusso) sia il degrado della funzionalità delle lampade installate e delle caratteristiche ambientali (in termini di affidabilità, sporcamento dell’impianto e delle superfici riflettenti).

Considerato che gli interventi incentivabili riguardano l’installazione delle lampade e/o dei corpi illuminanti, e non eventuali comportamenti più o meno virtuosi in termini di manutenzione, per effettuare un confronto a parità di condizioni tra le situazioni di baseline e post intervento, è necessario che i fattori di manutenzione inseriti nei calcoli illuminotecnici siano gli stessi nelle condizioni di baseline e post intervento, salvo il caso, applicabile per il solo fattore *LLMF*, in cui si dimostri la variazione tra le condizioni ante e post intervento (es. lampade e/o corpi illuminanti che consentono flusso luminoso costante nel tempo).



CERTIFICATI BIANCHI
Allegato 2.9 alla Guida Operativa

Guide Settoriali

ILLUMINAZIONE PRIVATA
Progetto a Consuntivo
2022

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	3
2	DESCRIZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE E DEGLI INTERVENTI INCENTIVABILI.....	3
2.1	LIVELLI MINIMI DI ILLUMINAMENTO.....	4
2.2	CLASSE DI EFFICIENZA DELLE LAMPADE POST INTERVENTO	4
2.3	REGOLAMENTI EUROPEI ILLUMINAZIONE: REGOLAMENTO (UE) 2019/2020 E REGOLAMENTO (UE) 2019/2015	5
3	DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	7
4	PROGRAMMA DI MISURA.....	8
5	INDIVIDUAZIONE DEL CONSUMO DI BASELINE E DELL’ALGORITMO DI CALCOLO.....	9
6	REALIZZAZIONE DELL’INTERVENTO	12
7	RENDICONTAZIONE DEI RISPARMI	12
	<i>Riferimenti normativi.....</i>	<i>14</i>
	<i>Allegato 1 – Fattore di manutenzione</i>	<i>15</i>

1 INTRODUZIONE

Nell'ambito degli interventi di efficienza energetica, gli impianti di illuminazione risultano di grande interesse in quanto la loro riqualificazione garantisce un'importante riduzione del consumo energetico e, pertanto, importanti benefici sia dal punto di vista ambientale sia economico.

La presente guida rappresenta un ausilio per la presentazione dei progetti a consuntivo (PC) relativi agli interventi di installazione di sistemi per l'illuminazione efficienti nei settori industriale, civile e agricolo.

2 DESCRIZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE E DEGLI INTERVENTI INCENTIVABILI

Secondo quanto definito dalla Tabella 1, dell'Allegato 2 al D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., gli interventi incentivabili sugli impianti di illuminazione, rientranti nell'ambito "Settore civile (residenziale, terziario) e agricolo" e nel "Settore industriale", sono di due tipologie:

- nuova installazione delle lampade e/o dei corpi illuminanti¹;
- sostituzione, con redistribuzione o meno del posizionamento delle lampade e/o dei corpi illuminanti.

La tabella seguente riporta, per ciascuna tipologia di intervento, i valori di vita utile (U) da considerare ai fini della rendicontazione dei risparmi.

Tipologia di intervento	Settore	Vita utile	
		Nuova installazione	Sostituzione
Sistemi per l'illuminazione	industriale	7	5
Sistemi per l'illuminazione privata	Civile e agricolo	7	5

Tabella 1: Valori di vita utile ai fini della rendicontazione dei risparmi per i progetti di efficienza energetica nell'ambito degli impianti di illuminazione

Gli interventi di efficienza energetica nell'ambito degli impianti di illuminazione riguardano l'installazione di lampade e/o corpi illuminanti efficienti, sia all'interno di edifici sia nelle aree esterne (es. piazzali, aree di carico/scarico, aree di accesso). Inoltre, è possibile prevedere dei sistemi di automazione e controllo che consentano la regolazione del flusso luminoso per lo sfruttamento della luce naturale proveniente dall'esterno (sensori di luminosità), o di interrompere l'alimentazione delle lampade nei periodi in cui non sia necessaria (sensori di presenza). In tali casi l'impianto è provvisto di un sistema di misura dei livelli di illuminamento tali da consentire la corretta regolazione del flusso luminoso al fine di garantire i requisiti minimi previsti dalla normativa. Ai fini della rendicontazione degli interventi che ricadono nelle tipologie riportate in Tabella 1, sono ammissibili esclusivamente i sistemi di regolazione che prevedono lo sfruttamento della luce naturale diurna. Ai fini dell'accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi, non

¹ Si specifica che il termine "lampada" indica la sorgente luminosa, mentre il "corpo illuminante" fa riferimento all'insieme di sorgente e apparecchio.

potranno essere incentivati i risparmi dovuti alla mera riduzione dell'illuminamento per motivi gestionali, che si configurano come una riduzione del servizio reso. Si segnala, inoltre, che l'intervento di spegnimento automatico, mediante i sensori di presenza, si configura come una misura comportamentale della tipologia "Adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti", non oggetto della presente guida.

La migliore tecnologia disponibile nell'ambito dei sistemi di illuminazione, che permette di ottenere i migliori risultati in termini di riduzione dei consumi energetici, è la tecnologia a LED. Il risparmio generabile da questa tecnologia deriva dalla migliore efficacia (lm/W) delle lampade (valori tipici di questa tecnologia si attestano intorno ai 150-170 lm/W) che a parità di flusso luminoso richiedono l'assorbimento di una minore potenza. Di seguito si riporta un caso esemplificativo di intervento di efficienza energetica su di un impianto di illuminazione al fine di fornire esclusivamente un'indicazione di massima sul potenziale di risparmio conseguibile mediante tale intervento, utilizzando la migliore tecnologia disponibile e secondo le seguenti ipotesi:

- l'impianto nella configurazione ante intervento garantisce il rispetto dei livelli minimi d'illuminamento previsti della norma UNI EN 12464 e risulta costituito da 1.000 lampade di tipologia a fluorescenza e potenza pari a 36 W;
- l'impianto post intervento, costituito da 1.000 lampade a LED con efficacia pari a 160 lm/W e potenza pari a circa 25 W, garantisce:
 - un livello d'illuminamento pari o superiore a quelli presenti nella configurazione ante intervento;
 - un risparmio energetico pari a circa il 30%;
- le ore di funzionamento equivalenti degli impianti nella configurazione ante intervento e post intervento sono pari a 5.000 ore.

Con tali ipotesi la stima del risparmio energetico aggiuntivo generabile dall'intervento è pari a circa 53,5 MWh/anno, ovvero 10 tep/anno e risulta pertanto rispettata la dimensione minima per i progetti a consuntivo.

2.1 LIVELLI MINIMI DI ILLUMINAMENTO

Ai fini dell'accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi, il nuovo impianto di illuminazione deve garantire il rispetto dei livelli minimi di illuminamento previsti dalla norma UNI EN 12464, per ciascuna area oggetto di intervento.

2.2 CLASSE DI EFFICIENZA DELLE LAMPADE POST INTERVENTO

Ai fini dell'accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi le lampade da installare nella situazione post intervento devono presentare una classe di efficienza almeno pari alla classe "D", secondo quanto previsto dal Regolamento (UE) 2019/2015 e ss.mm.ii.. Si specifica che per i prodotti di illuminazione che sono esclusi dal campo di applicazione del dal Regolamento (UE) 2019/2015 e ss.mm.ii. (per esempio per le "sorgenti luminose specificamente collaudate e approvate per funzionare: [...] in situazioni di emergenza"), non si richiede il rispetto di tale requisito. In tal caso, dovrà essere data evidenza dell'appartenenza dei prodotti installati a categorie escluse dal campo di applicazione del Regolamento sopra indicato.

La classe di efficienza "D" delle lampade oggetto di intervento, ricadenti nell'ambito di applicazione del Regolamento (UE) n. 2019/2015 e ss.mm.ii., deve essere comprovata tramite documentazione rilasciata dal fornitore delle lampade e/o dei corpi illuminanti (ad es. schede tecniche). Qualora la documentazione fornita non contenga un esplicito riferimento alla classe di efficienza energetica delle lampade oggetto di intervento,

il soggetto proponente, partendo dai dati presenti nelle specifiche tecniche delle lampade, può applicare la metodologia di calcolo definita dal Regolamento (UE) 2019/2015 e ss.mm.ii. e illustrata nel paragrafo successivo.

2.3 REGOLAMENTI EUROPEI ILLUMINAZIONE: REGOLAMENTO (UE) 2019/2020 E REGOLAMENTO (UE) 2019/2015

A decorrere dal 1° settembre 2021, il Regolamento (UE) 2019/2020 (di seguito indicato anche come *nuovo Regolamento*) ha abrogato il Regolamento (UE) n. 1194/2012 precedentemente considerato come normativa di riferimento per la definizione di classe di efficienza energetica A++ e il Regolamento (CE) n. 245/2009 precedentemente considerato come normativa di riferimento:

- per la definizione degli assorbimenti dovuti agli alimentatori nel calcolo del parametro “P_{baseline}”;
- per la definizione delle lampade di riferimento nel calcolo del parametro “P_{baseline}”, qualora l’intervento si configuri come una “Nuova installazione”.

In particolare:

- al punto 1.b) dell’Allegato II del nuovo Regolamento si stabiliscono nuovi valori di efficienza energetica minima per le unità di alimentazione separate funzionanti a pieno carico in funzione della:
 - a) tipologia di sorgente luminosa;
 - b) potenza in uscita dichiarata dell’unità di alimentazione (P_{cg}) o potenza dichiarata della sorgente luminosa (P_{ls}) in [W], secondo i casi.

Pertanto, per i progetti a consuntivo (PC) presentati dal 1° settembre 2021, i nuovi valori di efficienza energetica minima per le unità di alimentazione stabiliti dal Regolamento (UE) 2019/2020 sostituiscono i valori previsti dal Regolamento (CE) n. 245/2009 e devono essere considerati per la definizione degli assorbimenti dovuti agli alimentatori nel calcolo del parametro “P_{baseline}”.

- il punto 1.a) dell’Allegato II del nuovo Regolamento individua una nuova definizione dell’efficienza luminosa minima delle sorgenti e una differente denominazione di questa grandezza, indicata come **efficacia minima richiesta**, che si definisce come segue:

$$\varepsilon_{min} = \frac{\Phi_{use}}{P_{onmax}}$$

dove:

- ε_{min} : efficacia minima richiesta ($\frac{lm}{W}$);
- Φ_{use} = flusso luminoso utile;
- P_{onmax} (in W): potenza massima consentita calcolata che è la potenza calcolata mediante la seguente correlazione:

$$P_{onmax} = C \times (L + \Phi_{use}/(F \times \eta)) \times R$$

dove:

- η è una costante utilizzata a fini del calcolo che, pur avendo le dimensioni dell'efficacia in lm/W, non corrisponde a quest'ultima e quindi all'**efficacia minima richiesta** sopra definita. La costante, riportata nella tabella 1 dell'Allegato II del nuovo Regolamento, viene denominata *soglia di efficacia* e assume valori differenti in base al tipo di sorgente luminosa;
- L è il *fattore di perdita finale* espresso in W, costante che assume valori differenti in base al tipo di sorgente luminosa, riportata nella tabella 1 dell'Allegato II del nuovo Regolamento;
- C è il *fattore di correzione* che assume valori differenti in base al tipo di sorgente luminosa. Nella tabella 2 dell'Allegato II del nuovo Regolamento si riportano i "Valori C di base" e "le aggiunte a C", incrementi dei valori di C stabiliti in funzione di particolari caratteristiche della sorgente luminosa;
- F è il *fattore di efficacia* (F) pari a 1,00 per sorgenti luminose non direzionali (NDLS, usando il flusso totale) e 0,85 per sorgenti luminose direzionali (DLS, usando il flusso in un cono);
- R è il *fattore IRC* (indice di resa cromatica) pari a 0,65 per $IRC \leq 25$ e $(IRC + 80)/160$ per $IRC > 25$, arrotondato al secondo decimale.

Pertanto, per i progetti a consuntivo (PC) presentati dal 1° settembre 2021, le lampade di riferimento devono rispettare il Regolamento (UE) 2019/2020 e ss.mm.ii., ovvero devono avere un valore di efficienza luminosa (lumen/W) pari o maggiore al valore di **efficacia minima richiesta** per la specifica tipologia di lampada esaminata.

A decorrere dal 1° settembre 2021, il Regolamento (UE) 2019/2015 ha abrogato il Regolamento (UE) n. 874/2012 precedentemente considerato come normativa di riferimento per la definizione della classe di efficienza minima da considerare per gli interventi di installazione di lampade presentati ai sensi del Meccanismo dei Certificati Bianchi (A++).

L'Allegato II del Regolamento (UE) 2019/2015 stabilisce, rispetto al Regolamento (UE) n. 874/2012:

- una nuova metodologia di calcolo della classe di efficienza;
- una differente classificazione delle sorgenti luminose, in quanto la classificazione da "E" (efficienza minima) ad "A++" (efficienza massima) è sostituita dalla classificazione da "G" (efficienza minima) ad "A" (efficienza massima).

Classe di efficienza energetica	Efficacia totale di rete TM (lm/W)
A	$210 \leq TM$
B	$185 \leq TM < 210$
C	$160 \leq TM < 185$
D	$135 \leq TM < 160$
E	$110 \leq TM < 135$
F	$85 \leq TM < 110$
G	$TM < 85$

La classe di efficienza energetica di una sorgente luminosa è determinata sulla base del valore assunto dell'efficacia totale di rete η_{TM} (lm/W), calcolato dividendo il flusso luminoso utile dichiarato Φ_{use} (in lm) per il consumo di potenza dichiarato in modo acceso P_{on} (in W) e moltiplicando il risultato per il fattore applicabile FTM definito in funzione della tipologia di sorgente luminosa nella tabella sottostante.

$$\eta_{TM} = \left(\frac{\Phi_{use}}{P_{on}} \right) \times FTM$$

Tipo di sorgente luminosa	Fattore FTM
Non direzionale (NDLS) a tensione di rete (MLS)	1
Non direzionale (NDLS) non a tensione di rete (NMLS)	0,926
Direzionale (DLS) a tensione di rete (MLS)	1,176
Direzionale (DLS) non a tensione di rete (NMLS)	1,089

3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Nella presentazione di un progetto di nuova installazione o retrofit di un impianto di illuminazione è necessario fornire tutta la documentazione che consenta di inquadrare correttamente l'intervento, a partire da una chiara descrizione delle aree oggetto di intervento. È necessario, pertanto, definire accuratamente le aree interessate dall'intervento riportando, per ciascuna di esse, la specifica attività svolta e i relativi livelli minimi di illuminamento previsti dalla norma UNI EN 12464. Tutte le informazioni di cui sopra dovranno essere riassunte in una tabella come di seguito indicato.

Area oggetto di intervento	Tabella di riferimento UNI EN 12464	Illuminamento di baseline [lx]	Denominazione calcolo illuminotecnico di baseline	Illuminamento post intervento [lx]	Denominazione calcolo illuminotecnico post intervento	Illuminamento UNI EN 12464 [lx]
Area di lavoro XXX	Ad es. 2.8.4 - Spogliatoi	180	Nome XXX	230	Nome XXX	200

Tabella 2: Informazioni riassuntive illuminamento

Il progetto di efficienza energetica proposto, come già specificato, deve garantire il rispetto dei livelli minimi di illuminamento previsti dalla norma UNI EN 12464 e, al fine di consentire tale verifica, devono essere forniti i calcoli illuminotecnici di tutte le aree, sia relativi alla situazione di baseline sia alla situazione post intervento. I calcoli illuminotecnici devono essere effettuati utilizzando lo stesso fattore di manutenzione², al fine di garantire un confronto a parità di condizioni tra la situazione di baseline e la situazione post intervento.

Per ciascun intervento che costituisce il progetto deve inoltre essere presentata una tabella riassuntiva riportante, sia per la situazione di baseline che per la situazione post intervento, l'indicazione di marca, modello, potenza nominale, numerosità e potenza totale e delle lampade e/o dei corpi illuminanti oggetto di intervento.

Id. misuratore	Area oggetto di intervento	Baseline					Post Intervento				
		Marca	Modello	Potenza [W]	Quantità	Potenza totale [kW]	Marca	Modello	Potenza [W]	Quantità	Potenza totale [kW]
XXXX1	Area XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
XXXX1	Area YYY	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
XXXX...n	Area ZZZ	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX

Tabella 3: Informazioni riassuntive del progetto

La descrizione del progetto deve prevedere anche il dettaglio della stima dei costi strettamente riconducibili all'intervento. Tale stima può essere fornita anche in forma tabellare, esplicitando per ciascuna voce di costo il relativo importo.

² Come definito nell'"Allegato 1 - Fattore di manutenzione".

4 PROGRAMMA DI MISURA

Nella presentazione di un progetto di installazione di un impianto di illuminazione è necessario fornire una descrizione del programma di misura adottato per la determinazione dei valori di consumo ante intervento (solo nel caso di retrofit) e che si intende adottare per la determinazione dei risparmi nella situazione post intervento. Tale descrizione, accompagnata da idonea documentazione (ad es. schede tecniche della strumentazione di misura, schemi elettrici con l'indicazione del posizionamento della stessa, etc.), deve contenere le informazioni riguardanti la strumentazione di misura e i punti di rilevazione delle grandezze interessate dall'algoritmo di calcolo con indicazione del codice identificativo. I misuratori devono essere posizionati in modo da rilevare unicamente le grandezze di interesse (consumo di energia e variabili operative), scorporando, dunque, gli eventuali effetti di variabili non relative all'intervento. In occasione della prima RC devono inoltre essere trasmessi i numeri di matricola della strumentazione di misura che sarà utilizzata per la rendicontazione dei risparmi, qualora non disponibili nel corso dell'istruttoria del PC.

Gli strumenti di misura dell'energia elettrica da utilizzare devono rispettare i vincoli di classe di precisione riportati nella Circolare dell'Agenzia delle Dogane n. 17/D del 23 maggio 2011, che richiede le seguenti classi di precisione, da fornire con riferimento alle indicazioni di cui alla norma CEI-EN 50470:

- Classe di precisione C (tensione maggiore di 100 kV, Potenza maggiore di 2.000 kW);
- Classe di precisione B (tensione maggiore di 100 kV, Potenza minore o uguale a 2.000 kW; per ogni altra tensione).

Pertanto, attraverso un ente di certificazione, deve essere applicata la normativa tecnica CEI EN 50470-1/2/3³ relativa ai contatori di energia attiva utilizzati in ambito residenziale, commerciale e industriale in bassa tensione per la definizione della classe dello strumento.

In merito a misure di energia elettrica attiva a cui risultino solo parzialmente applicabili le norme tecniche di riferimento per la certificazione della classe di precisione, tali misure sono ammissibili qualora l'operatore dimostri, attraverso test report certificati, che la percentuale di errore rientri nel range stabilito dalla classe di precisione B o C (a seconda dei casi) alle condizioni di frequenza di esercizio effettivo delle reti di distribuzione di energia elettrica.

Le misure dei consumi antecedenti alla realizzazione del progetto, nel caso di retrofit, devono far riferimento ad un periodo almeno pari a 12 mesi, con frequenza di campionamento almeno giornaliera. Ad ogni modo è possibile ricorrere ad un periodo ed una frequenza di campionamento inferiori nel caso in cui il proponente dimostri che:

- a) le misure effettuate siano rappresentative dei consumi annuali;

³ Le norme tecniche CEI EN 50470 (parti 1-2-3) sono state emanate dal Comitato Elettrotecnico Italiano al fine di definire la classe di precisione (A, B o C). In particolare, la norma CEI EN 50470-1 si occupa delle prescrizioni generali, delle prove e delle condizioni di prova dei contatori e deve essere utilizzata o con la Parte 2 (contatori elettromeccanici) o con la Parte 3 (contatori statici), secondo il tipo di contatore.

- b) mediante opportuna documentazione tecnica, o dalle misure effettuate per un periodo inferiore ai 12 mesi o con frequenza non giornaliera, il consumo di riferimento scelto come consumo di baseline del progetto sia inferiore al consumo ex ante.

Per maggiori dettagli si faccia riferimento ai chiarimenti operativi contenuti all'interno della Guida Operativa.

Nel caso in cui l'operatore intenda rendicontare anche i risparmi generati dalla regolazione del flusso luminoso per lo sfruttamento della luce naturale, devono essere fornite necessariamente le misure giornaliere dell'intera annualità antecedente all'intervento, al fine di verificare l'effettiva modalità di utilizzo dell'impianto di illuminazione, tra cui la presenza di tali sistemi di regolazione anche nella situazione ante intervento.

Il programma di misura deve, inoltre, prevedere una ricostruzione adeguata dei dati nel caso di perdita degli stessi durante il periodo di rendicontazione dei risparmi, non superiore ai 7 giorni consecutivi e ai 30 giorni l'anno, anche in riferimento ad eventuali dati non corretti forniti dalla strumentazione di misura, e deve contenere una descrizione del programma di verifica e manutenzione della strumentazione stessa nell'arco della vita utile dell'intervento.

5 INDIVIDUAZIONE DEL CONSUMO DI BASELINE E DELL'ALGORITMO DI CALCOLO

La definizione del corretto valore di baseline da adottare per il calcolo dei risparmi energetici addizionali di energia primaria deve tener conto di quanto stabilito dal D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., secondo cui *“il consumo di baseline è pari al valore del consumo antecedente alla realizzazione del progetto di efficienza energetica, fermo restando quanto previsto all'art. 6, comma 6”*. Nel caso di nuovi impianti, edifici o siti comunque denominati per i quali non esistono valori di consumi energetici antecedenti all'intervento, il consumo di baseline è pari al consumo di riferimento, cioè il consumo che è attribuibile *“all'intervento realizzato con i sistemi o con le tecnologie che, alla data di presentazione del progetto, costituiscono l'offerta standard di mercato e/o lo standard minimo fissato dalla normativa”*.

La definizione della baseline, dunque, parte dall'analisi dello stato di fatto. In particolare deve essere identificato un valore di potenza nominale dell'impianto a partire dalla numerosità, tipologia e potenza delle lampade e/o dei corpi illuminanti installati e dall'efficienza di eventuali alimentatori presenti nella condizione ante intervento. Nel caso di nuova installazione di un impianto di illuminazione, il valore del consumo di riferimento sarà riferito alla tecnologia standard attualmente installabile, ossia, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- lampade fluorescenti (per uffici ed altri ambienti interni del settore civile);
- lampade a vapori di sodio ad alta pressione (per le aree esterne).

Le lampade di riferimento sopra elencate devono rispettare il Regolamento (UE) 2019/2020 e ss.mm.ii., ovvero devono avere un valore di efficacia (lumen/W) pari o maggiore al valore minimo richiesto dal Regolamento (UE) 2019/2020 e ss.mm.ii. per la specifica tipologia di lampada esaminata.

Deve, inoltre, essere valutato il rispetto della norma UNI EN 12464 in merito ai livelli minimi di illuminamento per la situazione ante intervento o di riferimento. Tale rispetto deve essere dimostrato fornendo i calcoli

illuminotecnici della situazione di baseline che, nel caso di nuova installazione, dovranno far riferimento alla tecnologia standard attualmente installabile, considerando come punti di installazione dei corpi illuminanti gli stessi della configurazione post intervento. Qualora non fosse garantito, nella situazione ante intervento, il rispetto dei livelli minimi di illuminamento, il proponente dovrà adottare un coefficiente di addizionalità normativa pari al rapporto tra i livelli di illuminamento ante intervento e il livello di illuminamento minimo previsto dalla normativa.

L'algoritmo di calcolo dei risparmi relativi ai progetti di efficientamento degli impianti di illuminazione è il seguente:

$$REA = [(P_{baseline} \cdot h_{post}) - (E_{post} \cdot Agglux)] * Add_{norm} \cdot 0,187 \cdot 10^{-3} [tep]$$

dove

- $P_{baseline}$ = potenza nominale installata (da scheda tecnica) delle lampade e/o dei corpi illuminanti presenti nella situazione ante intervento (eventualmente comprensiva degli assorbimenti dovuti agli alimentatori), da confrontare con le misure trasmesse relativamente allo stato ante intervento, o la potenza di riferimento nel caso di nuova installazione;
- E_{post} = energia elettrica misurata nella situazione post intervento;
- h_{post} = numero di ore equivalenti di funzionamento delle lampade e/o corpi illuminanti nella situazione post intervento. Tale grandezza è calcolata come segue:

$$h_{post} = \frac{E_{post}}{P_{post}}$$

essendo P_{post} la potenza nominale installata (da scheda tecnica) delle lampade e/o corpi illuminanti presenti nella situazione post intervento (eventualmente comprensiva degli assorbimenti dovuti agli alimentatori).

Qualora si intendano rendicontare anche i risparmi di energia primaria derivanti dall'installazione di sistemi di regolazione del flusso luminoso per lo sfruttamento della luce naturale, h_{post} deve essere oggetto di misurazione diretta. Tale assunzione è valida limitatamente ai periodi nei quali è possibile sfruttare l'apporto della luce diurna. Inoltre, deve essere definito un parametro di controllo sulle ore di funzionamento post intervento, al fine di verificare che queste non eccedano le ore di funzionamento di baseline.

Si specifica, inoltre, che nel caso di utilizzo di lampade e/o corpi illuminanti che consentono, tramite la regolazione della potenza assorbita, di un flusso luminoso costante nel tempo, la P_{post} potrà coincidere con la potenza a cui viene regolato l'apparecchio.

- $Agglux$ è il coefficiente di aggiustamento illuminotecnico e deve essere preso in considerazione nel caso in cui nelle condizioni post intervento si abbiano dei livelli di illuminamento inferiori rispetto alle condizioni di baseline. Tale coefficiente, maggiore o uguale al valore unitario, viene determinato come rapporto tra l'illuminamento nella situazione di baseline e nella situazione post intervento ed è necessario a garantire che i risparmi siano calcolati a parità di condizioni di illuminamento;
- Add_{norm} è il coefficiente di addizionalità normativa da utilizzare nel momento in cui nelle condizioni ante intervento i requisiti di illuminamento non siano rispettati. Pertanto, attraverso tale parametro si quantifica, in termini di riduzione del risparmio energetico conseguibile mediante il progetto, la parte dell'intervento che si configura come un adeguamento ai requisiti di illuminamento previsti

dalla normativa. Tale coefficiente, minore o uguale a 1 e moltiplicativo del totale dei risparmi calcolati, viene definito dal rapporto tra l'illuminamento fornito nelle condizioni ante intervento e quello previsto dalla normativa di riferimento.⁴

Si precisa che il calcolo del Risparmio Energetico Aggiuntivo (REA) dovrà essere implementato a livello di singolo misuratore. Il foglio di calcolo deve quindi riportare una tabella riassuntiva contenente unicamente i dati necessari al calcolo dei risparmi.

Id. misuratore	Potenza di baseline [kW]	Potenza post intervento [kW]	Consumi post intervento [kWh]	Ore equivalenti [h]	Agg _{lux}	Add _{norm}	REA _{misuratore} [tep]
XXXX1	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
XXXX2	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX

Tabella 4: Implementazione algoritmo di calcolo dei risparmi

Al fine di determinare i valori dei coefficienti correttivi da associare al singolo misuratore, occorre effettuare una media, ponderata sulla potenza totale delle lampade sottese al misuratore, dei coefficienti associati alla singola area oggetto di intervento, sulla base delle informazioni riassunte nella Tabella 2. In particolare:

- il coefficiente Agg_{lux} deve essere ponderato rispetto alla potenza nominale post intervento;
- il coefficiente Add_{norm} deve essere ponderato rispetto alla differenza tra la potenza nominale ante intervento e post intervento.

Il risparmio energetico aggiuntivo complessivo del progetto sarà dato dalla somma dei risparmi relativi ad ogni singolo punto di misura.

Nell'ambito dei progetti di efficientamento dei sistemi di illuminazione privata, qualora ritenuto necessario, potrà essere richiesta la misura dei livelli di illuminamento nelle condizioni post intervento al fine di verificare che il livello di illuminamento post intervento sia conforme ai requisiti normativi.

In fase di presentazione del PC deve essere fornito il file Excel di rendicontazione contenente l'algoritmo di calcolo dei risparmi energetici aggiuntivi che si intende utilizzare per la richiesta di verifica e certificazione dei risparmi a consuntivo (RC). Tale file, oltre alle informazioni già richieste dallo stesso template generato dal portale di efficienza energetica dei Certificati Bianchi, deve prevedere ulteriori tre fogli di calcolo, contenenti le informazioni di seguito indicate:

1. "Verifiche illuminotecniche": questo foglio deve contenere le informazioni riportate in Tabella 2, ed il calcolo dei coefficienti correttivi Agg_{lux} e Add_{norm} per singolo tratto stradale;
2. "Caratteristiche intervento": questo foglio deve contenere le informazioni riportate in Tabella 3 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**;
3. "Calcolo dei risparmi": questo foglio deve contenere le informazioni riportate in Tabella 4, con anche il dettaglio dei consumi post intervento.

Il foglio "Calcolo dei risparmi" deve essere implementato sulla base dei dati inseriti nei fogli di calcolo di cui ai punti precedenti, esplicitando le formule utilizzate.

⁴ Si rappresenta che, nel caso di un progetto di illuminazione privata che ricade nella fattispecie di "nuova installazione", il coefficiente Add_{norm} non potrà mai essere inferiore a 1 sulla base della definizione di progetto di riferimento di cui all'Art. 2, comma 1, lettera p) del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

In fase di presentazione del PC, tale file Excel deve essere utilizzato per riportare il dettaglio della stima dei risparmi attesi. Pertanto, in tale fase, il dettaglio mensile dei consumi post intervento presente nel foglio “Calcolo dei risparmi” deve riportare i valori stimati.

6 REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

Ai fini dell'accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi sono ammissibili i progetti di efficienza energetica la cui data di inizio della realizzazione dei lavori sia successiva alla data di trasmissione al GSE dell'istanza di accesso al meccanismo, fatto salvo quanto previsto dal punto 1.7 dell'Allegato 1 al D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii. In particolare, al fine di agevolare la presentazione dei progetti è data facoltà al soggetto proponente di presentare, in data antecedente la data di avvio della realizzazione del progetto, una comunicazione preliminare o una Richiesta di Verifica Preliminare (RVP). In tal caso, il soggetto proponente sarà tenuto a presentare il PC entro 24 mesi dall'invio della suddetta comunicazione o della RVP, eventualmente anche in data successiva alla data di avvio della realizzazione del progetto.

Per maggiori dettagli sulla comunicazione preliminare o sulla RVP si faccia riferimento ai chiarimenti operativi contenuti all'interno della Guida Operativa.

In base a quanto riportato all'art. 2, comma 1, lettera f), del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., la “data di avvio della realizzazione del progetto”, ai fini della determinazione del termine ultimo per la presentazione dell'istanza di accesso al meccanismo Certificati Bianchi, ovvero per la presentazione della comunicazione preliminare o della RVP, corrisponde alla data di inizio dei lavori di realizzazione dell'intervento, ovvero sia all'avvio della fase “esecutiva” di un progetto di efficienza energetica.

La fase “esecutiva” di un progetto di efficientamento dei sistemi di illuminazione, a titolo esemplificativo e non esaustivo, può essere costituita dai seguenti lavori:

- lavori di demolizione ed opere civili, finalizzati alla preparazione del sito per l'installazione dei componenti oggetto dell'intervento di efficienza energetica;
- smontaggio del vecchio impianto di illuminazione;
- rifacimento dei quadri elettrici e delle linee di alimentazione;
- consegna, presso il sito oggetto d'intervento, dei componenti principali oggetto dell'intervento;
- installazione dei nuovi componenti (lampade, corpi illuminanti, sostegni, etc.).

Ai fini della definizione della data di avvio della realizzazione del progetto, è da considerarsi la data meno recente di avvio delle fasi sopra indicate.

A partire dall'approvazione del PC da parte del GSE, il soggetto titolare ha a disposizione 12 mesi per avviare i lavori per tutti gli interventi che costituiscono il progetto, trascorsi i quali l'ammissibilità del progetto agli incentivi perde efficacia.

7 RENDICONTAZIONE DEI RISPARMI

Ciascuna RC deve essere presentata entro 120 giorni dalla fine del periodo di monitoraggio. Unitamente alla prima RC deve essere trasmessa:

- a. documentazione attestante la data di avvio della realizzazione del progetto;

b. matricole dei misuratori installati.

Le misure relative al periodo di monitoraggio oggetto della RC dovranno essere trasmesse, con la frequenza di campionamento definita nel PC, riportando per ogni intervallo i consumi misurati e i valori assunti dalle variabili operative per la determinazione dei risparmi generati dal progetto.

Riferimenti normativi

- UNI EN 12464 Illuminazione dei Luoghi di Lavoro;
- Regolamento (UE) 2019/2020 e ss.mm.ii.;
- Regolamento (UE) 2019/2015 e ss.mm.ii.;

Allegato 1 – Fattore di manutenzione

Il fattore di manutenzione “*FM*” viene determinato come prodotto di diversi fattori:

$$FM = LLMF \times LSF \times LMF \times RSMF$$

dove:

- *LLMF* è il fattore di manutenzione del flusso luminoso che indica la riduzione specifica del flusso di una lampada nel corso della sua durata;
- *LSF* è il fattore di durata delle lampade, che indica la percentuale delle lampade ancora funzionanti trascorso un certo intervallo di manutenzione;
- *LMF* è il fattore di manutenzione dell’apparecchio che indica il calo di efficienza di un apparecchio dovuto alla sporcizia che si accumula trascorso un certo intervallo di manutenzione;
- *RSMF* è il fattore di manutenzione del locale che indica il calo degli indici di riflessione delle superfici perimetrali, dovuto alla sporcizia che si accumula trascorso un certo intervallo di manutenzione.

Nella determinazione di tale coefficiente, pertanto, entrano in gioco sia le caratteristiche intrinseche delle lampade installate (in termini di degrado delle prestazioni per la riduzione di flusso) sia il degrado della funzionalità delle lampade installate e delle caratteristiche ambientali (in termini di affidabilità, sporcamento dell’impianto e delle superfici riflettenti).

Considerato che gli interventi incentivabili riguardano l’installazione delle lampade e/o dei corpi illuminanti, e non eventuali comportamenti più o meno virtuosi in termini di manutenzione, per effettuare un confronto a parità di condizioni tra le situazioni di baseline e post intervento, è necessario che i fattori di manutenzione inseriti nei calcoli illuminotecnici siano gli stessi nelle condizioni di baseline e post intervento, salvo il caso, applicabile per il solo fattore *LLMF*, in cui si dimostri la variazione tra le condizioni ante e post intervento (es. lampade e/o corpi illuminanti che consentono flusso luminoso costante nel tempo).



CERTIFICATI BIANCHI
Allegato 3 alla Guida Operativa

Interventi di efficienza energetica non ammissibili

ELENCO DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA NON AMMISSIBILI

Di seguito è riportato l'elenco non esaustivo degli interventi di efficienza energetica non ammissibili al meccanismo dei Certificati Bianchi, ovverosia relativo agli interventi che non rispettano i requisiti di cui all'art. 6 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii..

Elenco degli interventi non ammissibili al meccanismo dei Certificati Bianchi
Impianti di produzione di energia termica, compresi i generatori di aria calda 1. sostituzione di bruciatori;
Gruppi frigo e pompe di calore, ivi compresi gli impianti di surgelazione e refrigerazione 1. sostituzione della tipologia di fluido refrigerante; 2. sostituzione di scambiatori;
Installazione o sostituzione di inverter
Adozione di tecniche di "pinpointing" di tipo acustico e non acustico per la localizzazione delle perdite idriche
Installazione o sostituzione di UPS



CERTIFICATI BIANCHI
Allegato 4 alla Guida Operativa

Chiarimenti relativi agli interventi della Tabella 1

Sommario

INTRODUZIONE AI CHIARIMENTI RELATIVI AGLI INTERVENTI DELLA TABELLA 1	4
CHIARIMENTI SU ULTERIORI INTERVENTI NON PRESENTI NELL'ALLEGATO 4	5
ADOZIONE DI SISTEMI DI ANALISI DATI SUI CONSUMI DI SINGOLI IMPIANTI, UTENZE E VEICOLI	8
ADOZIONE DI SISTEMI DI SEGNALAZIONE E GESTIONE EFFICIENTI	9
ALTRI SISTEMI DI RECUPERO DEL CALORE.....	11
BRUCIATORI AUTO RECUPERATIVI IN CASO DI NON FATTIBILITÀ DELLA SITUAZIONE EX ANTE DELL'INSTALLAZIONE DI BRUCIATORI RIGENERATIVI	14
BRUCIATORI RIGENERATIVI	16
CED.....	18
COMPONENTI PER IL RECUPERO DI CALORE A SERVIZIO DI RETI DI TELERISCALDAMENTO E/O TELERAFFRESCAMENTO	22
EFFICIENTAMENTO PROCESSO DI VULCANIZZAZIONE PNEUMATICI TRAMITE AZOTO	25
EFFICIENTAMENTO RETI ELETTRICHE, DEL GAS E IDRICHE.....	27
ESSICCATORI.....	31
FILATOI TESSILI	33
FORNI DI COTTURA.....	35
FORNI DI FUSIONE	37
FORNI DI LAVORAZIONI SECONDARIE.....	39
FORNI DI PRE-RISCALDO	40
FORNI DI TRATTAMENTO TERMICO	43
GIRANTI PER LA COMPRESSIONE DEL VAPORE	45
IMPIANTI PER LA CLIMATIZZAZIONE DEGLI AMBIENTI IN AMBITO INDUSTRIALE CON SISTEMI RADIANTI AD ALTA TEMPERATURA	46
IMPIANTI DI CONCENTRAZIONE	48
IMPIANTO DI ELETTROLISI	50
IMPIANTO DI POLIMERIZZAZIONE	52
INSTALLAZIONE DI COMPONENTI PER IL RECUPERO DI CALORE, QUALORA NON TECNICAMENTE POSSIBILE NELLA SITUAZIONE EX ANTE, ANCHE A SERVIZIO DI RETI DI TELERISCALDAMENTO E/O TELERAFFRESCAMENTO.....	54
INTERVENTI DI RIDUZIONE DEL CONSUMO IDRICO CON RIDUZIONE DEL CONSUMO ENERGETICO NEI PROPRI SISTEMI DI POMPAGGIO, IVI COMPRESO IL RICICLO	57
ISOLAMENTO TERMICO DI SUPERFICI DISPREDENTI OPACHE DEGLI EDIFICI	58
LINEA DI PRODUZIONE DELLA FIBRA OTTICA	60
LINEE COLLAGGIO PER LA PRODUZIONE DI CANDELE.....	62
MACCHINE DI IMBALLAGGIO	63

MACCHINE FORMATRICI	65
MACCHINE PER LA SPIRALATURA	67
MOLAZZE	68
OTTIMIZZAZIONE ENERGETICA PROCESSO COMPRESSIONE DEL GAS NATURALE	69
PASTORIZZATORI	71
PRESSOFUSIONE DELL'ALLUMINIO	73
REALIZZAZIONE E RIQUALIFICAZIONE PROFONDA DI EDIFICI (E SERRE)	75
RECUPERO DI CORRENTI DI PROCESSO NEGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE DI GAS TECNICI	78
RECUPERO DI ENERGIA ELETTRICA DALLA DECOMPRESSIONE DEL GAS NATURALE	79
RECUPERO ENERGETICO NEI SISTEMI DI RIGASSIFICAZIONE DEL GNL	81
RICOTTORI PER LA FABBRICAZIONE DI TUBI E CONDOTTI SALDATI	83
SALDATRICI ELETTRICHE PER SISTEMI DI LAMINAZIONE	84
SISTEMI DI POWER QUALITY	86
SISTEMI DI RICOMPRESSIONE MECCANICA DEL VAPORE	87
SISTEMI PER IL TRATTAMENTO DEGLI EFFLUENTI GASSOSI	89
SOSTITUZIONE DI TURBOMACCHINE CON MACCHINE AD ALIMENTAZIONE ELETTRICA	91
STAZIONI RADIO BASE E DI RETE FISSA	92
TERMOCOMPRESSORI	95
UNITÀ DI TRATTAMENTO ARIA E SISTEMI DI VENTILAZIONE MECCANICA	97
VARIAZIONE DELLE MATERIE IN INGRESSO NEL PROCESSO PRODUTTIVO, COMPRESO L'UTILIZZO DI MATERIALE DI SCARTO DELLA LAVORAZIONE, A PARITÀ DI PRODOTTO FINITO O SEMILAVORATO	99

INTRODUZIONE AI CHIARIMENTI RELATIVI AGLI INTERVENTI DELLA TABELLA 1

Nel presente Allegato 4 si forniscono i chiarimenti rispetto ai progetti indicati nella Tabella 1 dell'Allegato 2 al Decreto e s.m.i. riguardanti:

- a) la descrizione dell'intervento e l'indicazione del settore di applicazione;
- b) l'identificazione e la descrizione delle migliori tecnologie disponibili tenendo in considerazione anche quelle identificate a livello europeo, con indicazione delle potenzialità di risparmio in termini economici ed energetici;
- c) il programma di misura, le variabili operative, il consumo di baseline e l'algoritmo di calcolo dei risparmi di energia primaria generabili dal progetto.

Ad ogni tipologia di intervento è dedicata un'apposita scheda, ad eccezione degli interventi di cui al prossimo paragrafo del presente documento.

CHIARIMENTI SU ULTERIORI INTERVENTI NON PRESENTI NELL'ALLEGATO 4

Tra gli interventi presenti nella Tabella 1 dell'Allegato 2 al Decreto e s.m.i., vi sono alcune tipologie che, in virtù dell'elevato numero di progetti presentati, sono stati approfondite con particolare dettaglio.

Per queste tipologie di interventi sono state quindi predisposte apposite Guide settoriali (G.S.) e, in alcuni casi, delle schede di progetto a consuntivo (P.C.) e standardizzato (P.S.) su interventi specifici.

Pertanto, al fine di ottenere ulteriori chiarimenti in merito ai suddetti interventi, si rimanda all'apposita documentazione di riferimento come indicato nella seguente tabella.

Settore industriale	
Impianti di produzione di energia termica	G.S. Impianti di produzione di energia termica e frigorifera
Motori elettrici, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter	P.S. Installazione motori elettrici
Impianti di produzione dell'aria compressa	P.S. Installazione impianti di produzione dell'aria compressa
Gruppi frigo e pompe di calore, centrali frigorifere, ivi compresi gli impianti di surgelazione e refrigerazione	G.S. Impianti di produzione di energia termica e frigorifera
Sistemi per l'illuminazione	P.C. Illuminazione privata / G.S. Illuminazione privata
Impianti a Ciclo Rankine Organico (ORC) in assetto non cogenerativo e non alimentati da calore prodotto da impianti di produzione di energia elettrica	G.S. Il settore industriale della produzione di vetro e prodotti in vetro
Sistemi di preriscaldamento del rottame di vetro	G.S. Il settore industriale della produzione di vetro e prodotti in vetro
Dispositivi per la preparazione impasti nel settore cartario	G.S. Il settore industriale della produzione della carta
Macchina continua	G.S. Il settore industriale della produzione della carta
Casse aspiranti, sistemi del vuoto, cassa a vapore in macchine continue	G.S. Il settore industriale della produzione della carta
Cilindri essiccatori in macchine continue	G.S. Il settore industriale della produzione della carta
Isolamento termico di Cilindri essiccatori	G.S. Il settore industriale della produzione della carta
Tele di formazione per produzione di carta	G.S. Il settore industriale della produzione della carta
Cappe in seccheria	G.S. Il settore industriale della produzione della carta
Presse ad eccezione di presse idrauliche per stampaggio di materie plastiche	G.S. Il settore industriale della produzione di articoli in materiale plastico
Estrusori di materie plastiche	G.S. Il settore industriale della produzione di articoli in materiale plastico
Sistemi di termoformatura per stampaggio di materie plastiche	G.S. Il settore industriale della produzione di articoli in materiale plastico
Ottimizzazione della distribuzione del profilo di velocità dell'aria e bruciatori ad alta velocità di fiamma in atomizzatori	G.S. Il settore industriale della produzione di piastrelle ceramiche
Abbattitore a barbotina	G.S. Il settore industriale della produzione di piastrelle ceramiche
Sistemi di controllo e regolazione della portata del gas metano e dell'aria calda interna in essiccatori ceramici	G.S. Il settore industriale della produzione di piastrelle ceramiche

Settore industriale	
Bruciatori auto recuperativi in forni ceramici e ottimizzazione fluidodinamica della geometria interna	G.S. Il settore industriale della produzione di piastrelle ceramiche
Sistemi di preriscaldamento dell'aria comburente dei forni ceramici tramite il recupero di calore dai fumi dei forni stessi	G.S. Il settore industriale della produzione di piastrelle ceramiche
Sistema di distribuzione e diffusione del calore per climatizzazione e recupero di calore dal camino di raffreddamento finale dei forni ceramici	G.S. Il settore industriale della produzione di piastrelle ceramiche
Economizzatori sulla linea fumi di impianti di produzione di energia termica	G.S. Impianti di produzione di energia termica e frigorifera
Sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter	G.S. Il Servizio Idrico Integrato
Addolcitori e impianti a osmosi inversa rispettivamente per impianti termici con potenza al focolare inferiore a 100 kWt e a 2000 kWt	G.S. Impianti di produzione di energia termica e frigorifera
Degasatori pressurizzati per impianti a vapore con pressioni inferiori 10 bar e potenza al focolare inferiore 5000 kW	G.S. Impianti di produzione di energia termica e frigorifera
Dispositivi per produzione di bottiglie PET	G.S. Il settore industriale della produzione di articoli in materiale plastico
Dispositivi per la fase di allestimento foglio: bobinatrici	G.S. Il settore industriale della produzione della carta
Altri sistemi di free-cooling	G.S. Impianti di produzione di energia termica e frigorifera
Settore reti, servizi e trasporti	
Posa reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento	P.C. Allaccio di nuove utenze a reti di teleriscaldamento efficienti
Impianti di produzione di energia termica o frigorifera a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento	G.S. Impianti di produzione di energia termica e frigorifera
Allaccio di nuove utenze a reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento efficienti	P.C. Allaccio di nuove utenze a reti di teleriscaldamento efficienti
Acquisto flotte di mezzi di trasporto a trazione elettrica, gas naturale, GNL, GPL, ibride o a idrogeno	G.S. Il settore dei trasporti
Efficientamento energetico di mezzi di trasporto alimentati a combustibili fossili	G.S. Il settore dei trasporti
Motori elettrici, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter	P.S. Installazione motori elettrici
Sistemi per l'illuminazione pubblica	P.C. Illuminazione pubblica – G.S. Illuminazione pubblica
Sistemi a bolle fini per impianti di depurazione	G.S. Il Servizio Idrico Integrato
Impianti di produzione dell'aria compressa	P.S. Installazione impianti di produzione dell'aria compressa
Acquisto flotte di mezzi di trasporto non a trazione elettrica e alimentati da uno o più combustibili anche diversi da gas naturale, GNL, GPL o idrogeno	G.S. Il settore dei trasporti
Altri sistemi di free-cooling	G.S. Impianti di produzione di energia termica e frigorifera

Settore industriale	
Membrane a ultrafiltrazione per impianti di depurazione	G.S. Il Servizio Idrico Integrato

Settore civile (residenziale, terziario) e agricolo	
Impianti di produzione di energia termica	G.S. Impianti di produzione di energia termica e frigorifera
Gruppi frigo e pompe di calore, centrali frigorifere	G.S. Impianti di produzione di energia termica e frigorifera
Sistemi per l'illuminazione privata	P.C. Illuminazione privata – G.S. Illuminazione privata
Economizzatori sulla linea fumi di impianti di produzione di energia termica	G.S. Impianti di produzione di energia termica e frigorifera
Sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter	G.S. Il Servizio Idrico Integrato
Motori elettrici, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter	P.S. Installazione motori elettrici
Altri sistemi di free-cooling	G.S. Impianti di produzione di energia termica e frigorifera
Misure comportamentali	
Adozione di iniziative finalizzate all'utilizzo di veicoli a basse emissioni	G.S. Il settore dei trasporti
Adozione di iniziative di shift modale nei trasporti	G.S. Il settore dei trasporti
Adozione di iniziative per la riduzione del fabbisogno di mobilità	G.S. Il settore dei trasporti
Riduzione della velocità di mezzi di trasporto a parità di servizio reso	G.S. Il settore dei trasporti

Adozione di sistemi di analisi dati sui consumi di singoli impianti, utenze e veicoli

MISURE COMPORTAMENTALI

In questa scheda rientrano tutti quegli interventi il cui fine ultimo è quello di fornire informazioni analitiche sulle performance energetiche di impianti, utenze e veicoli finalizzate all'adozione di iniziative volte alla riduzione dei consumi energetici. In particolare, a partire dalle informazioni ottenute a seguito della realizzazione del progetto, che possono tradursi in valori puramente analitici e/o includere anche commenti, indicazioni e suggerimenti, sarà poi possibile intraprendere azioni correttive utili al contenimento dei consumi energetici.

In questa tipologia di intervento rientrano, ad esempio, la compilazione e l'invio di report energetici alle utenze clienti di un distributore di energia. In questo caso è evidente l'importanza di sensibilizzare gli utenti sui propri consumi, quindi sui costi da essi derivanti, al fine di individuare e suggerire possibili fonti di risparmio.

La **vita utile** per questi interventi, essendo unicamente prevista la "Nuova installazione", è pari a 3 anni.

Data la vastità di ambiti in cui questi interventi possono essere attuati, non risulta possibile fornire indicazioni generali valide per ogni possibile applicazione. Tuttavia, al fine di ottenere ulteriori informazioni utili alla presentazione dei progetti in merito al **programma di misura** e alle **variabili operative**, sarà necessario far riferimento allo specifico ambito di intervento. Ad esempio, per interventi riguardanti l'implementazione di sistemi di analisi dati del reparto di fusione di un'acciaieria, potrà essere considerata come riferimento la scheda di progetto "Forni di fusione". Nel caso dell'esempio citato in precedenza, riguardante l'invio di energy report energetici ai clienti di un distributore di energia, si potrà invece far riferimento alla scheda di progetto standardizzato "Bolletta smart".

Si richiede in ogni caso di fornire un'adeguata descrizione di tutte le variabili individuate nelle configurazioni ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni del sistema. Tutte le utenze che possono beneficiare degli eventuali risparmi devono essere propriamente descritte anche in termini di strategie operative e modalità di regolazione.

Deve, inoltre, essere fornita una relazione completa in merito a tutti i componenti software/hardware installati, specificando tutti i fattori e le eventuali azioni correttive intraprese che concorrono alla riduzione dei consumi tra le configurazioni ante e post intervento.

Il **consumo di baseline** è pari al consumo specifico del sistema ante intervento, normalizzato rispetto ai valori delle variabili operative assunte nella configurazione post intervento.

Si specifica che, nel caso l'intervento preveda l'installazione di sistemi di misura non presenti nella situazione ante intervento, dovrà essere presentato il progetto in data antecedente alla data di avvio della realizzazione che potrebbe coincidere con la data di consegna del sistema di misura presso il sito oggetto di intervento.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** da applicare potrà essere determinato sulla base delle indicazioni fornite nello specifico ambito di intervento.

Adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti

MISURE COMPORTAMENTALI

In questa scheda rientrano tutti quegli interventi rivolti ad un miglior controllo e monitoraggio di un qualsiasi processo, attività o macchinario. Assicurare una gestione efficiente è un fattore determinante nell'ottimizzazione dell'utilizzo delle risorse a propria disposizione che permette in genere di ottenere un sensibile miglioramento delle performance energetiche a fronte di investimenti contenuti. L'eventuale implementazione di tecniche di automazione permette di evitare o ridurre possibili azioni dirette da parte degli operatori comportando ad esempio un miglioramento della regolazione del sistema, dell'impianto o del processo. Inoltre, un monitoraggio efficace è necessario per poter valutare l'implementazione di un qualunque intervento di efficienza energetica oltre che per diffondere tra tutti gli attori coinvolti in un determinato processo una maggior sensibilità e conoscenza sulle modalità di ottimizzazione gestionale e operativa.

Generalmente tali interventi si esplicano con l'installazione di sistemi software e/o hardware (tra i quali contabilizzatori, sensori e attuatori) aventi funzione, ad esempio, di:

- monitoraggio delle performance;
- misurazione di dati;
- segnalazione di avarie e/o degrado delle funzionalità del sistema;
- diagnostica avanzata;
- manutenzione predittiva;
- gestione ottimizzata;
- regolazione con l'attuazione di regimi di lavoro nell'intorno delle massime prestazioni energetiche di un macchinario;
- riduzione dei tempi di processo anche attraverso la riduzione o l'annullamento dei tempi di attesa.

La **vita utile** per questi interventi, essendo unicamente prevista la "Nuova installazione", è pari a 3 anni.

Data la vastità di ambiti in cui questi interventi possono essere attuati, risulta complicato fornire indicazioni generali valide per ogni possibile applicazione. Tuttavia, al fine di ottenere ulteriori informazioni utili alla presentazione dei progetti in merito al **programma di misura** e alle **variabili operative**, sarà necessario far riferimento alla scheda di progetto inerente lo specifico ambito di intervento. Ad esempio, per interventi riguardanti l'implementazione di sistemi di controllo di una sala compressori, potrà essere considerata come riferimento la scheda di progetto "Sistemi di produzione dell'aria compressa".

Si richiede in ogni caso di fornire un'adeguata descrizione di tutte le variabili individuate nelle configurazioni ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni del sistema. Tutte le utenze che possono beneficiare degli eventuali risparmi devono essere propriamente descritte anche in termini di strategie operative e modalità di regolazione.

Deve inoltre essere fornita una relazione completa in merito a tutti i componenti software/hardware installati nel corso dell'intervento, specificando tutti i fattori e le eventuali azioni correttive intraprese che concorrono alla riduzione dei consumi tra le configurazioni ante e post intervento.

Il **consumo di baseline** è pari al consumo specifico del sistema ante intervento, normalizzato rispetto ai valori delle variabili operative assunte nella configurazione post intervento.

Si specifica che, nel caso l'intervento preveda l'installazione di sistemi di misura non presenti nella situazione ante intervento, dovrà essere presentato il progetto in data antecedente alla data di avvio della realizzazione che potrebbe coincidere con la data di consegna del sistema di misura presso il sito oggetto di intervento..

Per quanto riguarda l'**algoritmo di calcolo dei risparmi** sarà necessario far riferimento alla scheda di progetto inerente lo specifico ambito di intervento.

Si stima che la realizzazione di interventi rientranti in questa scheda, sulla base dei dati elaborati da ENEA a partire dalle diagnosi energetiche ad oggi pervenute, comporterà un risparmio medio di circa 28 tep/anno per intervento.

Altri sistemi di recupero del calore

SETTORE INDUSTRIALE

La richiesta di energia termica di un impianto, funzione dei processi svolti e, dunque, anche delle temperature a cui essa deve essere disponibile, rappresenta una voce di costo piuttosto importante per gli stabilimenti industriali. La generazione di energia termica avviene generalmente in situ impiegando combustibili fossili, pertanto ridurre le quantità necessarie a soddisfare il fabbisogno delle utenze permette non solo di generare risparmi di energia primaria, ma anche di attenuare l'impatto ambientale di un determinato processo.

In questa tipologia di interventi rientrano tutti quei progetti caratterizzati da un'ottimizzazione dei flussi di calore all'interno di un impianto o di un processo, al fine di recuperare una parte di energia termica che altrimenti verrebbe dispersa e che dovrebbe essere generata con ulteriore dispendio energetico. È ammessa al meccanismo dei Certificati Bianchi unicamente la "Nuova installazione" a cui corrisponde una **vita utile** pari a 3 anni.

Da un'analisi dei progetti finora approvati risulta una vasta casistica di realizzazioni, in ambiti che spaziano dalle linee di trattamento fumi ai processi di raffinazione degli oli vegetali. Alcuni aspetti comuni possono essere individuati nell'elevata potenzialità dei risparmi conseguibili, nonché nelle informazioni necessarie alla presentazione dei progetti, quali l'individuazione del consumo di baseline e dell'algoritmo di calcolo dei risparmi.

Questi ultimi possono essere valutati in base alla riduzione del consumo di combustibile per la produzione di energia termica, in funzione della quantità di energia termica che viene effettivamente recuperata. Tra le **variabili operative** da considerare, oltre alla quantità di energia termica recuperata, vi sono quelle relative all'utenza che andrà ad impiegare tale energia (generalmente temperature ed ore di effettivo utilizzo).

Il **programma di misura** si differenzia in base alla modalità con cui avviene lo scambio di calore:

- a) Recupero di solo calore, generalmente tramite uno scambiatore: è prevista l'acquisizione delle temperature in entrata ed uscita dallo scambiatore e la portata del fluido termovettore lato utenza;
- b) Recupero di un fluido caldo: devono essere monitorate portate ed entalpie del fluido recuperato e del fluido impiegato nella configurazione ex ante. Ad esempio, nel caso del recupero di condense per il reintegro del generatore di vapore, dovranno essere monitorate:
 - la temperatura e la portata delle condense recuperate;
 - la temperatura del fluido utilizzato per il reintegro prima dell'intervento.

Quest'ultima misura è necessaria per poter scorporare il contenuto energetico del fluido già utilizzato nella situazione ante intervento dal contributo energetico del fluido recuperato.

In entrambi i casi deve essere monitorato anche il consumo degli ausiliari necessari al funzionamento del sistema di recupero, quali possono essere pompe di circolazione o ventilatori, al fine di decurtare dai risparmi di energia primaria conseguibili eventuali maggiori consumi rispetto alla situazione ante intervento.

Il **consumo di baseline** è pari al consumo che sarebbe stato necessario nella situazione di baseline per produrre l'energia recuperata nella situazione post intervento, quantificato in funzione della modalità di produzione di energia termica nella configurazione ex ante/riferimento (ad esempio in funzione del rendimento della centrale ex ante o, qualora non esistente, rispetto ai rendimenti di riferimento per impianti di produzione di energia termica).

Si specifica che, nel caso in cui l'energia termica recuperata fosse stata prodotta da una centrale termica nella configurazione ante intervento, il valore del rendimento può essere calcolato come il rapporto tra la totalità dell'energia termica prodotta dalla centrale termica nei 12 mesi di esercizio antecedenti la data di avvio e la totalità dell'energia del combustibile in ingresso nel medesimo periodo. È pertanto necessario fornire i dati di consumo della centrale riferiti ad almeno gli ultimi 12 mesi di esercizio in condizioni ex ante, con dettaglio almeno giornaliero (fatto salvo quanto previsto al punto 1.3 dell'Allegato 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.).

Nel caso in cui il periodo di monitoraggio ante intervento fosse minore di 12 mesi e/o presentasse una frequenza non giornaliera, si potrà utilizzare il valore di rendimento ottenuto dalla più recente prova fumi al fine di validare i dati raccolti, assumendo in via cautelativa un rendimento di generazione pari al rendimento di combustione. In alternativa, nel caso in cui il soggetto proponente dimostri, tramite misure effettuate per un periodo inferiore a 12 mesi o con frequenza non giornaliera, o tramite opportuna documentazione tecnica (ad esempio con una prova fumi), che il consumo ante intervento sia superiore a quello di riferimento, sarà possibile considerare il consumo di baseline pari al consumo di riferimento.

Qualora l'energia termica all'interno dello stabilimento venisse prodotta da più sistemi e qualora non fosse possibile attribuire il risparmio atteso dall'intervento unicamente ad uno di essi, il rendimento da considerare sarà quello del sistema che presenta il valore più conservativo.

In ogni caso, si richiede al soggetto proponente di fornire precise indicazioni sui metodi e le strategie di produzione dell'energia termica ex ante, specialmente nel caso di produzione da impianto di cogenerazione, insieme al fabbisogno energetico dello stabilimento e/o del processo oggetto di intervento. Inoltre, si richiede di fornire informazioni dettagliate sul processo da cui avviene il recupero di calore, al fine di inquadrare correttamente l'intervento, oltre ad una descrizione dettagliata di tutti i componenti installati nell'ambito del progetto.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il rapporto tra l'energia termica recuperata ed il valore del rendimento di generazione indicato precedentemente. Al valore ottenuto devono poi essere sottratti i consumi di tutti gli ausiliari necessari al funzionamento del sistema di recupero, eventualmente installati nella configurazione post intervento.

Si specifica che il risparmio di energia primaria deve essere calcolato considerando esclusivamente l'energia termica recuperata effettivamente trasmessa alle utenze, quantificabile ad esempio come quantità di vapore recuperato trasferita ad un determinato processo, escludendo eventuali perdite dai serbatoi di accumulo o quote di energia disperse per superamento del fabbisogno di impianto. In tali casi è necessario prevedere nell'algoritmo di calcolo, l'introduzione di un parametro di controllo che consenta di verificare che al recupero termico sia associato un equivalente risparmio di energia primaria.

Nel caso di presenza di un impianto di cogenerazione nel sito in cui è stato effettuato il progetto di efficienza energetica dovranno essere descritte le caratteristiche dell'impianto, le logiche di funzionamento e le eventuali variazioni del funzionamento dell'impianto a seguito dell'intervento di efficienza energetica al fine di valutare la corretta contabilizzazione dei risparmi di energia primaria conseguibili. Ad esempio, per determinare i risparmi di energia primaria conseguibili mediante l'intervento, potrebbe essere necessario determinare l'eventuale mancata produzione di energia elettrica in seguito alla diminuzione della richiesta di energia termica all'impianto di cogenerazione.

Si stima che la realizzazione di interventi rientranti in questa scheda, sulla base dei dati elaborati da ENEA a partire dalle diagnosi energetiche ad oggi pervenute, comporterà un risparmio medio di circa 169 tep/anno per intervento.

Bruciatori auto recuperativi in caso di non fattibilità della situazione ex ante dell'installazione di bruciatori rigenerativi

SETTORE INDUSTRIALE

La possibilità di recuperare calore dai fumi di combustione permette di ottenere importanti risparmi energetici, in particolare prevedendo l'installazione di tecnologie di recupero rigenerativo che rappresenta la soluzione standard di mercato.

Tuttavia, vi possono essere dei casi in cui nella situazione ante intervento non è possibile installare bruciatori rigenerativi a causa di vincoli tecnico-economici e/o di natura manutentiva. In tali casi, è possibile accedere al meccanismo dei Certificati Bianchi mediante l'installazione di più semplici bruciatori recuperativi, fermo restando la necessità di dimostrare l'impossibilità di installare dei bruciatori rigenerativi nella situazione ante intervento. I bruciatori auto recuperativi consentono di recuperare calore dai prodotti della combustione, seppur con efficienze minori rispetto ai rigenerativi per cui, esclusivamente nei casi di applicazione della presente scheda, quella dei bruciatori auto recuperativi rappresenta la miglior tecnologia disponibile.

Come per i bruciatori rigenerativi è possibile adottare bruciatori flameless, in grado di assicurare un elevato preriscaldamento dei flussi entranti ed in generale una combustione più omogenea, al fine di migliorarne il rendimento.

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione" e di "Sostituzione" risulta pari rispettivamente a 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** prevede, in generale, l'acquisizione dei dati seguenti:

- Quantità di prodotti trattati, eventualmente differenziati per tipologia di prodotto;
- Consumi di energia termica ed elettrica.

Le principali **variabili operative** sono:

- le quantità di prodotto lavorate;
- la tipologia di prodotto;
- le temperature del materiale da riscaldare in ingresso e uscita;
- il tempo di residenza/funzionamento;
- la tipologia di ciclo effettuato;
- il volume da riscaldare.

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione delle variabili operative nelle configurazioni ante e post intervento, specificando possibili variazioni che le stesse possono presentare a seguito dell'intervento ed il loro impatto sulle prestazioni dei macchinari. Deve, inoltre, essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalla differente capacità produttiva tra configurazione ex ante ed ex post. In caso di trattamento di lotti di prodotti con caratteristiche differenti, è necessario descrivere le suddette variabili per ogni tipologia di prodotto e/o di materiale in ingresso.

Il **consumo di baseline**, nel caso di "Sostituzione", è pari al consumo specifico del sistema ante intervento (ad esempio del forno), normalizzato rispetto ai valori di produzione ex post ed eventualmente

differenziato per le diverse tipologie di prodotto trattate. In caso di “Nuova installazione”, il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento che potrà essere determinato valutando l’applicazione di bruciatori ad aria fredda, senza recupero di calore dai fumi, nello specifico processo oggetto di intervento.

L’**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la quantità di prodotti trattati e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia di prodotto.

Bruciatori rigenerativi

SETTORE INDUSTRIALE

Nei processi che si svolgono ad alta temperatura, ad esempio nel caso di forni di cottura della ceramica o di fusione del metallo, le perdite di calore sono la principale fonte di inefficienza specialmente a causa dell'elevata temperatura dei fumi in uscita dal camino. L'impiego di bruciatori rigenerativi, che rappresenta in molti casi la soluzione standard di mercato, permette di preriscaldare l'aria comburente determinando un risparmio energetico che può arrivare al 60% rispetto a soluzioni senza recupero di calore. I bruciatori rigenerativi sono adatti per processi con temperature comprese tra 800 °C e 1500 °C e sono in grado di recuperare un'elevata percentuale del calore contenuto nei fumi.

I bruciatori rigenerativi, a differenza di quelli recuperativi, operano a coppie in quanto solo uno dei due alternativamente svolge le funzioni di bruciatore, mentre l'altro in contemporanea utilizza i prodotti della combustione per rigenerare le masse di scambio.

Un'ulteriore sviluppo consiste nell'adozione di bruciatori flameless. Questa tecnologia si basa sul principio di diluizione della fiamma, ottenuto tramite un elevato preriscaldamento dei flussi entranti volto a portare i reagenti di combustione al di sopra della loro temperatura di autoignizione. In questo modo l'intero volume di reazione viene a trovarsi in condizioni idonee all'innescarsi ed al sostentarsi delle reazioni di combustione, evitando la presenza di quei picchi di temperature e di quelle zone di combustione non stechiometrica che sono alla base della formazione degli ossidi di azoto e del particolato carbonioso. Inoltre, lo scambio termico ed il controllo di molti processi all'interno del combustore possono risultare favoriti dalla maggior omogeneità all'interno della camera di combustione permettendo un miglior rendimento di combustione.

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione" e di "Sostituzione" risulta pari rispettivamente a 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** prevede, in generale, l'acquisizione dei dati seguenti:

- Quantità di prodotti trattati, eventualmente differenziati per tipologia di prodotto;
- Consumi di energia termica ed elettrica.

Le principali **variabili operative** sono:

- le quantità di prodotto lavorate;
- la tipologia di prodotto;
- le temperature del materiale da riscaldare in ingresso e uscita;
- il tempo di residenza/funzionamento;
- la tipologia di ciclo effettuato;
- il volume da riscaldare.

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni dei macchinari. Deve, inoltre, essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalla differente capacità produttiva tra configurazione ex ante ed ex post. In caso di trattamento di lotti di prodotti con caratteristiche differenti, è necessario descrivere le suddette variabili per ogni tipologia di prodotto e/o di materiale in ingresso.

Il **consumo di baseline**, nel caso di “Sostituzione”, è pari al consumo specifico del sistema ante intervento (ad esempio del forno), normalizzato rispetto ai valori di produzione ex post ed eventualmente differenziato per le diverse tipologie di prodotto trattate. In caso di “Nuova installazione”, il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento che potrà essere determinato valutando l’applicazione di bruciatori ad aria fredda nello specifico processo oggetto di intervento.

L’**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la quantità di prodotti trattati e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia di prodotto.

Si stima che la realizzazione di interventi rientranti in questa scheda, sulla base dei dati elaborati da ENEA a partire dalle diagnosi energetiche ad oggi pervenute, comporterà un risparmio medio di circa 227 tep/anno per intervento.

CED

SETTORE RETI, SERVIZI E TRASPORTI

Un centro di elaborazione dati (CED), anche noto come data center, è un'unità organizzativa all'interno di un contesto aziendale che coordina e mantiene le apparecchiature ed i servizi di gestione dei dati, ovvero l'infrastruttura informatica a servizio di una o più aziende. In sostanza, il CED ha la funzione di coordinare tutte le informazioni e le conoscenze all'interno dell'azienda e i relativi flussi di diffusione/condivisione.

I CED richiedono elevati standard di affidabilità, sicurezza, efficienza e modularità. Il raffreddamento degli apparati ITE (Information Technology Equipment) presenti nei data center è fondamentale per il loro corretto funzionamento. Queste apparecchiature producono, infatti, un'elevata quantità di calore che, se non correttamente smaltita, danneggia i componenti interni in modo talvolta irreversibile.

Tali apparecchiature sono solitamente disposte all'interno di un unico contenitore, denominato "rack", e presentano limiti di temperatura di funzionamento al fine di garantire la massima prestazione. Pertanto, è necessario che l'impianto di condizionamento di un CED risponda alle esigenze del miglior funzionamento degli apparati ITE ed al contempo risulti efficiente e non inutilmente sovradimensionato.

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione" ed "Efficientamento integrato" risulta pari rispettivamente a 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** può prevedere, ad esempio, l'acquisizione dei dati seguenti:

- consumi di energia elettrica necessaria per l'alimentazione delle apparecchiature IT;
- consumi di energia elettrica dell'intero CED, comprendente i contributi dei sistemi ausiliari (ad esempio uffici, sistemi di illuminazione e impianti di condizionamento);
- potenza computazionale generata [GFlops];
- consumi di energia termica e/o frigorifera necessarie per riscaldare/raffrescare ambienti e apparecchiature.

Le principali **variabili operative** sono:

- le caratteristiche tecniche delle apparecchiature IT (ad esempio architettura di rete, sistema di archiviazione e di raffreddamento, presenza di acceleratori);
- la potenza di calcolo [GFlops], da cui deriva la potenza elettrica IT [kW];
- il carico di lavoro dei server, esprimibile come percentuale di CPU utilizzata;
- gli assorbimenti dei carichi IT;
- le caratteristiche dell'edificio che contiene il CED (ad esempio coibentazione e disposizione degli ambienti);
- le caratteristiche del sistema di condizionamento (ad esempio potenza e sistema di distribuzione);
- la temperatura esterna;
- la temperatura di set point.

Per quanto riguarda il carico di lavoro dei server, essi possono trovarsi in una delle seguenti condizioni operative:

- stand by, in cui consumano solo una decina di Watt;

- idle, ovvero sia a carico nullo ma pronti a operare, con un consumo compreso tra il 50% ed il 70% del consumo massimo;
- sotto carico, con percentuali di consumo che vanno dallo 0% al 100% del consumo massimo.

Di seguito si propone una trattazione separata tra gli interventi aventi come oggetto l'infrastruttura del CED, ad esempio il sistema di climatizzazione, e gli interventi rivolti al sistema di calcolo. In caso di progetti che coinvolgono entrambi gli ambiti suddetti, il risparmio totale sarà dato dalla somma dei due contributi.

Interventi sull'infrastruttura del CED

La misura dell'efficienza energetica a livello di infrastruttura di un CED viene internazionalmente espressa per mezzo del parametro PUE (Power Usage Effectiveness), avente valore unitario in condizione di ottimo tecnologico, definito come:

$$PUE = \frac{PT}{PIT}$$

Dove:

- PT rappresenta l'energia totale assorbita dal CED;
- PIT indica l'energia consumata dai soli apparati IT.

Il **consumo di baseline**, in caso di "Efficientamento integrato", è pari al PUE del CED nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto alle variabili operative assunte dal sistema in configurazione ex post. In caso di "Nuova installazione" il consumo di baseline sarà invece pari al PUE di riferimento, che dovrà essere individuato per un CED di caratteristiche equivalenti a quello oggetto di intervento (ad esempio con capacità di elaborazione dati comparabile).

Al fine di normalizzare il PUE di baseline rispetto ai gradi giorno effettivamente riscontrati nel periodo di rendicontazione, sarà possibile utilizzare il seguente fattore di aggiustamento:

$$F_1 = \frac{GG_{baseline}}{GG_{post}}$$

Dove:

- $GG_{baseline}$ sono i gradi giorno utilizzati per determinare il PUE di baseline;
- GG_{post} sono i gradi giorno effettivamente riscontrati nel periodo di rendicontazione.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** si basa sulla variazione del parametro PUE tra la situazione ante e post intervento. In particolare, potrà essere adottata la seguente formula:

$$RISP = \left(\frac{PUE_{baseline}}{PUE_{post}} - 1 \right) \times F_1 \times PT_{post} \times f_e \quad [tep]$$

Dove:

- $PUE_{baseline}$ è il PUE di baseline del CED;
- PUE_{post} è il PUE del CED nella configurazione post intervento;

- PT_{post} è l'energia globale assorbita dal CED [MWh];
- f_e è il fattore di conversione da MWh a tep, pari a 0,187.

Per quanto riguarda gli interventi di “Efficientamento integrato”, oltre a prevedere misure rivolte ad una riduzione dei consumi delle apparecchiature IT, si può agire su tutti gli aspetti critici dell'impianto di condizionamento e distribuzione dell'aria che, in generale, possono essere:

- mancanza di separazione di ambienti tra le sale, che può comportare la dispersione di parte del flusso d'aria raffrescata in sale dove tale raffrescamento non è richiesto. In tal caso, sarebbe possibile installare porte e segrezioni tra ambienti differenti;
- uso promiscuo di diverse modalità di raffrescamento, ad esempio unità di espansione diretta a pavimento (modalità “under”) e in linea con i “rack” (modalità “in-row”);
- nel caso di distribuzione tramite pavimento flottante, presenza di ostruzioni a causa dei cablaggi e dell'altezza ridotta che limitano fortemente la distribuzione dell'aria in modo uniforme attraverso le griglie;
- capacità frigorifera installata maggiore di quella effettivamente richiesta;
- presenza di dispersioni termiche;
- posizionamento dei condizionatori non ottimale, ad esempio distribuzione non equa tra i “rack” nell'ottica della realizzazione di un corridoio del freddo;
- distribuzione delle temperature in sala non uniforme e variabile di diversi gradi;
- tracciato delle tubazioni di distribuzione eccessivamente lungo, con molte curve e deviazioni o coibentazione non ottimale;
- regolazione non efficiente del sistema di condizionamento.

Interventi sul sistema di calcolo

Una misura dell'efficienza di un CED, strettamente legata alle performance computazionali, può essere definita come il rapporto tra la potenza computazionale generata ed il consumo elettrico associato al calcolatore, espressa in [GFlops/kWh].

Il **consumo di baseline**, in caso di “Efficientamento integrato”, è pari al consumo del sistema di calcolo nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto alle variabili operative assunte dal sistema in configurazione ex post. In caso di “Nuova installazione”, il consumo di baseline sarà invece pari al rapporto tra la potenza computazionale effettivamente generata post intervento e l'efficienza di riferimento che dovrà essere individuata per un sistema di calcolo avente caratteristiche equivalenti al sistema oggetto di intervento (ad esempio in termini di potenza computazionale, architettura e presenza di acceleratori). Ad esempio si potrà fare riferimento al ranking Green 500, relativo al progetto TOP500.

Il rapporto prestazioni/consumi della situazione di riferimento, ovvero l'efficienza di riferimento, dovrà essere normalizzato per rispondere al carico computazionale reale della situazione post intervento. Infatti, la potenza elettrica assorbita da un server sarà una funzione del carico di lavoro, a sua volta esprimibile come percentuale di CPU impiegata. Un modello valido per stimare il consumo del server in funzione della percentuale di carico è il seguente:

$$C = C_{idle} + (C_{full} - C_{idle}) \times u$$

Dove:

- C_{idle} è il consumo del server in idle;
- C_{full} è il consumo del server a pieno carico;
- u è la percentuale di CPU impiegata, data dal rapporto tra la potenza computazionale effettivamente generata e la potenza computazionale massima erogabile.

Tale modello presenta un errore pari circa al 5% che, tuttavia, è in gran parte fisso e dovuto alla presenza degli switch di rete, i quali presentano un consumo fisso ed indipendente dal carico di lavoro. Esistono modelli in grado di ridurre l'errore, ma che richiedono la determinazione di coefficienti empirici e che pertanto rendono difficilmente generalizzabile il programma di misura. Inoltre il suddetto modello risulta più che valido per progetti che escludono interventi sugli switch di rete.

Pertanto, al fine di normalizzare l'efficienza di rete rispetto al carico, è possibile introdurre il seguente fattore di aggiustamento:

$$F_2 = \frac{r_{rif}}{r_{rif,u}} = \frac{\frac{r_{rif}}{C_{rif,max} \times \frac{P_{EP}}{P_{EP,max}}}}{C_{rif,idle} + (C_{rif,full} - C_{rif,idle}) \times \frac{P_{EP}}{P_{EP,max}}}$$

Dove:

- r_{rif} è l'efficienza di riferimento in full load;
- $r_{rif,u}$ è l'efficienza di riferimento alla percentuale di carico u , ovvero sia riferita all'effettiva potenza computazionale sviluppata che può essere stimata a partire dal suddetto modello;
- P_{EP} è la potenza computazionale effettivamente sviluppata post intervento, pari alla potenza computazionale massima per la percentuale di carico;
- $P_{EP,max}$ è la potenza computazionale massima del sistema post intervento;
- $P_{rif,max}$ è la potenza computazionale massima del sistema di riferimento;
- $C_{rif,idle}$ è il consumo in idle del sistema di riferimento, che potrà essere assunto pari al 20% del consumo in full load del sistema di riferimento;
- $C_{rif,full}$ è il consumo in full load del sistema di riferimento.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** si basa sulla differenza di consumo del calcolatore tra le situazioni di baseline e post intervento.

Componenti per il recupero di calore a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento

SETTORE RETI, SERVIZI E TRASPORTI

In questa tipologia di intervento rientrano tutti quei progetti il cui fine è recuperare una parte di energia termica e/o frigorifera, altrimenti dispersa e che dovrebbe essere generata con ulteriore dispendio energetico, al fine di impiegarla a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento.

Tali reti prevedono in genere un circuito primario, di estensione maggiore, in cui scorre il fluido termovettore che, tramite opportuni scambiatori, trasmetterà l'energia termica e/o frigorifera ai circuiti secondari che evolvono presso le utenze finali.

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione" e "Sostituzione" è pari in entrambi i casi a 7 anni.

I risparmi conseguibili possono essere valutati in base alla riduzione del consumo di energia primaria per la produzione di energia termica/frigorifera, in funzione della quantità di energia che viene effettivamente recuperata.

Tra le **variabili operative** da considerare, oltre alla quantità di energia termica e/o frigorifera recuperata, vi sono quelle relative all'utenza che andrà ad impiegare tale energia (generalmente temperature ed ore di effettivo utilizzo).

Il **programma di misura** si differenzia in base alla modalità con cui avviene lo scambio di calore:

- a) Recupero di sola energia termica e/o frigorifera, generalmente tramite uno scambiatore: è prevista l'acquisizione delle temperature in entrata ed uscita dallo scambiatore e la portata del fluido lato utenza;
- b) Recupero di un fluido caldo/freddo: devono essere monitorate portate ed entalpie del fluido recuperato e del fluido impiegato nella configurazione ex ante. Ad esempio, nel caso del recupero di condense per il reintegro del generatore di vapore, dovranno essere monitorate:
 - la temperatura e la portata delle condense recuperate;
 - la temperatura del fluido utilizzato per il reintegro prima dell'intervento.

Quest'ultima misura è necessaria per poter scorporare il contenuto energetico del fluido già utilizzato nella situazione ante intervento dal contributo energetico del fluido recuperato.

In entrambi i casi deve essere monitorato anche il consumo degli ausiliari necessari al funzionamento del sistema di recupero, quali possono essere pompe di circolazione o ventilatori, al fine di decurtarlo dai risparmi di energia primaria conseguibili.

Il **consumo di baseline** è pari al consumo che sarebbe stato necessario nella situazione di baseline per produrre l'energia recuperata nella situazione post intervento, quantificato in funzione della modalità di produzione di energia termica e/o frigorifera nella configurazione ex ante/riferimento. Ad esempio il consumo di energia termica potrà essere quantificato in funzione del rendimento della centrale ex ante o, qualora non esistente, rispetto ai rendimenti di riferimento per impianti di produzione di energia termica, mentre il consumo di energia frigorifera potrà essere quantificato in funzione dell'EER del gruppo frigo ex ante o, qualora non esistente, rispetto all'EER di riferimento per gruppi frigo.

Si specifica che, nel caso in cui l'energia termica recuperata fosse stata prodotta da una centrale termica nella configurazione ante intervento, il valore del rendimento può essere calcolato come il rapporto tra la totalità dell'energia termica prodotta dalla centrale termica nei 12 mesi di esercizio antecedenti la data di avvio e la totalità dell'energia del combustibile in ingresso nel medesimo periodo. È pertanto necessario fornire i dati di consumo della centrale riferiti ad almeno gli ultimi 12 mesi di esercizio in condizioni ex ante, con dettaglio almeno giornaliero (fatto salvo quanto previsto al punto 1.3 dell'Allegato 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.).

Nel caso in cui il periodo di monitoraggio ante intervento fosse minore di 12 mesi e/o presentasse una frequenza non giornaliera, si potrà utilizzare il valore di rendimento ottenuto dalla più recente prova fumi al fine di validare i dati raccolti, assumendo in via cautelativa un rendimento di generazione pari al rendimento di combustione. In alternativa, nel caso in cui il soggetto proponente dimostri, tramite misure effettuate per un periodo inferiore a 12 mesi o con frequenza non giornaliera, o tramite opportuna documentazione tecnica (ad esempio con una prova fumi), che il consumo ante intervento sia superiore a quello di riferimento, sarà possibile considerare il consumo di baseline pari al consumo di riferimento.

Qualora l'energia termica e/o frigorifera all'interno dello stabilimento venisse prodotta da più sistemi e qualora non fosse possibile attribuire il risparmio atteso dall'intervento unicamente ad uno di essi, il rendimento e/o l'EER da considerare sarà quello del sistema che presenta il valore più conservativo.

In ogni caso, si richiede al soggetto proponente di fornire precise indicazioni sui metodi e le strategie di produzione dell'energia termica e/o frigorifera ex ante, specialmente nel caso di produzione da impianto di cogenerazione, insieme al fabbisogno energetico della rete di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento oggetto di intervento. Inoltre, si richiede di fornire informazioni dettagliate sul processo da cui avviene il recupero di calore, al fine di inquadrare correttamente l'intervento, oltre ad una descrizione dettagliata di tutti i componenti installati nell'ambito del progetto.

L'algoritmo di calcolo dei risparmi prevede il rapporto tra l'energia termica e/o frigorifera recuperata ed il valore del rendimento di generazione indicato precedentemente. Al valore ottenuto devono poi essere sottratti i consumi di tutti gli ausiliari necessari al funzionamento del sistema di recupero, eventualmente installati nella configurazione post intervento.

Si specifica che il risparmio di energia primaria deve essere calcolato considerando esclusivamente l'energia termica e/o frigorifera recuperata effettivamente trasmessa alle utenze, escludendo eventuali perdite dai serbatoi di accumulo o quote di energia disperse per superamento del fabbisogno della rete. In tali casi è necessario prevedere nell'algoritmo di calcolo, l'introduzione di un parametro di controllo che consenta di verificare che al recupero di energia sia associato un equivalente risparmio di energia primaria.

Nel caso di presenza di un impianto di cogenerazione nel sito in cui è stato effettuato il progetto di efficienza energetica dovranno essere descritte le caratteristiche dell'impianto, le logiche di funzionamento e le eventuali variazioni del funzionamento dell'impianto a seguito dell'intervento di efficienza energetica al fine di valutare la corretta contabilizzazione dei risparmi di energia primaria conseguibili. Ad esempio, per determinare i risparmi di energia primaria conseguibili mediante

l'intervento, potrebbe essere necessario determinare l'eventuale mancata produzione di energia elettrica in seguito alla diminuzione della richiesta di energia termica all'impianto di cogenerazione.

Efficientamento processo di vulcanizzazione pneumatici tramite azoto

SETTORE INDUSTRIALE

La vulcanizzazione della gomma permette di aggiungere ad essa un elastomero, ovvero una miscela contenente zolfo e altri additivi. In questo modo è possibile ottenere un composto elastico, resistente alle abrasioni e soprattutto alle forze di trazione, che successivamente andrà immesso nel processo produttivo degli pneumatici. Tale processo si articola generalmente nelle seguenti fasi:

1. preparazione delle mescole per il pneumatico;
2. preparazione dei semilavorati mediante l'impiego della suddetta mescola;
3. confezione dei semilavorati finalizzata alla realizzazione del pneumatico "crudo" (carcassa);
4. vulcanizzazione dello pneumatico "crudo", vale a dire la "cottura" della gomma in stampi mediante vapore ed acqua surriscaldata.

Il processo di vulcanizzazione si avvia una volta chiuso lo stampo con una "cottura a vapore" della carcassa dello pneumatico a temperatura e pressione elevate, tramite riscaldamento dell'esterno dello stampo (duomo). Nella parte interna della camera di vulcanizzazione il processo è suddiviso in due fasi distinte: una fase iniziale di carico necessaria per portare lo pneumatico alle condizioni di temperatura e pressione necessari per il processo, una seconda fase dinamica (di durata maggiore) in cui prosegue il processo di "cottura interna" dello pneumatico. A sua volta la fase di carico avviene con due processi distinti, una prima fase in cui giunge vapore per pressurizzare l'ambiente e una seconda fase in cui avviene il carico della camera con acqua surriscaldata. Durante la fase dinamica, invece, viene fatta circolare in continuo acqua surriscaldata per garantire il mantenimento delle condizioni di temperatura e pressione all'interno della camera necessarie per il processo di vulcanizzazione.

Uno dei possibili interventi riguarda l'impiego di azoto in pressione in sostituzione dell'acqua surriscaldata consentendo di risparmiare il gas naturale utilizzato per portare l'acqua alle condizioni di temperatura e pressione necessarie per il processo, per trasferire l'energia termica dall'acqua surriscaldata durante la fase dinamica di cottura dello pneumatico e per mantenere l'intero circuito ad acqua in temperatura. Inoltre, l'utilizzo di azoto in pressione permette l'implementazione di sistemi di gestione e controllo del processo rivolti alla riduzione di inefficienze ed all'ottimizzazione delle prestazioni energetiche, tramite l'installazione di diversi sensori e il monitoraggio di diversi parametri di controllo. L'intervento però comporterà inevitabilmente un incremento del consumo di vapore (sia in camera che nel duomo) per consentire il mantenimento della temperatura necessaria per la "cottura" dello pneumatico.

La **vita utile** per interventi di "Sostituzione" ed "Efficientamento integrato", risulta pari a 5 anni.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione dei dati seguenti:

- quantità di pneumatici prodotti;
- quantità di vapore consumato durante un ciclo di vulcanizzazione;
- quantità di vapore impiegato per portare l'acqua surriscaldata alle condizioni di carico nella configurazione ante intervento;
- energia termica trasferita dall'acqua surriscaldata durante la fase dinamica di cottura dello pneumatico una volta raggiunte le condizioni di esercizio;
- quantità di azoto impiegato per un ciclo di vulcanizzazione nella configurazione post intervento.

Le principali **variabili operative** sono:

- quantità e tipologia di pneumatici prodotti;
- peso medio degli pneumatici prodotti;
- quantità e tipologia di mescola impiegata;
- caratteristiche del processo di cottura (ad esempio tempo, temperatura e pressione);
- quantità di azoto impiegato per un ciclo di vulcanizzazione nella configurazione post intervento.

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni dei macchinari. Deve, inoltre, essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalla differente capacità produttiva tra configurazione ex ante ed ex post. In caso di trattamento di lotti di prodotti con caratteristiche differenti, è necessario descrivere le suddette variabili per ogni tipologia di pneumatico e/o di materie prime in ingresso.

Il **consumo di baseline**, è pari al consumo specifico del sistema di vulcanizzazione nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto alle variabili operative assunte in configurazione ex post ed eventualmente differenziato per le diverse tipologie di pneumatici prodotti e/o di materie prime in ingresso.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la quantità di pneumatici prodotti e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia di prodotto e/o di mix di materie prime in ingresso.

Si specifica che dai risparmi conseguiti si dovranno sottrarre i consumi energetici correlati all'impiego di azoto nel processo produttivo (ad esempio per pressurizzazione e distribuzione ai diversi vulcanizzatori). In particolare, sarà possibile valorizzare l'azoto nel corrispettivo consumo di energia elettrica necessario per la sua produzione, tramite un apposito coefficiente correttivo espresso in kWh per kg di azoto. Inoltre, l'algoritmo di calcolo dovrà considerare l'incremento, rispetto alle condizioni ex ante, della richiesta di vapore per mantenere un'adeguata temperatura di cottura.

Efficientamento reti elettriche, del gas e idriche

SETTORE RETI, SERVIZI E TRASPORTI

In questa tipologia di intervento rientrano gli interventi di efficientamento energetico riguardanti reti idriche e di distribuzione di energia elettrica e gas.

Si specifica che, ai sensi dell'articolo 4, comma 13, del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., "i risparmi di energia realizzati attraverso interventi per rendere più efficienti le reti elettriche e del gas naturale concorrono all'adempimento degli obblighi a carico delle imprese di distribuzione. Per tali interventi, fatti salvi gli interventi di sostituzione dei trasformatori MT/BT a carico dell'utenza, non sono rilasciati Certificati Bianchi".

Di seguito si forniscono indicazioni sugli interventi più diffusi per le suddette tipologie di reti.

Per le reti di distribuzione dell'energia elettrica, si può valutare la sostituzione dei trasformatori nelle cabine primarie e secondarie con modelli ad alta efficienza, caratterizzati principalmente da:

- minori perdite nel nucleo del trasformatore per la magnetizzazione della macchina;
- minori perdite negli avvolgimenti per effetto Joule e correnti parassite.

Nelle reti del gas si può agire, ad esempio, con un re-layout rivolto ad una riduzione delle perdite di carico della rete.

Per quanto riguarda le reti idriche, gli interventi consentono di efficientare le apparecchiature esistenti e di ridurre le prevalenze richieste e le perdite. Si potrà pertanto prevedere, ad esempio, un revamping dei gruppi di pompaggio, la sostituzione delle tubazioni ed un re-layout delle reti tramite distrettualizzazione dei diversi rami. Per ulteriori chiarimenti in merito ad interventi inerenti le reti idriche si rimanda all'apposita Guida Settoriale: "Il servizio idrico integrato".

La **vita utile** per interventi di "sostituzione" ed "Efficientamento integrato" risulta pari a 7 anni.

Il **programma di misura** si differenzierà in base alla tipologia di rete oggetto di intervento, ma in generale prevede l'acquisizione dei dati seguenti:

- consumi di energia associata al funzionamento della sezione di rete oggetto di intervento;
- quantità distribuite (ad esempio volume di gas elaborato).

La principale **variabile operativa** è la quantità di energia elettrica, gas o acqua distribuita. Ulteriori variabili potranno essere individuate in funzione della specifica tipologia di rete valutando, ad esempio, l'influenza delle pressioni di esercizio sui consumi.

In ogni caso si richiede di fornire un'adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni della rete. Deve, inoltre, essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalla differente capacità di distribuzione tra configurazione ex ante ed ex post.

Il **consumo di baseline**, è pari al consumo associato al funzionamento della rete nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto alle variabili operative assunte nella configurazione ex post.

Per l'**algoritmo di calcolo dei risparmi** valgono le stesse considerazioni fatte sul programma di misura e le variabili operative in merito alle specificità associate alla tipologia di rete oggetto di intervento. In generale, l'algoritmo prevede il prodotto tra le quantità distribuite (ad esempio l'energia elettrica distribuita) e la differenza di consumo specifico della rete tra la configurazione di baseline e quella post intervento.

Si riporta di seguito un esempio di applicazione della presente scheda ad interventi di **sostituzione di trasformatori** su linee elettriche.

Le principali caratteristiche desumibili da documentazione tecnica per un trasformatore sono:

- potenza nominale [MVA];
- tensione nominale primaria e secondaria [kV];
- frequenza di alimentazione nominale [Hz];
- tensione di corto circuito [%];
- perdite a vuoto e a carico in condizioni di esercizio nominali [kW];
- sistema raffreddamento.

Il programma di misura prevede l'acquisizione dei dati seguenti:

- energia elettrica attiva in uscita dal trasformatore;
- energia elettrica reattiva in uscita dal trasformatore;
- tensione a valle del trasformatore.

La misura della tensione a valle del trasformatore, in particolare, è necessaria al fine di determinare la corrente circolante negli avvolgimenti della macchina per poter quantificare le perdite per effetto Joule, e di normalizzare le perdite per magnetizzazione del nucleo in base all'effettiva tensione di esercizio.

Le principali variabili operative risultano essere:

- l'energia elettrica attiva in uscita dal trasformatore;
- l'energia elettrica reattiva in uscita dal trasformatore;
- la tensione a valle del trasformatore;
- la temperatura di esercizio;
- la taglia dei trasformatori, ad esempio in termini di corrente e tensioni nominali.

Il consumo di baseline è pari all'energia dissipata dalla macchina nella situazione ex ante, normalizzata rispetto alle variabili operative verificate nella configurazione post intervento (principalmente la tensione effettiva a valle del trasformatore).

L'algoritmo di calcolo dei risparmi si basa sul confronto tra le perdite dovute alla nuova macchina e le perdite che si sarebbero verificate con la macchina presente nella situazione ex ante.

In particolare, è possibile distinguere tra perdite:

- a vuoto o nel ferro (Pfe): valore delle perdite di energia legate alla magnetizzazione del ferro di cui è composta la macchina, praticamente costanti in tutto l'arco di funzionamento e composte dalle perdite per isteresi nel circuito magnetico e per correnti di Foucault o parassite;

- a carico o nel rame (P_{cu}): valore delle perdite di energia legate al riscaldamento dei conduttori percorsi da corrente, composte dalle perdite per effetto Joule e dalle correnti addizionali dovute alle correnti di Foucault o parassite. Tali perdite vengono riportate alla temperatura di riferimento di 75°C come da norme CEI/IEC.

Le perdite a carico non sono costanti, ma dipendono quadraticamente dalla corrente circolante negli avvolgimenti secondari della macchina che, a sua volta, dipende dal carico elettrico alimentante.

Per poter tenere in considerazione questo fenomeno è necessario calcolare la resistenza equivalente del trasformatore, tramite i dati disponibili della documentazione tecnica del trasformatore, attraverso la formula:

$$R_{eq} = \frac{P_{cu,N}}{3 * I_N^2} = \frac{P_{cu,N}}{3 * \left(\frac{P_N}{\sqrt{3} * V_N} \right)^2} = \frac{P_{cu,N} * V_N^2}{P_N^2}$$

Dove:

- $P_{cu,N}$ è la perdita a carico ottenuta da apposita prova in corto circuito in condizioni di corrente e frequenza di alimentazione nominali;
- I_N è la corrente nominale;
- V_N è la tensione nominale;
- P_N è la potenza nominale.

Avendo a disposizione le misure di tensione secondaria e di energia attiva e reattiva, è possibile ricavare la corrente di carico della macchina per poter quindi ottenere le perdite di carico nelle condizioni di esercizio:

$$E_{cu} = 3 * R_{eq} * I_C^2 = 3 * R_{eq} * \left(\frac{\sqrt{(4 * E_A)^2 + (4 * E_R)^2}}{V} \right)^2$$

Dove:

- I_C è la corrente di carico della macchina;
- V è la tensione ai morsetti secondari della macchina;
- E_A è l'energia attiva misurata;
- E_R è l'energia reattiva misurata.

Le perdite di carico totali sono pari alla somma delle perdite di carico ottenute nei singoli periodi di campionamento, all'interno dei quali si considera un valore di tensione medio ed una potenza costante (ad esempio con frequenza di 15 minuti).

Per quanto riguarda invece le perdite a vuoto, esse dipendono quadraticamente dalla tensione di esercizio. Dato che durante le prove di collaudo vengono determinate le perdite a vuoto delle macchine alla tensione nominale, è sufficiente normalizzare le perdite a vuoto così ottenute rispetto alla reale tensione di esercizio attraverso la seguente espressione:

$$E_{fe} = P_{fe,N} * \left(\frac{V_R}{V_N}\right)^2$$

Dove:

- $P_{fe,N}$ è la perdita a vuoto ottenuta da apposita prova a vuoto in condizioni di tensione e frequenza di alimentazione nominali;
- V_R è la tensione di esercizio;
- V_N è la tensione nominale.

Anche per le perdite a vuoto il valore totale è dato dalla somma dei valori ottenuti nei singoli intervalli di campionamento.

Il risparmio ottenibile è pertanto proporzionale, tramite un opportuno coefficiente di conversione, alla somma delle variazioni dell'energia dissipata tra le configurazioni ex ante ed ex post, ovvero dalla seguente relazione:

$$\Delta E = \Delta E_{cu} + \Delta E_{fe}$$

Con:

$$\Delta E_{cu} = 3 * (R_{eq,ante} - R_{eq,post}) * \left(\frac{\sqrt{(4 * E_A)^2 + (4 * E_R)^2}}{V}\right)^2$$

$$\Delta E_{fe} = (P_{fe,N,ante} - P_{fe,N,post}) * \left(\frac{V_R}{V_N}\right)^2$$

Essiccatori

SETTORE INDUSTRIALE

Gli essiccatori sono apparecchiature impiegate per ridurre il contenuto di acqua in materiali solidi, miscele liquide o correnti gassose. Gli ambiti di applicazione sono molteplici tra i quali vi sono il settore farmaceutico, chimico, alimentare, della lavorazione del legno, della concia delle pelli, etc.. Il processo opera principalmente per evaporazione, pertanto l'assorbimento di energia termica è rilevante e rappresenta la voce di costo principale nel funzionamento di questi dispositivi.

Esistono diverse tipologie di essiccatori tra i quali i più diffusi sono:

- Statici, in configurazione orizzontale/verticale;
- Rotativi;
- Spray (spray dryer);
- A letto fluido;
- A film umido;
- A rulli.

La **vita utile** prevista per interventi di “Nuova installazione”, “Sostituzione” ed “Efficientamento integrato” è rispettivamente pari a 10, 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** prevede il monitoraggio di tutti i consumi energetici necessari al processo di essiccazione, e in particolare dei seguenti valori:

- quantità di prodotto ottenuto (ad es. polvere);
- energia elettrica consumata;
- energia termica consumata, includendo tutti i contributi della fase oggetto di intervento (ad es. l'acqua calda per il preriscaldamento ed il vapore per l'essiccazione);
- energia frigorifera consumata (se tale energia è coinvolta nel perimetro dell'intervento).

In relazione al contributo di energia frigorifera si segnala che esistono processi innovativi di essiccazione che coinvolgono la fase preliminare di cristallizzazione, fase necessaria ad esempio nell'industria casearia nel trattamento dei derivati del latte. Questi processi, utilizzando un turbo-evaporatore ed un turbo-essiccatore in luogo dello spray dryer e quindi della torre di essiccazione, non necessitano della cristallizzazione completa del prodotto, con conseguente diminuzione della richiesta di energia frigorifera ed energia elettrica dei gruppi frigo. Nel caso in cui la produzione di energia frigorifera sia necessaria per eventuali fasi di raffreddamento si richiede al soggetto proponente di monitorare i consumi di energia frigorifera e di energia elettrica nella situazione ex ante ed ex post, per poter determinare correttamente il risparmio di energia primaria conseguibile.

Le principali **variabili operative** risultano essere la quantità e la tipologia di materiale prodotto dal macchinario.

Il **consumo di baseline**, nei casi di “Sostituzione” ed “Efficientamento integrato”, è assunto pari al consumo specifico del macchinario nella configurazione ex ante, normalizzato rispetto alle variabili operative della situazione ex post. Nel caso di “Nuova installazione”, esso coinciderà con il consumo di riferimento.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra le quantità prodotte nella situazione ex post e la differenza tra il consumo specifico di baseline ed il consumo specifico ex post, i quali generalmente variano in funzione delle quantità giornalmente prodotte. Come indicato nella definizione del programma di misura, nel calcolo dovranno essere considerati tutti i contributi energetici del processo di essiccazione e di cristallizzazione, nei casi già indicati.

Ai fini del calcolo dei risparmi, laddove non fosse possibile ottenere un rendimento di generazione dell'energia termica e unicamente nei casi in cui tale energia non derivi da cogenerazione, in via cautelativa potrà essere considerata direttamente la riduzione di energia utile (ad es. minore quantità di vapore richiesta) che sarà pertanto posta pari alla riduzione di energia primaria assumendo un'efficienza di generazione pari al 100%.

Nel caso in cui fosse necessaria l'energia frigorifera per il processo, per il calcolo dell'energia elettrica sarà possibile considerare l'EER dei gruppi frigo esistenti al fine di calcolare i consumi di baseline e post intervento. Nel caso in cui i gruppi frigo non fossero presenti nella configurazione ante intervento, ma solo nella configurazione post intervento, si potrà considerare l'EER di riferimento indicato nella Guida Settoriale "Impianti di produzione di energia termica e frigorifera" contenuta nell'Allegato 2.1 alla Guida Operativa.

Nel caso di presenza di un impianto di cogenerazione nel sito in cui è stato effettuato il progetto di efficienza energetica dovranno essere descritte le caratteristiche dell'impianto, le logiche di funzionamento e le eventuali variazioni del funzionamento dell'impianto a seguito dell'intervento di efficienza energetica al fine di valutare la corretta contabilizzazione dei risparmi di energia primaria conseguibili. Ad esempio, per determinare i risparmi di energia primaria conseguibili mediante l'intervento, potrebbe essere necessario determinare l'eventuale mancata produzione di energia elettrica in seguito alla diminuzione della richiesta di energia termica all'impianto di cogenerazione.

Per quanto riguarda i possibili interventi di "Efficientamento integrato", per gli essiccatori a letto fluido è possibile adottare piastre di distribuzione dell'aria di tipo cuneiforme in luogo delle classiche piastre forate. In questo modo si evitano possibili otturazioni, riducendo il volume di aria necessaria per l'essiccazione. Inoltre, l'installazione di sensori e sistemi di controllo dell'umidità e della temperatura del materiale in ingresso può portare ad una regolazione efficiente dei parametri di processo, in particolare del tempo di residenza e della temperatura dell'aria in ingresso.

Si stima che la realizzazione di interventi rientranti in questa scheda, sulla base dei dati elaborati da ENEA a partire dalle diagnosi energetiche ad oggi pervenute, comporterà un risparmio medio di circa 231 tep/anno per intervento.

Filatoi tessili

SETTORE INDUSTRIALE

Tale intervento è riconducibile al settore tessile, più specificatamente il codice ATECO dell'attività economica di riferimento è il "13.1. Preparazione e filatura di fibre tessili". La macchina oggetto di approfondimento, il filatoio, svolge la fase di filatura, ovvero il trattamento delle fibre tessili al fine di ottenere il filato. Il processo in cui si colloca questa operazione dipende dal tipo di prodotto in lavorazione, ma in generale può essere schematizzato come segue:

1. Preparazione del prodotto – comprende in genere fasi quali apertura delle balle di materia prima, pulizia, affinamento in fiocchi, bagnatura antistatica;
2. Mistatura – i fiocchi delle varie fibre vengono mescolati tra loro al fine di ottenere una composizione omogenea;
3. Cardatura – garantisce la parallelizzazione delle fibre, restituendo un velo di fibre orientate detto nastro cardato; esso può subire un'ulteriore operazione, lo stiro, per ottenere maggiore omogeneità delle fibre e sottigliezza del nastro. Nel divisore, costituente l'ultima fase della cardatura, il nastro viene trasformato in stoppino, una banda di fibra tessile di sezione cilindrica;
4. Filatura – è l'operazione che, a partire dallo stoppino, genera il filo vero e proprio, con il titolo desiderato;
5. Ulteriori fasi – quali la roccatura, la tintura o la ritorcitura, per garantire particolari caratteristiche al prodotto finale, destinato al successivo processo di tessitura.

La tipologia di macchina tradizionalmente impiegata prevede un motore centralizzato, a cui è affidato il movimento di tutte le teste tramite un sistema di trasmissione. Eventualmente possono essere previsti due motori centralizzati, uno per ogni fronte di filatura. L'installazione di un filatoio con motori indipendenti per ciascuna testa di filatura invece, può generare risparmi grazie ai seguenti contributi:

- arresto del singolo motore in caso di rottura del filo, per poter effettuare la riparazione (nelle macchine tradizionali tutte le teste rimangono in movimento);
- arresto del singolo motore una volta completata una rocca, per permettere l'allestimento del filo per la successiva (nelle macchine tradizionali tutte le teste rimangono in movimento);
- in fase di allestimento di una nuova partita (quando si cambia tipologia di filato da produrre) vengono messe in moto solo le teste già allestite;
- in fase di completamento di una partita vengono lasciate in movimento solo le teste che devono ancora terminare la produzione (le ultime due fasi possono richiedere alcune ore);
- migliori rendimenti meccanici nella trasmissione del moto.

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione", "Sostituzione" ed "Efficientamento integrato" risulta pari rispettivamente a 7, 5 e 5 anni.

Il **programma di misura** dovrà garantire, per ogni macchina oggetto dell'intervento, l'acquisizione del consumo di energia elettrica e della quantità di filato lavorata (in kg e differenziata per i diversi titoli prodotti).

Il valore di produzione, insieme al titolo del filato, rappresenta le due principali **variabili operative** rispetto alle quali normalizzare i consumi. È possibile poi convertire la produzione per un certo valore del titolo

nella produzione riferita ad un titolo differente, a partire dalla definizione di titolo metrico il quale assume ci sia proporzionalità indiretta tra titolo e peso per filati dello stesso materiale:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{P_2}{P_1}$$

Dove:

- N è il titolo del filato;
- P è il peso del filato.

Riferire i dati di produzione ad un unico titolo è utile in quanto i filatoi con motori per singola testa permettono una maggiore flessibilità produttiva. Una singola macchina potrebbe quindi realizzare diversi titoli di filato anche contemporaneamente. Inoltre i consumi dei filatoi sono spesso riferiti ad un titolo standard di riferimento per il mercato, pertanto la conversione potrebbe essere necessaria ai fini della valutazione dei consumi.

Il **consumo di baseline** corrisponde al consumo specifico del filatoio nella configurazione di baseline, normalizzato rispetto alle condizioni operative della situazione post intervento.

In caso di nuova installazione il consumo di baseline coinciderà con il consumo di riferimento, che nel caso dei filatoi a rotore potrà essere assunto pari a 0,6225 kWh/kg. Tale valore è stato ottenuto da un'analisi dei consumi sulla tecnologia standard disponibile sul mercato, in riferimento ai filatoi tradizionali dotati di un motore centralizzato per ogni fronte di filatura.

L'**algoritmo di calcolo** dei risparmi prevede quindi il prodotto tra la produzione di filato nella configurazione post intervento e la differenza tra il consumo specifico di baseline ed il consumo specifico post intervento, entrambi in kWh/kg_{filato}. Si specifica che il confronto dovrà essere effettuato a parità di titolo del prodotto finale, normalizzando i valori di produzione come indicato precedentemente.

Forni di cottura

SETTORE INDUSTRIALE

I forni di cottura vengono impiegati principalmente nel settore ceramico al fine di conferire ai prodotti finiti alcune importanti proprietà tra cui le caratteristiche meccaniche di resistenza necessarie. Ulteriori applicazioni di questi macchinari si ritrovano, ad esempio, nel processo di produzione della calce idraulica e del cemento, dove i forni vengono impiegati per cuocere il materiale crudo (la marna) per ottenere il prodotto cotto indirizzato alle successive fasi del processo produttivo (ad es. frantumazione, macinazione, omogeneizzazione e stoccaggio).

La cottura avviene ad elevate temperature (da 800 a 1.200°C, a seconda del processo produttivo), pertanto l'assorbimento di energia termica è rilevante e rappresenta la voce di costo principale nel funzionamento di questi dispositivi. Essa viene generata principalmente dalla combustione di gas naturale e oli combustibili, ma ci sono realizzazioni in cui vengono impiegati combustibili solidi, biogas, biomasse o anche energia elettrica. Inoltre, l'energia elettrica viene impiegata per funzioni ausiliarie quali la movimentazione del materiale ed il funzionamento dei filtri.

Il ciclo di cottura tipicamente prevede una fase di preriscaldamento prima della cottura vera e propria, spesso ottenuta da calore di recupero. In seguito avviene un raffreddamento inizialmente rapido e poi controllato fino ad una certa temperatura. La tipologia di ciclo, nonché la sua durata, dipendono dalla specifica gamma di prodotti trattati.

Per forni di cottura impiegati nel settore ceramico si rimanda all'apposita Guida Settoriale: "Il settore industriale della produzione di piastrelle ceramiche".

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione", "Sostituzione" ed "Efficientamento integrato" è pari a 10, 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione dei dati seguenti:

- valori di produzione, eventualmente differenziati per tipologia di prodotto;
- consumi di energia termica e/o elettrica associati al funzionamento del forno.

Le principali **variabili operative** risultano essere:

- i valori di produzione;
- le caratteristiche dei prodotti in uscita (ad esempio qualità, formato, pezzatura media, etc.);
- la tipologia di materia prima in ingresso;
- la temperatura di ingresso nel forno;
- la temperatura di uscita;
- la curva di cottura.

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni di baseline e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni dei macchinari. Deve, inoltre, essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalle differenti quantità prodotte tra configurazione ex ante ed ex post.

Come **consumo di baseline** si assume il consumo specifico dei forni nella situazione ex ante, normalizzato rispetto alle condizioni operative ex post e differenziato per le diverse tipologie di prodotti.

Nel caso di “Nuova installazione” il consumo di baseline coincide con il consumo di riferimento. A causa dell’ampia varietà di prodotti che possono essere trattati, al soggetto proponente è richiesto di individuare il consumo di riferimento dei forni che, alla data di presentazione del progetto, costituiscono l’offerta standard del mercato per il trattamento della specifica tipologia di prodotti.

L’**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede quindi il prodotto tra la quantità di prodotto trattata e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia/formato di prodotto.

Si segnala inoltre che, nell’impossibilità di determinare un consumo ex ante di energia elettrica, relativo ai sistemi ausiliari (ad es. in assenza di un apposito sistema di misura nella configurazione ante intervento), sarà possibile non considerare i risparmi di energia elettrica nella situazione ex post. In tal caso, sarà comunque necessario implementare un sistema di misura dei consumi di energia elettrica post intervento: i valori ottenuti verranno confrontati con i consumi di energia elettrica di riferimento al fine di scomputare eventuali sovraconsumi.

Si stima che la realizzazione di interventi rientranti in questa scheda, sulla base dei dati elaborati da ENEA a partire dalle diagnosi energetiche ad oggi pervenute, comporterà un risparmio medio di circa 261 tep/anno per intervento.

Forni di fusione

SETTORE INDUSTRIALE

I forni di fusione vengono impiegati essenzialmente nell'industria vetraria e siderurgica. Nel settore siderurgico, a partire da diverse materie prime è possibile ottenere metalli fusi da destinare alle successive fasi del processo produttivo. Ovviamente possono variare le caratteristiche dei forni impiegati nonché le singole fasi del processo produttivo in funzione dello specifico materiale trattato.

I forni usati possono essere a gas naturale, ad olio combustibile, a coke di petrolio, elettrici o con alimentazione combinata. La scelta dipende essenzialmente dalla tipologia di prodotto trattata e dalla capacità produttiva richiesta.

Per forni di fusione impiegati nel settore del vetro si rimanda all'apposita Guida Settoriale: "Il settore industriale della produzione di vetro e prodotti in vetro".

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione", "Sostituzione" ed "Efficientamento integrato" risulta pari rispettivamente a 10, 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione dei dati seguenti:

- valori di produzione in uscita dal forno (ad esempio quantità di acciaio spillato), eventualmente differenziati per tipologia di prodotto e/o di materie prime in ingresso;
- quantità di materia prima in ingresso;
- consumi di energia termica e/o elettrica associati al funzionamento del forno;
- percentuale di rottame impiegato;
- consumo di ossigeno e di energia necessaria alla sua produzione (nel caso di ossicombustione).

Si specifica che i valori di produzione devono essere misurati immediatamente a valle del forno fusorio. Saranno tuttavia ammesse misurazioni di portata ottenute in punti diversi, qualora il soggetto proponente dimostri l'oggettiva impossibilità di effettuare la misurazione come prescritto nel suddetto programma di misura, ivi comprese le quantità ascrivibili agli eventuali scarti di lavorazione.

Nel caso di alimentazione combinata, ad esempio gas-elettrica, dovranno essere sempre installati adeguati sistemi di misurazione dei consumi di tutti i sistemi di alimentazione, anche qualora uno di questi venisse impiegato unicamente per la fase di start-up e come eventuale booster.

Le principali **variabili operative** sono:

- le quantità di prodotto lavorate;
- la tipologia di prodotto;
- la composizione della miscela o della carica in ingresso al forno, in particolare la percentuale di rottame impiegato;
- le temperature del materiale in ingresso e uscita dal forno;
- il tempo di residenza dipendente soprattutto dalla qualità richiesta al prodotto finale.

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni di baseline e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni dei macchinari. Deve, inoltre, essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalle differenti quantità prodotte tra

configurazione ex ante ed ex post. In caso di trattamento di lotti di prodotti con caratteristiche differenti, è necessario descrivere le suddette variabili per ogni tipologia di prodotto e/o di materiale in ingresso.

Il **consumo di baseline**, nei casi di “Sostituzione” ed “Efficientamento integrato”, è pari al consumo specifico del forno nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto ai valori di produzione ex post ed eventualmente differenziato per le diverse tipologie di prodotto trattate e/o di materiale in ingresso. In caso di “Nuova installazione” il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento, che dovrà essere individuato per un forno di caratteristiche equivalenti al forno oggetto di intervento (ad esempio con capacità produttiva comparabile e stessi prodotti ottenibili).

L’**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la quantità di prodotto trattata e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia di prodotto e/o di mix di materie prime in ingresso.

Tra gli interventi di “Efficientamento integrato”, nel caso di forni fusori ad arco elettrico, si segnala la possibile sostituzione del trasformatore e degli elettrodi, attraverso i quali si innesca l’arco elettrico che consente la fusione. Altri interventi di efficientamento possono riguardare la coibentazione e le sigillature del forno al fine di migliorarne l’isolamento termico con l’implementazione di tecnologie di controllo di processo volte a ridurre la richiesta di energia fusoria anche attraverso la riduzione degli scarti di lavorazione. La riduzione dei tempi di power off permette poi di evitare raffreddamenti non necessari: l’adozione di sistemi automatizzati permette di evitare la presenza di operatori con necessario fermo impianto per motivi di sicurezza. Infine, è possibile prevedere la sostituzione dei bruciatori con tecnologie recuperative o rigenerative, oltre ad implementare sistemi per il recupero del calore anche per eventualmente preriscaldare il rottame.

Si stima che la realizzazione di interventi rientranti in questa scheda, sulla base dei dati elaborati da ENEA a partire dalle diagnosi energetiche ad oggi pervenute, comporterà un risparmio medio di circa 179 tep/anno per intervento.

Forni di lavorazioni secondarie

SETTORE INDUSTRIALE

La presente scheda si riferisce a tutte quelle tipologie di forni applicati nei più diversi processi produttivi per compiere lavorazioni secondarie. In particolare, sarà possibile inquadrare in questa tipologia di intervento quei forni che non sono adibiti a fusione, cottura, trattamento termico e pre-riscaldamento e che non rientrano in linee produttive o processi per i quali è prevista un'apposita scheda di intervento (ad esempio, per forni impiegati nella produzione di fibra ottica, si potrà fare riferimento alla tipologia di intervento "Linea di produzione della fibra ottica").

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione", "Sostituzione" ed "Efficientamento integrato" risulta pari rispettivamente a 10, 7 e 5 anni.

Le principali **variabili operative** risultano essere:

- la quantità e le caratteristiche dei prodotti in lavorazione;
- la tipologia di lavorazione effettuata;
- ulteriori variabili caratteristiche della specifica lavorazione effettuata, ad esempio temperature del materiale in ingresso e uscita dal forno, tempo di residenza e profilo di riscaldamento.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione delle quantità di prodotto trattate (differenziate per tipologia e per lavorazione effettuata) e dei consumi del forno oggetto di intervento.

Il **consumo di baseline** corrisponde al consumo specifico del forno nella situazione di baseline normalizzato rispetto alle variabili operative assunte in configurazione ex post. Nel caso di "Nuova installazione" il consumo di baseline coincide con il consumo di riferimento. A causa dell'ampia varietà di forni a cui la presente scheda si riferisce, al soggetto proponente è richiesto di individuare il consumo di riferimento dei forni che, alla data di presentazione del progetto, costituiscono l'offerta standard del mercato per lo svolgimento della specifica lavorazione sulla specifica tipologia di prodotti oggetto di intervento.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la quantità di prodotto trattata e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia di prodotto e per le diverse lavorazioni eventualmente effettuate dal forno.

Tra gli interventi di "Efficientamento integrato", si segnala la riduzione delle dispersioni di calore agendo sulla coibentazione e sui sistemi di tenuta del forno oltre all'implementazione di logiche di controllo e gestione efficienti. Nel caso di forni a combustibile può essere prevista la sostituzione dei bruciatori con più efficienti tecnologie recuperative e rigenerative.

Forni di pre-riscaldamento

SETTORE INDUSTRIALE

In questa tipologia rientrano tutti gli interventi riguardanti i forni di pre-riscaldamento, impiegati principalmente nel settore siderurgico, ceramico, del cemento e del vetro. La differenza principale rispetto ad altre tipologie di forni, quelli di cottura o di fusione ad esempio, risiede nelle minori temperature di esercizio.

Un'applicazione tipica consiste, nei processi di lavorazione di componenti in acciaio, nel riscaldamento dei semilavorati, generalmente sotto forma di billette, lingotti o brammette, fino a temperature comprese tra i 1250 – 1350 °C, necessarie per le successive fasi del processo produttivo (ad esempio taglio, laminazione, preformatura, stampaggio a caldo). A questo scopo vengono utilizzati forni a bruciatori o forni elettrici ad induzione. La tipologia di forno impiegata dipende principalmente dalle dimensioni e dalle quantità dei materiali da trattare: per grossi quantitativi sono più indicati i forni a bruciatori a carro, mentre per quantità minori e forme compatte (ad esempio nel caso delle billette) i forni ad induzione garantiscono performance migliori.

La **vita utile** per interventi di “Nuova installazione”, “Sostituzione” ed “Efficientamento integrato” risulta pari rispettivamente a 10, 7 e 5 anni.

Le **variabili operative** risultano essere le quantità di prodotto trattate (in peso) insieme alle relative caratteristiche. Alcune variabili di interesse possono essere:

- Dimensioni: spessore medio, superficie;
- Caratteristiche geometriche;
- Pezzatura media;
- Quantità trattate;
- Temperatura di ingresso in fornace (nel caso di più rifornimenti, se ad esempio viene effettuato un infornamento per ogni faccia di un prodotto, è possibile fornire il valore medio);
- Temperatura di uscita: generalmente costante, ma dipende dal processo produttivo a valle del preriscaldamento;
- Profilo di temperatura di riscaldamento.

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni ex ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni dei macchinari. Deve inoltre essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalle differenti quantità prodotte tra configurazione ex ante ed ex post.

In caso di trattamento di lotti di prodotti con caratteristiche differenti, è necessario descrivere le suddette variabili per ogni tipologia di prodotto (si veda a titolo di esempio la tabella successiva). Queste possono essere ricavate analizzando i dati di produzione relativi al periodo di monitoraggio nelle condizioni ante intervento, fornendo un file contenente tali valori.

Formato in lavorazione	Temperatura media infornamento	Temperatura uscita prevista	Quantità	Consumo forno	Pezzatura media	Consumo specifico
	[C°]	[C°]	[ton]	[Nmc]	[ton]	[Nmc/ton]/ [kWh/ton]
<i>Formato 1</i>						
<i>Formato 2</i>						
...						

Come **consumo di baseline** si assume il consumo specifico dei forni nella situazione ex ante, normalizzato rispetto alle condizioni operative ex post e differenziato per le diverse tipologie di prodotti. Si specifica che, in via cautelativa, il consumo specifico da considerare risulta essere quello ottenuto nelle condizioni operative ottimali, più specificatamente con l'impiego della carica alla temperatura più elevata.

Nel caso di "Nuova installazione" il consumo di baseline coincide con il consumo di riferimento. A causa dell'ampia varietà di prodotti che possono essere trattati, al soggetto proponente è richiesto di individuare il consumo di riferimento dei forni che, alla data di presentazione del progetto, costituiscono l'offerta standard del mercato per il trattamento della specifica tipologia di prodotti.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede quindi il prodotto tra la quantità di prodotto trattata e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia di prodotto.

Qualora, ai fini del calcolo del consumo di baseline, venissero rimossi alcuni valori dalla campagna di misura nelle condizioni ex ante, in quanto ritenuti non rappresentativi (ad esempio: fermi macchina nel periodo estivo e natalizio, operazioni di manutenzione) è necessario fornire nel dettaglio le considerazioni alla base dell'analisi effettuata.

Per quanto riguarda gli interventi di "Efficientamento integrato" per forni a combustibile, si segnalano le seguenti soluzioni:

1. Riorganizzazione del layout di processo al fine di implementare la carica calda in ingresso ai forni, prevedendo l'isolamento del percorso dalla sorgente della carica al forno;
2. Coibentazione in fibra ceramica in sostituzione del refrattario cementizio;
3. Installazione sistema di tenuta dinamica (tramite pistoni pneumatici) in luogo delle tenute a sabbiera, per minimizzare fuoriuscite di calore;
4. Installazione di sistemi di gestione dei gas di processo per ricircolo nel forno;
5. Modifica del design delle porte di carico e scarico, ad esempio prevedendone l'apertura parziale;
6. Implementazione di sistemi di ossicombustione, aumentando la percentuale di ossigeno nell'aria di combustione o tramite iniezione di ossigeno a breve distanza dal bruciatore (*High Level Lancing*), utilizzando in entrambi i casi bruciatori tradizionali;
7. Ottimizzazione dei supporti del materiale interni al forno, per diminuire tempo di residenza e temperatura di compensazione evitando fenomeni di sottoraffreddamento locali;
8. Riduzione degli elementi strutturali interni, specialmente nei forni con produzione continua, che richiedono un sistema di raffreddamento per preservarne le caratteristiche strutturali;

9. Implementazione di sistemi di colata *near net shape* per ridurre il numero di operazioni successive, e quindi la necessità di riscaldare i pezzi.

Si stima che la realizzazione di interventi rientranti in questa scheda, sulla base dei dati elaborati da ENEA a partire dalle diagnosi energetiche ad oggi pervenute, comporterà un risparmio medio di circa 223 tep/anno per intervento.

Forni di trattamento termico

SETTORE INDUSTRIALE

Nell'industria siderurgica i trattamenti termici sono utilizzati per conferire ai prodotti opportune caratteristiche meccaniche e strutturali. Un tipico ciclo di trattamento termico consiste in un riscaldamento del pezzo, nel mantenimento dello stesso ad una temperatura ben definita e in un raffreddamento che può avvenire in aria o in acqua. Esempi di trattamenti termici sono la tempra, il rinvenimento e la ricottura.

Per il trattamento di ricottura su tubi e condotti saldati si rimanda all'apposita scheda "Ricottori per la fabbricazione di tubi e condotti saldati".

Esistono numerose tipologie di forni per il trattamento termico (a carro mobile, a muffola mobile, a fossa) ma la distinzione principale è tra forni elettrici a induzione e forni alimentati a gas.

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione", "Sostituzione" ed "Efficientamento integrato" risulta pari rispettivamente a 10, 7 e 5 anni.

Le **variabili operative** risultano essere la quantità e le caratteristiche del prodotto in lavorazione, oltre alla tipologia di ciclo di trattamento effettuato (ad es. tempra o rinvenimento). Per quanto riguarda la quantità di prodotti trattati, è possibile normalizzare il peso del materiale rispetto alla massima carica ammessa nel forno, evidenziando la dipendenza dal grado di riempimento dello stesso.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione delle quantità di prodotto trattate (differenziate per tipologia e per trattamento effettuato) e dei consumi del forno oggetto di intervento.

Il **consumo di baseline** corrisponde al consumo specifico del forno nella configurazione ex ante normalizzato rispetto alle condizioni ex post. Nel caso di "Nuova installazione" invece esso sarà pari al consumo specifico di riferimento che potrà essere determinato valutando l'applicazione di bruciatori ad aria fredda. Il confronto dovrà avvenire tra forni di medesime caratteristiche, quali capacità nominale, tipologia di cicli effettuabili e di prodotti trattabili.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la quantità di prodotto trattata e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia di prodotto e per i diversi trattamenti eventualmente effettuati dal forno.

In via cautelativa, si potranno non considerare i risparmi ottenuti nella cosiddetta fase di mantenimento, ovvero la fase che intercorre tra la fine di un ciclo e l'inizio del ciclo successivo, in cui il forno viene mantenuto ad alta temperatura.

Per quanto riguarda gli interventi di "Efficientamento integrato" per forni a combustibile, si segnalano le seguenti soluzioni:

1. Riorganizzazione del layout di processo al fine di implementare la carica calda in ingresso ai forni, prevedendo l'isolamento del percorso dalla sorgente della carica al forno;
2. Coibentazione in fibra ceramica in sostituzione del refrattario cementizio;

3. Installazione sistema di tenuta dinamica (tramite pistoni pneumatici) in luogo delle tenute a sabbiera, per minimizzare fuoriuscite di calore;
4. Installazione di sistemi di gestione dei gas di processo per ricircolo nel forno;
5. Modifica del design delle porte di carico e scarico, ad esempio prevedendone l'apertura parziale;
6. Implementazione di sistemi di ossicombustione, aumentando la percentuale di ossigeno nell'aria di combustione o tramite iniezione di ossigeno a breve distanza dal bruciatore (*High Level Lancing*), utilizzando in entrambi i casi bruciatori tradizionali;
7. Ottimizzazione dei supporti del materiale interni al forno, per diminuire tempo di residenza e temperatura di compensazione evitando fenomeni di sottoraffreddamento locali;
8. Riduzione degli elementi strutturali interni, specialmente nei forni con produzione continua, che richiedono un sistema di raffreddamento per preservarne le caratteristiche strutturali;
9. Implementazione di sistemi di colata *near net shape* per ridurre il numero di operazioni successive e quindi la necessità di riscaldare i pezzi.

Si stima che la realizzazione di interventi rientranti in questa scheda, sulla base dei dati elaborati da ENEA a partire dalle diagnosi energetiche ad oggi pervenute, comporterà un risparmio medio di circa 57 tep/anno per intervento.

Giranti per la compressione del vapore

SETTORE INDUSTRIALE

Tra i sistemi di ricompressione meccanica del vapore, le giranti ricoprono un ruolo rilevante per l'incremento di efficienza energetica di un impianto o di un processo. Tale incremento può essere determinato sia da un miglioramento delle performance energetiche che da un'ottimizzazione delle caratteristiche tecnico-costruttive di questi componenti.

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione" e "Sostituzione" risulta pari rispettivamente a 7 e 5 anni.

Si riporta, di seguito, un esempio di applicazione della presente scheda ad interventi di **sostituzione di giranti per la compressione del vapore** del ventilatore di un impianto di concentrazione dell'industria casearia.

Ogni concentratore è composto da uno scambiatore a fascio tubiero, un serbatoio in cui si mantiene l'equilibrio liquido-vapore e una girante per la compressione del vapore. Il siero in ingresso entra nel primario dello scambiatore a fascio tubiero e si scalda causando una parziale evaporazione dell'acqua nella miscela. Dopo questa fase, la miscela liquido-vapore entra in un serbatoio in cui il vapore si dispone nella parte superiore della camera. Tale serbatoio è connesso in maniera tale che la girante possa aspirare unicamente il vapore acqueo e scaldarlo attraverso la sua compressione. Il vapore compresso viene poi inviato al secondario del precedente scambiatore a fascio tubiero per scaldare il siero in ingresso e infine esce dal concentratore e viene indirizzato al ritorno condense. Per ottenere un risparmio energetico, è possibile sostituire la girante del ventilatore con una nuova turbo-girante ad alta efficienza.

Il **programma di misura** può prevedere l'acquisizione delle seguenti **variabili operative**:

- quantità di concentrato in uscita dal concentratore [ton];
- energia elettrica consumata [kWh];
- ore di funzionamento della girante [h];
- pressione del vapore [bar].

Il **consumo di baseline** può essere determinato attraverso una correlazione tra la portata di concentrato in uscita e l'energia elettrica consumata dal concentratore nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto ai valori di portata di concentrato in uscita nella situazione ex post.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la produzione di concentrato in uscita dal concentratore post intervento e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento.

Impianti per la climatizzazione degli ambienti in ambito industriale con sistemi radianti ad alta temperatura

SETTORE INDUSTRIALE

Tra le soluzioni adottate per la climatizzazione degli ambienti in ambito industriale, siano essi uffici, aree produttive o magazzini, i sistemi radianti permettono di ottenere migliori performance energetiche rispetto ai sistemi di climatizzazione tradizionali. Tali sistemi possono essere inseriti a pavimento, a parete o a soffitto di un edificio, a seconda delle esigenze specifiche.

Gli impianti radianti funzionano con acqua a bassa temperatura (25-40°C) e sono pertanto ideali per essere integrati con pompe di calore, caldaie a condensazione, generatori a biomassa e con qualunque tecnologia che sfrutti fonti energetiche rinnovabili. Inoltre essi sono in grado di operare sia per il riscaldamento che per il raffrescamento degli ambienti.

La **vita utile** per interventi di “Nuova installazione” e “Sostituzione” risulta pari rispettivamente a 10 e 7 anni.

Il **programma di misura** prevede l’acquisizione dei dati seguenti:

- energia termica e/o elettrica assorbita per la climatizzazione;
- gradi giorno.

Le principali **variabili operative** sono:

- dimensioni dell’ambiente da climatizzare;
- caratteristiche costruttive dell’edificio (materiali, chiusure, disposizione degli ambienti, punti di emissione);
- attività svolte all’interno degli ambienti;
- grado di occupazione;
- gradi giorno.

Si richiede inoltre di descrivere la modalità di produzione dell’energia termica per la climatizzazione degli ambienti nella situazione di baseline.

Il **consumo di baseline**, in caso di “Sostituzione”, è pari al consumo del sistema di climatizzazione nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto alle variabili operative assunte dal sistema nella configurazione ex post. In caso di “Nuova installazione” il consumo di baseline sarà invece pari al consumo di riferimento, che dovrà essere individuato per un sistema di climatizzazione avente caratteristiche equivalenti al sistema oggetto di intervento (ad esempio in grado di assicurare le stesse condizioni di climatizzazione in ambienti di dimensioni analoghe).

Ai fini della normalizzazione dei consumi di baseline rispetto alla variabile operativa gradi giorno, sarà possibile utilizzare il seguente fattore di aggiustamento:

$$F_1 = \frac{GG_{baseline}}{GG_{post}}$$

Dove:

- $GG_{baseline}$ sono i gradi giorno riscontrati nel periodo di monitoraggio ante intervento o, in caso di nuova installazione, i gradi giorno utilizzati per il calcolo del consumo di riferimento;
- GG_{post} sono i gradi giorno effettivamente riscontrati nella configurazione post intervento.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** si basa sulla differenza dei consumi tra le configurazioni di baseline e post intervento.

Impianti di concentrazione

SETTORE INDUSTRIALE

Gli evapo-concentratori sottovuoto permettono di ottenere consumi di energia termica decisamente più contenuti rispetto agli evapo-concentratori tradizionali operanti a pressione atmosferica. Anche in questo caso è possibile individuare configurazioni a effetti multipli e multistadio. Nei processi di depurazione dei reflui industriali, in particolare, l'utilizzo dell'evaporazione sottovuoto permette di ottenere importanti vantaggi, sia ambientali che economici, rispetto ai classici sistemi di tipo fisico-chimico o di trattamento biologico.

È opportuno, soprattutto al fine di individuare correttamente il valore del consumo di riferimento nel caso di "Nuova installazione", distinguere tra due tipologie di evaporazione sottovuoto tra le varie tecnologie disponibili:

- Evaporatori "a film sottile": diffusi ad esempio nei settori alimentare, saccarifero e caseario, essi risultano essere meno energivori data l'elevata efficienza di scambio termico; tuttavia questo processo dura pochi minuti e garantisce rese inferiori (al di sotto del 40-45%). Inoltre, non sono idonei al trattamento di prodotti problematici (ad es. flussi viscosi, fanghi e liquidi con tendenza all'incrostazione), quindi tale tecnologia non è applicabile ai processi di trattamento delle acque reflue;
- Evaporatori "a tubi immersi": garantiscono rese elevate, dell'ordine del 93-96%, ma il processo può durare anche qualche giorno. Sono idonei per applicazioni nei processi di trattamento delle acque reflue.

Generalmente vengono installate più unità in serie, configurazione detta a multipli effetti, nei quali il fluido recuperato per evaporazione nel primo effetto viene inviato agli evaporatori a valle che, operando a pressioni decrescenti, ne riducono la temperatura di evaporazione. In questo modo è possibile aumentare il tasso di concentrazione e allo stesso tempo ridurre i consumi energetici. Il numero di effetti adottati dipende dalle caratteristiche del processo, dalla produttività dell'impianto, ma soprattutto dai costi: il valore ottimale è frutto di un'analisi costi-benefici condotta sullo specifico processo.

Gli impianti a effetti multipli si distinguono da quelli multistadio in quanto questi ultimi sono generalmente a singolo effetto e prevedono la presenza di più evaporatori alimentati dalla stessa quantità di vapore vivo. Il fluido da trattare viene convogliato in sequenza nei diversi stadi e l'eventuale risparmio consiste unicamente nel recupero di calore sensibile del fluido nel passaggio da uno stadio all'altro.

Inoltre, un'altra possibile soluzione per svolgere il processo di concentrazione consiste nell'impiego di impianti a osmosi inversa. Questa tecnologia al momento risulta essere la più efficiente per applicazioni quali la concentrazione del siero di latte nell'industria casearia. Essa non prevede consumo di energia termica neanche all'avviamento del processo richiedendo unicamente energia elettrica per il funzionamento.

Per questa tipologia di intervento la **vita utile** prevista è di 7 e 5 anni, rispettivamente nei casi di "Nuova installazione" e di "Sostituzione". È inoltre previsto l'intervento di "Efficientamento integrato", con vita utile pari a 5 anni.

Il **programma di misura**, sebbene possa variare in base allo specifico processo oggetto di intervento, in generale prevede il monitoraggio dei seguenti valori:

- quantità di prodotto (es. distillato o concentrato), dove la quantità di distillato può eventualmente essere calcolata come differenza tra la quantità di prodotto in ingresso e la quantità di concentrato in uscita dal dispositivo, in mancanza di un sistema di misurazione diretta;
- energia termica utile consumata, che può essere valutata a partire dalla portata di vapore e dal delta entalpico necessario alla sua evaporazione (calcolabile dalle condizioni termodinamiche del vapore);
- energia frigorifera consumata per la fase di condensazione;
- energia elettrica consumata.

Le principali **variabili operative** risultano essere la tipologia di miscela da trattare e la quantità di distillato/permeato recuperato che rappresenta l'effetto utile ottenuto dai macchinari in questione.

Il **consumo di baseline**, nel caso di interventi di "Sostituzione" e di "Efficientamento integrato", sarà pari al consumo specifico della macchina esistente normalizzato rispetto alle condizioni di lavoro in configurazione ex post. Nel caso di una "Nuova installazione" il consumo di baseline sarà pari al consumo specifico di riferimento a seconda dello specifico processo oggetto di intervento:

- per evaporatori "a tubi immersi" si potrà fare riferimento ad un impianto di evaporazione sottovuoto a singolo stadio;
- per evaporatori "a film sottile" la tecnologia di riferimento risulta essere quella degli evaporatori a tre o a cinque effetti; in tal caso può essere assunto un consumo specifico di riferimento rispettivamente pari a 0,0203 o 0,0122 tep/t_{distillato}.

La distinzione è opportuna in quanto gli evaporatori "a film sottile" esistono in configurazioni comprendenti fino a 10-12 effetti, mentre gli evaporatori "a tubi immersi" non superano i tre effetti.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** si basa sul prodotto tra la quantità di prodotto (es. distillato o concentrato) e la differenza tra il consumo specifico di baseline ed il consumo specifico nella configurazione post intervento. Si specifica che questi valori devono includere tutti i contributi energetici del sistema ex post (ed ex ante in caso di "Sostituzione"), compresi i consumi degli ausiliari necessari al suo funzionamento.

Nel caso di presenza di un impianto di cogenerazione nel sito in cui è stato effettuato il progetto di efficienza energetica dovranno essere descritte le caratteristiche dell'impianto, le logiche di funzionamento e le eventuali variazioni del funzionamento dell'impianto a seguito dell'intervento di efficienza energetica al fine di valutare la corretta contabilizzazione dei risparmi di energia primaria conseguibili. Ad esempio, per determinare i risparmi di energia primaria conseguibili mediante l'intervento, potrebbe essere necessario determinare l'eventuale mancata produzione di energia elettrica in seguito alla diminuzione della richiesta di energia termica all'impianto di cogenerazione.

Impianto di elettrolisi

SETTORE INDUSTRIALE

L'elettrolisi è un processo elettrochimico che consente di trasformare energia elettrica in energia chimica, attraverso trasformazioni chimiche che avvengono proprio grazie all'apporto di energia elettrica. In ambito industriale tale processo viene impiegato per la produzione di vari composti chimici, quali il cloro, l'idrossido di sodio e di potassio. Un impianto di elettrolisi può anche essere impiegato come generatore di idrogeno a partire dall'elettrolisi dell'acqua.

Ulteriori applicazioni consentono di svolgere processi quali la galvanostegia, la galvanoplastica e la cromatura che permettono di ricoprire la superficie di vari materiali con uno strato di metallo più pregiato. Inoltre, l'elettrolisi può essere applicata per il trattamento di reflui industriali contenenti composti biorefrattari, ovvero non eliminabili tramite i comuni trattamenti biologici.

Si specifica che sono ammissibili al meccanismo dei Certificati Bianchi esclusivamente gli interventi realizzati sull'impianto di elettrolisi e che non è possibile valorizzare l'eventuale utilizzo di energia da FER.

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione" e "Sostituzione" è pari rispettivamente a 10 e 7 anni.

Il **programma di misura** prevede in generale l'acquisizione dei dati seguenti:

- consumo di energia elettrica dell'impianto;
- quantità di prodotto in uscita dall'impianto, ad esempio portata di soluzione di idrossido di sodio ottenuta;
- temperatura del prodotto in uscita dall'impianto;
- densità del prodotto in uscita dall'impianto;
- la quantità di prodotto trattato, eventualmente differenziato in classi di prodotti aventi caratteristiche omogenee (in caso di svolgimento di processi quali la galvanostegia e galvanoplastica).

La temperatura e la densità delle miscele in ingresso/uscita sono necessarie per determinare le concentrazioni effettive, utili ai fini della normalizzazione dei consumi. Ad esempio, nel processo produttivo della soda caustica, i consumi possono essere riferiti al quantitativo di soda caustica normalizzata al 100% in peso.

Le principali **variabili operative** sono:

- la quantità di prodotto finale ottenuto;
- le quantità di sottoprodotti eventualmente ottenuti (ad esempio, idrogeno recuperato nella produzione di idrossido di sodio);
- le caratteristiche delle materie prime in ingresso al sistema (composizione, temperatura, densità, etc.);
- le caratteristiche del prodotto in uscita dal sistema (composizione, temperatura, densità, etc.);
- la quantità e le caratteristiche del prodotto trattato (in caso di svolgimento di processi quali la galvanostegia e galvanoplastica).

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni di baseline e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni dell'impianto. Deve, inoltre, essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalla differente capacità produttiva tra la

configurazione di baseline e post intervento. In caso di trattamento di lotti di prodotti con caratteristiche differenti, è necessario descrivere le suddette variabili per ogni tipologia di prodotto ottenuto/trattato.

Il **consumo di baseline**, in caso di “Sostituzione”, è pari al consumo specifico dell’impianto nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto alle variabili operative assunte in configurazione ex post ed eventualmente differenziato per le diverse tipologie di prodotto ottenuto/trattato. In caso di “Nuova installazione”, il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento che dovrà essere individuato per un impianto di elettrolisi di caratteristiche equivalenti all’impianto oggetto di intervento (ad esempio con capacità produttiva comparabile e stessi composti ottenibili).

L’**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la quantità di prodotto ottenuto/trattato e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia di prodotto ottenuto/trattato.

Impianto di polimerizzazione

SETTORE INDUSTRIALE

La polimerizzazione è un processo chimico mediante il quale è possibile ottenere macromolecole, dette catene polimeriche, a partire da molecole più semplici, dette monomeri. Esistono due principali processi di polimerizzazione, entrambi basati sulle reazioni chimiche che avvengono tra i reagenti in condizioni di alta temperatura:

- polimerizzazione a catena, attraverso la quale si crea un ambiente ad elevata temperatura e pressione e che richiede la presenza di reagenti iniziatori (metodo con cui si produce, ad esempio, il polietilene PE);
- polimerizzazione a stadi, in cui si utilizzano sostanze chimiche aventi molecole reagenti tra di loro e che pertanto non richiedono iniziatori (ad esempio, processo da cui si ottiene il Nylon).

Gli impianti di polimerizzazione, oltre a produrre diversi tipi di polimeri (quali fibre, elastomeri, polimeri termoplastici e termoindurenti) e gomme sintetiche, possono anche svolgere processi specifici (ad esempio, grafica e stampa). Inoltre, tramite processi di foto-polimerizzazione, è possibile ottenere l'essiccazione di inchiostri, lacche e vernici reattive alla luce UV, oppure l'incollaggio di materiali e componenti tramite appropriati adesivi e colle UV.

La **vita utile** per interventi di “Nuova installazione”, “Sostituzione” ed “Efficientamento integrato” risulta pari rispettivamente a 10, 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione dei dati seguenti:

- le quantità di prodotto ottenuto o lavorato (ad esempio superficie verniciata da essiccare);
- consumi di energia elettrica, frigorifera e/o termica associati al funzionamento dell'impianto.

Le principali **variabili operative** sono:

- le quantità di prodotto ottenuto o lavorato;
- la tipologia e le caratteristiche del prodotto;
- la composizione della materia prima in ingresso.

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni di baseline e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni dei macchinari. Deve, inoltre, essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalle differenti quantità prodotte tra configurazione ex ante ed ex post. In caso di trattamento di lotti di prodotti con caratteristiche differenti, è necessario descrivere le suddette variabili per ogni tipologia di prodotto e/o di materiale in ingresso.

Il **consumo di baseline**, nei casi di “Sostituzione” ed “Efficientamento integrato”, è pari al consumo specifico dell'impianto di polimerizzazione nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto alle variabili operative assunte dal sistema nella configurazione ex post ed eventualmente differenziato per le diverse tipologie di prodotto trattate e/o di materie prime in ingresso. In caso di “Nuova installazione” il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento, che dovrà essere individuato per un impianto di polimerizzazione di caratteristiche equivalenti all'impianto oggetto di intervento (ad esempio in grado di effettuare lo stesso processo o di ottenere gli stessi prodotti).

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la quantità di prodotto ottenuto o trattato e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia di prodotto e/o di mix di materie prime in ingresso.

Tra i possibili interventi di "Efficientamento integrato", per processi di foto-polimerizzazione, si segnala la sostituzione delle lampade UV tradizionali, generalmente ad arco, con più efficienti lampade UV a led. Si può, inoltre, agire sul gruppo frigorifero utilizzato per il raffreddamento delle stesse lampade.

Installazione di componenti per il recupero di calore, qualora non tecnicamente possibile nella situazione ex ante, anche a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento

SETTORE INDUSTRIALE

In questa tipologia di interventi rientrano tutti quei progetti caratterizzati da un'ottimizzazione dei flussi di calore all'interno di un impianto o di un processo, al fine di recuperare una parte di energia termica che altrimenti verrebbe dispersa e che dovrebbe essere generata con ulteriore dispendio energetico.

Al fine di inquadrare correttamente l'intervento nella presente tipologia si rappresenta che: non rientrano nella definizione di "non tecnicamente possibile nella situazione ex ante" gli interventi che fanno riferimento ad interventi di installazione di un sistema di recupero del calore per soddisfare un mero incremento di richiesta di energia termica delle utenze rispetto alla situazione ex ante. A titolo esemplificativo, non è considerato "non tecnicamente possibile nella situazione ex ante" un intervento di recupero di calore per fornire energia termica per il riscaldamento di un ambiente precedentemente non riscaldato. Ulteriori esempi di casi che non rientrano nel concetto di "non tecnicamente possibile nella situazione ex ante" sono relativi ad interventi che riguardano l'installazione di un sistema di recupero dell'energia termica:

- a seguito del mero incremento di calore recuperabile rispetto alla situazione ex ante, causato dall'aumento della produttività del processo a monte del sistema di recupero del calore. A titolo esemplificativo, si può fare riferimento al caso di aumento di energia termica recuperabile da un forno di cottura delle piastrelle ceramiche a seguito dell'incremento dei volumi produttivi del forno;
- da un impianto nuovo, ovvero sia non presente nella situazione ex ante.

La **vita utile**, essendo ammessi unicamente interventi di "Nuova installazione", è pari a 7 anni.

I risparmi conseguibili possono essere valutati in base alla riduzione del consumo di combustibile per la produzione di energia termica, in funzione della quantità di energia termica che viene effettivamente recuperata. Tra le **variabili operative** da considerare, oltre alla quantità di energia termica recuperata, vi sono quelle relative all'utenza che andrà ad impiegare tale energia (generalmente temperature ed ore di effettivo utilizzo).

Il **programma di misura** si differenzia in base alla modalità con cui avviene lo scambio di calore:

- c) Recupero di solo calore, generalmente tramite uno scambiatore: è prevista l'acquisizione delle temperature in entrata ed uscita dallo scambiatore e la portata del fluido lato utenza;
- d) Recupero di un fluido caldo: devono essere monitorate portate ed entalpie del fluido recuperato e del fluido impiegato nella configurazione ex ante. Ad esempio, nel caso del recupero di condense per il reintegro del generatore di vapore, dovranno essere monitorate:
 - la temperatura e la portata delle condense recuperate;
 - la temperatura del fluido utilizzato per il reintegro prima dell'intervento.

Quest'ultima misura è necessaria per poter scorporare il contenuto energetico del fluido già utilizzato nella situazione ante intervento dal contributo energetico del fluido recuperato.

In entrambi i casi deve essere monitorato anche il consumo degli ausiliari necessari al funzionamento del sistema di recupero, quali possono essere pompe di circolazione o ventilatori, al fine di decurtare dai risparmi di energia primaria conseguibili eventuali maggiori consumi rispetto alla situazione ante intervento.

Il **consumo di baseline** è pari al consumo che sarebbe stato necessario nella situazione di baseline per produrre l'energia recuperata nella situazione post intervento, quantificato in funzione della modalità di produzione di energia termica nella configurazione ex ante/riferimento (ad esempio in funzione del rendimento della centrale ex ante o, qualora non esistente, rispetto ai rendimenti di riferimento per centrali termiche).

Si specifica che, nel caso in cui l'energia termica recuperata fosse stata prodotta da una centrale termica nella configurazione ante intervento, il valore del rendimento può essere calcolato come il rapporto tra la totalità dell'energia termica prodotta dalla centrale termica nei 12 mesi di esercizio antecedenti la data di avvio e la totalità dell'energia del combustibile in ingresso nel medesimo periodo. È pertanto necessario fornire i dati di consumo della centrale riferiti ad almeno gli ultimi 12 mesi di esercizio in condizioni ex ante, con dettaglio almeno giornaliero (fatto salvo quanto previsto al punto 1.3 dell'Allegato 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.).

Nel caso in cui il periodo di monitoraggio ante intervento fosse minore di 12 mesi e/o presentasse una frequenza non giornaliera, si potrà utilizzare il valore di rendimento ottenuto dalla più recente prova fumi al fine di validare i dati raccolti, assumendo in via cautelativa un rendimento di generazione pari al rendimento di combustione. In alternativa, nel caso in cui il soggetto proponente dimostri, tramite misure effettuate per un periodo inferiore a 12 mesi o con frequenza non giornaliera, o tramite opportuna documentazione tecnica (ad esempio con una prova fumi), che il consumo ante intervento sia superiore a quello di riferimento, sarà possibile considerare il consumo di baseline pari al consumo di riferimento.

Qualora l'energia termica all'interno dello stabilimento venisse prodotta da più sistemi e qualora non fosse possibile attribuire il risparmio atteso dall'intervento unicamente ad uno di essi, il rendimento da considerare sarà quello del sistema che presenta il valore più conservativo.

In ogni caso, si richiede al soggetto proponente di fornire precise indicazioni sui metodi e le strategie di produzione dell'energia termica ex ante, specialmente nel caso di produzione da impianto di cogenerazione, insieme al fabbisogno energetico dello stabilimento e/o del processo oggetto di intervento. Inoltre, si richiede di fornire informazioni dettagliate sul processo da cui avviene il recupero di calore, al fine di inquadrare correttamente l'intervento, oltre ad una descrizione dettagliata di tutti i componenti installati nell'ambito del progetto.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il rapporto tra l'energia termica recuperata ed il valore del rendimento di generazione indicato precedentemente. Al valore ottenuto devono poi essere sottratti i consumi di tutti gli ausiliari necessari al funzionamento del sistema di recupero, eventualmente installati nella configurazione post intervento.

Si specifica che il risparmio di energia primaria deve essere calcolato considerando esclusivamente l'energia termica recuperata effettivamente trasmessa alle utenze, quantificabile ad esempio come

quantità di vapore recuperato trasferita ad un determinato processo, escludendo eventuali perdite dai serbatoi di accumulo o quote di energia disperse per superamento del fabbisogno di impianto. In tali casi è necessario prevedere nell'algoritmo di calcolo, l'introduzione di un parametro di controllo che consenta di verificare che al recupero termico sia associato un equivalente risparmio di energia primaria.

Nel caso di presenza di un impianto di cogenerazione nel sito in cui è stato effettuato il progetto di efficienza energetica dovranno essere descritte le caratteristiche dell'impianto, le logiche di funzionamento e le eventuali variazioni del funzionamento dell'impianto a seguito dell'intervento di efficienza energetica al fine di valutare la corretta contabilizzazione dei risparmi di energia primaria conseguibili. Ad esempio, per determinare i risparmi di energia primaria conseguibili mediante l'intervento, potrebbe essere necessario determinare l'eventuale mancata produzione di energia elettrica in seguito alla diminuzione della richiesta di energia termica all'impianto di cogenerazione.

Interventi di riduzione del consumo idrico con riduzione del consumo energetico nei propri sistemi di pompaggio, ivi compreso il riciclo

SETTORE INDUSTRIALE, SETTORE CIVILE (RESIDENZIALE, TERZIARIO) E AGRICOLO

In tale tipologia ricadono gli interventi di “Nuova installazione”, di “Sostituzione” e di “Efficientamento integrato” di sistemi che consentono una riduzione del consumo idrico, anche attraverso tecniche di riciclo, e che conseguentemente generano un risparmio di energia elettrica dovuto ad una riduzione dell’acqua pompata a parità di servizio reso. A tali tipologie di intervento corrispondono rispettivamente valori di **vita utile** pari 10, 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** dovrà consentire il monitoraggio della quantità di acqua risparmiata [m³] tra la configurazione ante intervento e quella post intervento e quantificare il consumo specifico del sistema di pompaggio [kWh/m³] della situazione post intervento relativo alla sezione d’impianto in cui si verifica il risparmio idrico, nonché l’eventuale consumo di energia elettrica dei componenti ausiliari (ad esempio le pompe o impianti di trattamento) necessarie all’attuazione del risparmio idrico nella situazione post intervento.

Il **consumo di baseline**, in caso di “Sostituzione”, è pari al consumo specifico del sistema nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto alle variabili operative assunte dal sistema nella configurazione ex post (es. eventuali differenze di temperatura dell’acqua per interventi di risparmio idrico su circuiti di raffreddamento).

L’**algoritmo di calcolo** dei risparmi da adottare, fermo restando l’individuazione di ulteriori variabili operative, potrà essere il seguente:

$$RISP = [(Q_{ante} - Q_{post}) \times C_{S_{post}} - C_{aux_{post}}] \times f_e$$

essendo:

- RISP il risparmio di energia primaria, espresso in tep;
- Q_{ante} , Q_{post} le quantità di acqua consumata nella configurazione ante e post intervento [m³];
- $C_{S_{post}}$ è il consumo specifico del sistema di pompaggio della situazione post intervento relativo alla sezione d’impianto in cui si verifica il risparmio idrico [kWh/m³];
- $C_{aux_{post}}$ è il consumo di energia elettrica di eventuali pompe ausiliare, altro macchinario accessorio e strumentazioni necessarie nella situazione post intervento per attuare il risparmio idrico [kWh];
- f_e il fattore di conversione pari a 0,000187 tep/kWh, in caso di prelievo di energia elettrica dalla rete elettrica nazionale.

Si stima che la realizzazione di interventi rientranti in questa scheda, sulla base dei dati elaborati da ENEA a partire dalle diagnosi energetiche ad oggi pervenute, comporterà un risparmio medio di circa 11 tep/anno per intervento.

Isolamento termico di superfici disperdenti opache degli edifici

SETTORE INDUSTRIALE, CIVILE (RESIDENZIALE, TERZIARIO) E AGRICOLO

Al fine di contenere i costi relativi al riscaldamento ed al raffreddamento degli ambienti di un edificio, una misura particolarmente efficace consiste nell'isolamento termico di superfici disperdenti opache. L'obiettivo sarà quello di ridurre la trasmittanza della superficie oggetto di intervento, in modo da poter minimizzare le dispersioni termiche.

Più in generale, con superficie disperdente si intende tutta la superficie che delimita il volume climatizzato di un ambiente rispetto all'esterno, al terreno, ad ambienti a diversa temperatura o ambienti non dotati di impianto di climatizzazione. Con superficie opaca invece si limita il campo di intervento all'insieme di tutti gli elementi non trasparenti che compongono l'involucro stesso, ovverosia le pareti, le strutture orizzontali e le coperture.

I parametri utili per valutare le performance energetiche ottenute a seguito dell'isolamento dell'involucro sono gli indici di prestazione energetica del sistema edificio-impianto per climatizzazione invernale (EP_H) ed estiva (EP_C).

La **vita utile**, essendo ammessi unicamente interventi di “Nuova installazione”, è pari a 10 anni.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione dei consumi di energia elettrica, termica e frigorifera attribuibili al sistema di condizionamento dell'edificio.

La principale **variabile operativa** risulta essere i gradi giorno, calcolabili ad esempio tramite la stazione Arpa più prossima all'edificio oggetto di intervento.

Al fine di determinare gli indici di prestazione energetica del sistema edificio-impianto per climatizzazione invernale (EP_H) ed estiva (EP_C), nelle situazioni ante e post intervento, si potranno fornire gli output dei software di calcolo eventualmente utilizzati, oltre alla seguente documentazione tecnica relativa all'edificio oggetto di intervento:

- relazione energetica, elaborato anche noto come “ex Legge 10”;
- attestato di prestazione energetica (APE);
- diagnosi energetica.

Si richiede inoltre di fornire un'adeguata descrizione, corredata da schede tecniche, di tutti i componenti compresi nel perimetro del progetto, ad esempio dei materiali isolanti impiegati.

Il **consumo di baseline** è pari al consumo di energia necessaria alla climatizzazione dell'edificio nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto alle variabili operative assunte nella configurazione post intervento.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la differenza percentuale delle prestazioni relative al sistema di climatizzazione del sistema edificio-impianto, nelle condizioni di baseline e post intervento, ed il consumo di energia primaria misurato nelle condizioni ex post. Si potranno pertanto utilizzare le seguenti formule per calcolare il risparmio relativo rispettivamente alla climatizzazione invernale e alla climatizzazione estiva:

$$RISP_H = \left(\frac{EP_{H,ex_ante} - EP_{H,ex_post}}{EP_{H,ex_post}} \right) * (C_{el,rete,H,post} * f_e + C_{comb,H,post} * PCI * f_t)$$

$$RISP_C = \left(\frac{EP_{C,ex_ante} - EP_{C,ex_post}}{EP_{C,ex_post}} \right) * (C_{el,rete,C,post} * f_e + C_{comb,C,post} * PCI * f_t)$$

Dove:

- $EP_{H/C,ex_ante}$ sono gli indici di prestazione energetica del sistema edificio-impianto per climatizzazione invernale/estiva nella configurazione ex ante [kWh/m²];
- $EP_{H/C,ex_post}$ sono gli indici di prestazione energetica del sistema edificio-impianto per climatizzazione invernale/estiva nella configurazione ex post [kWh/m²];
- $C_{el,rete,H/C,post}$ è il consumo di energia elettrica prelevata da rete misurato nella configurazione post intervento per la climatizzazione invernale/estiva [kWh];
- f_e è il fattore di conversione dell'energia elettrica da kWh a tep, pari a 0,000187 tep/kWh;
- $C_{comb,H/C,post}$ è il consumo di combustibile misurato nella configurazione post intervento per la climatizzazione invernale/estiva [Smc];
- PCI è il potere calorifico inferiore del combustibile [kWh/Smc];
- f_t è il fattore di conversione dell'energia termica da kWh a tep, pari a 0,000086 tep/kWh.

Inoltre potrà essere individuato come parametro di controllo il confronto tra i consumi della situazione ante intervento, normalizzati rispetto ai gradi giorno, e i consumi della situazione post intervento. Tale parametro di controllo potrà essere confrontato con il risparmio percentuale derivante dalla comparazione degli indici di prestazione energetica globale non rinnovabile.

$$R_{\%} = \frac{C_{ex_ante} - C_{ex_post} * \frac{GG_{ex_ante}}{GG_{ex_post}}}{C_{ex_ante}}$$

Dove:

- C_{ex_ante} è il consumo rilevato nella configurazione ante intervento;
- C_{ex_post} è il consumo rilevato nella configurazione post intervento;
- GG_{ex_ante} sono i gradi giorno riscontrati nel periodo di monitoraggio ante intervento;
- GG_{ex_post} sono i gradi giorno effettivamente riscontrati nella configurazione post intervento.

Linea di produzione della fibra ottica

SETTORE INDUSTRIALE

La produzione della fibra ottica è un processo altamente tecnologico.

Inizialmente alcuni materiali altamente purificati sono combinati con la sabbia silicea per produrre, tramite svariati processi (IVD, OVD, VAD), la preforma. Essa è un cilindro di vetro puro, multistrato, di circa 20 centimetri di circonferenza, formata da due tubi perfettamente concentrici, ognuno con un diverso indice di rifrazione della luce. La preforma è poi montata in cima a una torre e la sua base viene riscaldata in un forno (a oltre 2.000 °C) per produrre una sottile goccia, che cadrà per gravità e sarà trafilata per ottenere un diametro stretto e uniforme di circa 100 micron. Il gas argon privo di ossigeno e molto puro viene fatto circolare nel forno per proteggere i componenti di grafite da temperature così elevate. La fibra nuda così ottenuta viene dapprima raffreddata per poter applicare due strati di un materiale di rivestimento, come l'acrilato o la poliammide, che forniscono protezione e proprietà di flessione. Un argano nella parte inferiore della torre di filatura tira continuamente e avvolge la fibra di vetro. La velocità della filatura della fibra dipende dalla preforma, dal tipo di fibra e dall'apparecchiatura disponibile. Segue poi una fase di test per verificare il rispetto delle proprietà richieste dal cliente.

La fibra ottica finita viene avvolta su bobine dalla capacità di diversi chilometri fino a esaurimento della preforma. Successivamente vengono utilizzate delle bobine più piccole per selezionare e classificare le fibre ottiche in base alle loro applicazioni future. Complessivamente è possibile differenziare la fibra in due categorie: fibra monomodale (utilizzo per la lunga distanza) e fibra multimodale (per distanze più brevi). In genere il diametro finale per entrambe le fibre è di 250 µm.

La **vita utile** per interventi di “Nuova installazione”, “Sostituzione” ed “Efficientamento integrato” risulta pari rispettivamente a 10, 7 e 7 anni.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione dei dati seguenti:

- valori di produzione in uscita dalla linea, eventualmente differenziati per tipologia di prodotto;
- percentuale di scarti, da cui deriva la resa del processo;
- consumi di energia termica e/o elettrica associati al funzionamento della linea.

Le principali **variabili operative** sono:

- le quantità e la tipologia di fibra ottica ottenuta;
- la quantità di scarti;
- la temperatura di riscaldamento della preforma;
- la forza di trafilatura;
- la velocità di filatura.

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni dei macchinari. Deve, inoltre, essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalle differenti quantità prodotte tra configurazione ex ante ed ex post. In caso di produzione di lotti di prodotti con caratteristiche differenti, è necessario descrivere le suddette variabili per ogni tipologia di prodotto.

Il **consumo di baseline**, nei casi di “Sostituzione” ed “Efficientamento integrato”, è pari al consumo specifico della linea produttiva nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto ai valori di produzione ex post ed eventualmente differenziato per le diverse tipologie di prodotto ottenute. In caso di “Nuova installazione” il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento che dovrà essere individuato per una linea di caratteristiche equivalenti alla linea oggetto di intervento (ad esempio con capacità produttiva comparabile e stessi prodotti ottenibili).

L’**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la quantità di fibra ottica ottenuta e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia di prodotto ottenuto.

Per quanto riguarda l’“Efficientamento integrato”, è possibile prevedere sia interventi mirati su alcuni componenti della linea (ad esempio torni di deposizione, fornaci di compattamento, fornaci di filatura) sia interventi di ottimizzazione dei sistemi di controllo dei parametri operativi (temperature, tensione della fibra, etc.) e relativi attuatori in tutte le fasi del processo.

Linee collaggio per la produzione di candele

SETTORE INDUSTRIALE

In tale tipologia di progetto ricadono gli interventi di “Nuova installazione”, “Sostituzione” ed “Efficientamento integrato” di linee di produzione di candele tramite il processo di collaggio, a cui corrispondono rispettivamente valori di **vita utile** pari a 10, 7 e 5 anni.

A differenza delle linee di pressatura quelle a collaggio non prevedono la fase di polverizzazione della cera e generalmente la miscela di cera dai reattori di fusione viene direttamente colata, sotto forma di slurry, nella macchina riempitrice.

Il **programma di misura** dovrà prevedere la misura del consumo di energia elettrica complessivamente consumata dalla linea e dai relativi ausiliari e delle seguenti **variabili operative**:

- quantità di candele prodotte [kg];
- tipologie di candele prodotte;
- temperatura dell’ambiente esterno la quale influenza l’assorbimento dei gruppi frigo utilizzati per il processo di raffreddamento [°C].

La **baseline** da adottare potrà essere una funzione del consumo specifico al variare della quantità di candele prodotte giornalmente e della temperatura esterna.

Il **consumo di baseline**, in caso di “Sostituzione”, è pari al consumo specifico della linea di collaggio nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto ai valori di produzione ex post, della temperatura esterna ed eventualmente differenziato per le diverse tipologie di candele prodotte. In caso di “Nuova installazione”, il consumo di baseline sarà pari al consumo specifico di riferimento che dovrà essere individuato per una linea di collaggio di caratteristiche equivalenti al sistema oggetto di intervento (ad esempio in grado di trattare quantità e tipologie analoghe di prodotti).

Macchine di imballaggio

SETTORE INDUSTRIALE

Le macchine di imballaggio vengono impiegate in tutti quei settori ed in quelle fasi produttive in cui si riscontra l'esigenza di confezionare prodotti di varia natura, siano essi prodotti finiti o cosiddetti *work in progress*. Il fine può essere quello di preservare la qualità e l'integrità di un bene, ma anche facilitarne il trasporto e la movimentazione. La possibilità di automatizzare la fase di imballaggio garantisce numerosi vantaggi in termini di costi, produttività ed ottimizzazione degli spazi.

La struttura di una linea di imballaggio dipende da fattori quali la produttività del processo a cui essa è applicata, dalle caratteristiche richieste all'imballaggio (ad esempio se necessario a scopo protettivo o di chiusura) e ovviamente dal tipo di prodotto trattato. Alcune tipologie di macchine per imballaggio possono essere:

- riempitrici (operanti con plastica, carta o schiuma);
- nastratrici;
- reggiatrici;
- avvolgitrici;
- termoconfezionatrici;
- saldatrici;
- confezionatrici (orizzontali e verticali);
- incartonatrici;
- pallettizzatori.

Generalmente tali macchine assorbono principalmente energia elettrica. Esistono però applicazioni, quali la tecnologia di imballaggio termoretraibile, in cui è necessario fornire anche energia termica.

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione" e "Sostituzione" risulta pari rispettivamente a 10 e 7 anni.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione dei dati seguenti:

- quantità di prodotto imballato;
- consumi di energia termica e/o elettrica assorbite dalla macchina.

Le principali **variabili operative** sono:

- le quantità di prodotto trattate;
- la tipologia di prodotto;
- la quantità e le caratteristiche dell'imballaggio.

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni dei macchinari. Deve, inoltre, essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalla differente capacità produttiva tra configurazione ex ante ed ex post. In caso di trattamento di lotti di prodotti con caratteristiche differenti, è necessario descrivere le suddette variabili per ogni tipologia di prodotto e/o di imballaggio utilizzato.

Il **consumo di baseline**, in caso di “Sostituzione”, è pari al consumo specifico della macchina o della linea di imballaggio nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto ai valori di produzione ex post ed eventualmente differenziato per le diverse tipologie di prodotto trattate e/o di imballaggio utilizzato. In caso di “Nuova installazione”, il consumo di baseline sarà pari al consumo specifico di riferimento che dovrà essere individuato per una macchina o una linea di imballaggio di caratteristiche equivalenti al sistema oggetto di intervento (ad esempio in grado di trattare quantità e tipologie analoghe di prodotti).

L’**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la quantità di prodotto trattata e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia di prodotto e/o di imballaggio impiegato.

Macchine formatrici

SETTORE INDUSTRIALE

Le macchine formatrici agiscono modificando i materiali in ingresso al fine di fargli assumere una determinata forma, generalmente impiegando appositi utensili detti stampi. Questi macchinari permettono di lavorare diverse materie prime al fine di ottenere numerose tipologie di prodotti, tra i quali ad esempio:

- scatole e contenitori in cartone;
- gusci e serbatoi in lamiera;
- estremità di tubi in acciaio;
- anime e forme per fonderia;
- alimenti per il settore caseario e della panificazione.

Si segnala, inoltre, che non rientrano in tale tipologia d'intervento gli interventi riguardanti lo stampaggio di materie plastiche per le quali sono presenti le specifiche tipologie denominate "presse ad eccezione di presse idrauliche per stampaggio di materie plastiche" e "sistemi di termoformatura per stampaggio di materie plastiche".

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione", "Sostituzione" ed "Efficientamento integrato" risulta pari rispettivamente a 10, 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione dei dati seguenti:

- peso totale di materiale lavorato, eventualmente differenziato in classi aventi caratteristiche omogenee;
- energia elettrica e/o termica consumata da ciascuna formatrice.

Le principali **variabili operative** sono:

- la quantità di materiale lavorato;
- la tipologia di prodotto finito;
- la temperatura del materiale lavorato;
- la pressione di esercizio;
- la forza di chiusura dello stampo;
- le materie prime in ingresso (densità, composizione, etc.);
- le caratteristiche geometriche ed il materiale dello stampo.

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni ex ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni dei macchinari. Deve, inoltre, essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalla differente capacità produttiva tra configurazione ex ante ed ex post. In caso di trattamento di lotti di prodotti con caratteristiche differenti, è necessario descrivere le suddette variabili per ogni tipologia di prodotto e/o di materiale in ingresso.

Il **consumo di baseline**, nei casi di "Sostituzione" ed "Efficientamento integrato", è pari al consumo specifico della macchina nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto ai valori di produzione ex post ed eventualmente differenziato per le diverse tipologie di prodotto. In caso di "Nuova installazione" il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento che dovrà essere individuato

per una macchina formatrice con caratteristiche analoghe alla macchina oggetto di intervento (ad esempio con capacità produttiva analoga e stessi prodotti ottenibili).

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la quantità di prodotto trattata e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia di prodotto.

Macchine per la spiratura

SETTORE INDUSTRIALE

Le macchine per la spiratura hanno la finalità di coprire un filo di elastomero “anima” con un altro di “ricopertura” avvolto a spirali attorno al primo: per fare questo, si fa passare dentro il rocchetto il filo di elastomero mentre dal rocchetto si srotola la ricopertura. La macchina è costituita da un albero di alimentazione che regola la velocità di svolgimento delle bobine di elastomero e da due nastri paralleli che fanno ruotare i rocchetti di filo: l’elastomero passa nei fori di questi rocchetti per essere avvolto.

La **vita utile** per interventi di “Nuova installazione”, “Sostituzione” ed “Efficientamento integrato” risulta pari rispettivamente a 10, 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** dovrà garantire, per ogni macchina oggetto dell’intervento, l’acquisizione del consumo di energia elettrica e della quantità di filato lavorata (in kg e differenziata eventualmente per le differenti tipologie prodotte).

Le principali **variabili operative** sono:

- la quantità di materiale lavorato;
- la tipologia di prodotto finito.

Il **consumo di baseline** corrisponde al consumo specifico del filatoio nella configurazione di baseline, normalizzato rispetto alle condizioni operative della situazione post intervento.

In caso di “Nuova installazione” il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento che dovrà essere individuato per una macchina per la spiratura avente caratteristiche equivalenti al sistema oggetto di intervento (ad esempio in grado di elaborare quantità e tipologie di prodotto finito analoghe).

L’**algoritmo di calcolo** dei risparmi prevede quindi il prodotto tra la produzione di filato nella configurazione post intervento e la differenza tra il consumo specifico di baseline ed il consumo specifico post intervento, entrambi in kWh/kg_{filato}.

Molazze

SETTORE INDUSTRIALE

Le molazze sono componenti utilizzati principalmente nelle fonderie per la miscelazione di varie sostanze (ad es. terra rigenerata, sabbia nuova, additivi e acqua etc.) utile per ottenere le forme nelle quali viene colata la ghisa liquida.

La **vita utile** per interventi di “Nuova installazione”, “Sostituzione” ed “Efficientamento integrato” risulta pari rispettivamente a 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** può prevedere l’acquisizione dei dati relativi alle seguenti **variabili operative**:

- quantità di terra rigenerata caricata [ton];
- quantità di sabbia nuova caricata [ton];
- quantità di additivi caricata [ton];
- volume di acqua caricato [L];
- energia elettrica assorbita dalle molazze [kWh].

Si richiede di fornire un’adeguata descrizione delle variabili operative nelle configurazioni ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni del componente. Deve, inoltre, essere valutata l’eventuale presenza di un effetto scala dato dalla differente capacità produttiva tra configurazione ex ante ed ex post.

Il **consumo di baseline**, in caso di “Sostituzione” e di “Efficientamento integrato”, è pari al consumo specifico della molazza nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto ai valori di quantità di materiale caricato nella molazza nella situazione ex post. In caso di “Nuova installazione” il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento che dovrà essere individuato per una molazza avente caratteristiche equivalenti al sistema oggetto di intervento (ad esempio in grado di elaborare quantità analoghe di materiale).

L’**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la quantità totale di materiale caricato nella molazza post intervento e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento.

Tra i possibili interventi di “Efficientamento integrato” di questi componenti vi sono quelli che determinano un incremento di efficienza energetica principalmente legato:

- all’evoluzione delle performance del motore elettrico;
- all’ottimizzazione del layout di carico/scarico;
- all’efficienza di mescolamento.

Ottimizzazione energetica processo compressione del gas naturale

SETTORE INDUSTRIALE

Gli impianti di compressione del gas naturale sono fondamentali per garantire la distribuzione di questo vettore energetico. Lo scopo di questi impianti è quello di fornire al gas la necessaria spinta per percorrere la rete dei metanodotti, assicurandone il regolare flusso. Inoltre, il gas naturale può essere compresso fino all'1% del volume occupato a pressione atmosferica, raggiungendo pressioni di 200-250 bar, al fine di facilitarne il trasporto e lo stoccaggio in appositi contenitori rigidi.

La **vita utile** per interventi di “Nuova installazione” e “Sostituzione” risulta pari rispettivamente a 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione dei dati seguenti:

- quantità di gas trattato;
- energia assorbita dal sistema di compressione.

Le principali **variabili operative** sono:

- la quantità di gas da trattare;
- la temperatura di aspirazione per ogni stadio di compressione;
- la temperatura di mandata per ogni stadio di compressione;
- la pressione di aspirazione per ogni stadio di compressione;
- la pressione di mandata per ogni stadio di compressione;
- il numero di stadi di compressione.

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione delle variabili operative nelle configurazioni ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni dei macchinari. Deve, inoltre, essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalla differente capacità produttiva tra configurazione ex ante ed ex post.

Il **consumo di baseline**, in caso di “Sostituzione”, è pari al consumo specifico del sistema di compressione nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto ai valori di produzione ex post. In caso di “Nuova installazione” il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento che dovrà essere individuato per un sistema di compressione avente caratteristiche equivalenti al sistema oggetto di intervento (ad esempio in grado di comprimere quantità analoghe di gas alla stessa pressione finale).

Qualora le condizioni operative variassero tra la configurazione ex ante ed ex post (ad esempio, in un sistema di compressione in un impianto di produzione del gas naturale, per effetto della naturale depletion dei giacimenti o delle oscillazioni di pressione nella consegna esterna del gas), al fine di effettuare un confronto a parità di servizio reso, sarà possibile effettuare una simulazione termodinamica per determinare il consumo del sistema di compressione della situazione ex ante. Tale simulazione dovrà poi essere opportunamente validata, ad esempio effettuando una simulazione di un set di parametri operativi rappresentativi della condizione ex ante e confrontando i risultati con i consumi ottenuti nella configurazione ex ante.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la quantità di gas trattato e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento.

Pastorizzatori

SETTORE INDUSTRIALE

La pastorizzazione è un processo termico mediante il quale un prodotto viene riscaldato al fine di eliminare i microrganismi patogeni in esso contenuti. Tale processo è particolarmente diffuso in ambito alimentare, ad esempio nel settore lattiero-caseario, dove viene applicato allo scopo di prevenire possibili alterazioni degli alimenti, aumentandone i tempi di conservazione rispetto ai prodotti freschi.

Le temperature di esercizio variano in funzione del prodotto oggetto di trattamento, ma in generale sono inferiori a quelle adottate in altri processi che comportano alterazioni consistenti (ad esempio processi di sterilizzazione). L'efficacia del processo dipende anche dal tempo di residenza del prodotto alla temperatura prestabilita. Tra le varie combinazioni tempo-temperatura, è possibile individuare due tipologie di processi di pastorizzazione:

- LTLT (Low Temperature Long Time): esposizione a temperature moderate per tempi lunghi, ad esempio 63 °C per 30 minuti;
- HTST (High Temperature Short Time): esposizione ad alte temperature per tempi brevi, ad esempio 72 °C per almeno 15 secondi (processo noto anche come pastorizzazione flash).

Solitamente tali processi si svolgono mediante l'impiego di energia termica, ad esempio utilizzando vapore ed un sistema di scambiatori di calore. L'efficienza del processo può essere incrementata sfruttando il calore contenuto nel prodotto in uscita dal processo per riscaldare il prodotto in ingresso. Si segnalano anche soluzioni innovative che prevedono l'impiego della tecnologia UV e che, pertanto, richiedono unicamente energia elettrica per lo svolgimento del processo. Tale configurazione risulta essere particolarmente efficiente e, laddove applicabile, consente notevoli risparmi energetici.

La **vita utile** per interventi di “Nuova installazione” e “Sostituzione” risulta pari rispettivamente a 10 e 7 anni.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione dei dati seguenti:

- quantità di prodotto trattato, ad esempio siero di latte;
- consumo di energia termica;
- consumo di energia elettrica.

Le principali **variabili operative** sono, ad esempio:

- le quantità di prodotto lavorate;
- la tipologia di prodotto;
- le temperature applicate;
- il tempo di residenza.

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni di baseline e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni dei macchinari. Deve, inoltre, essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalle differenti quantità prodotte tra configurazione ex ante ed ex post. In caso di trattamento di lotti di prodotti con caratteristiche differenti, è necessario descrivere le suddette variabili per ogni tipologia di prodotto lavorato.

Il **consumo di baseline**, in caso di “Sostituzione”, è pari al consumo specifico del pastorizzatore nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto ai valori di produzione ex post ed eventualmente differenziato per le diverse tipologie di prodotto trattate. In caso di “Nuova installazione” il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento, che dovrà essere individuato per un pastorizzatore avente caratteristiche equivalenti al macchinario oggetto di intervento (ad esempio in grado di processare prodotti analoghi e con capacità produttiva comparabile).

L’**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la quantità di prodotto trattata e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia di prodotto.

Pressofusione dell'alluminio

SETTORE INDUSTRIALE

La pressofusione è un sistema di colata in cui l'alluminio fuso viene iniettato ad alta pressione in uno stampo metallico tenuto chiuso grazie all'impiego di apposite presse. La pressofusione comporta vantaggi sia sul prodotto finito, in termini di qualità e resistenza, sia sul processo produttivo, garantendo un'elevata capacità produttiva grazie ad una riduzione dei tempi di processo e all'utilizzo di un unico stampo per grandi produzioni in serie.

Ciascuna isola di pressofusione prevede in ingresso alluminio fuso, eventualmente proveniente da un forno di attesa, e restituisce il prodotto semifinito (ad es. radiatori). I consumi dell'intera isola sono principalmente dati dal funzionamento della pressa, ma possono comprendere anche il funzionamento di diversi dispositivi quali, ad esempio, la trancia, il lubrificatore e la smaterozzatrice.

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione", "Sostituzione" ed "Efficientamento integrato" risulta pari rispettivamente a 10, 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione dei dati seguenti:

- peso totale dei pezzi prodotti eventualmente differenziati per diverse tipologie;
- energia elettrica consumata da ciascuna isola di pressofusione.

Il peso totale dei pezzi prodotti può essere ricavato moltiplicando il numero di pezzi per il loro peso unitario, a sua volta ottenibile dal volume dello stampo per la densità dell'alluminio (valore in letteratura pari a 2700 kg/m³).

Le principali **variabili operative** sono:

- le temperature dell'alluminio in ingresso e del prodotto in uscita;
- la pressione di esercizio;
- le caratteristiche geometriche ed il materiale dello stampo;
- il tempo ciclo della pressa.

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni dei macchinari. Deve, inoltre, essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalle differenti quantità prodotte tra configurazione ex ante ed ex post. In caso di trattamento di lotti di prodotti con caratteristiche differenti, è necessario descrivere le suddette variabili per ogni tipologia di prodotto e/o di materiale in ingresso.

Il **consumo di baseline**, nei casi di "Sostituzione" ed "Efficientamento integrato", è pari al consumo specifico dell'isola di pressofusione nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto ai valori di produzione ex post, differenziato per le diverse tipologie di prodotto se presenti, suddividendo eventualmente i consumi tra i periodi nei quali l'isola è in stand-by (produzione nulla) e i periodi nei quali si riscontra una produzione. In caso di "Nuova installazione" il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento che dovrà essere individuato per un'isola di pressofusione con caratteristiche analoghe, principalmente in termini di capacità produttiva e dispositivi ausiliari, all'isola di pressofusione oggetto di intervento.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la quantità di prodotto trattata e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia di prodotto.

Per quanto riguarda gli interventi di "Efficientamento integrato" è possibile agire sia sul layout dell'intera isola di pressofusione, sia sui singoli componenti, in particolare sulla pressa che rappresenta il dispositivo più energivoro.

Realizzazione e riqualificazione profonda di edifici (e serre)

SETTORE INDUSTRIALE, CIVILE (RESIDENZIALE, TERZIARIO) E AGRICOLO

I progetti riqualificazione profonda di edifici sono costituiti da una serie di interventi contestuali sia sull'involucro, sia sull'impianto, in grado di generare un risparmio di energia primaria tra la situazione ante e post intervento ameno pari al 40%.

Per interventi di nuova realizzazione si intendono interventi che garantiscono performance energetiche superiori agli edifici NZEB (Nearly Zero Energy Building), secondo quanto previsto dal D.M. 26 giugno 2015 (c.d. D.M. Requisiti Minimi).

In entrambi in casi, considerando che l'intervento è da considerarsi nella sua interezza, è ammissibile l'installazione di qualunque impianto da fonte rinnovabile sia termica, sia elettrica, nel solo rispetto dei soli requisiti previsti dal DM Requisiti Minimi.

Un parametro utile per valutare le performance energetiche di un edificio è l'indice di prestazione energetica globale totale del sistema edificio-impianto ($EP_{gl,tot}$), che include ad esempio i contributi dati dal riscaldamento invernale, il raffrescamento estivo e l'illuminazione.

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione" ed "Efficientamento integrato" risulta pari in entrambi i casi a 10 anni.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione dei consumi relativi ai servizi oggetto di intervento (ad esempio climatizzazione invernale e/o estiva, etc.).

La principale **variabile operativa** risulta essere i gradi giorno, calcolabili ad esempio tramite la stazione Arpa più prossima all'edificio oggetto di intervento.

Al fine di determinare l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile del sistema edificio-impianto ($EP_{gl,tot}$), nelle situazioni ante e post intervento, si potranno fornire gli output dei software di calcolo eventualmente utilizzati, oltre alla seguente documentazione tecnica relativa all'edificio oggetto di intervento:

- relazione energetica, elaborato anche noto come "ex Legge 10";
- attestato di prestazione energetica (APE);
- diagnosi energetica.

Si richiede inoltre di fornire un'adeguata descrizione, corredata da schede tecniche, di tutti i componenti compresi nel perimetro del progetto, ad esempio infissi, impianti, materiali isolanti impiegati, etc.

Il **consumo di baseline**, in caso di "Efficientamento integrato", è pari al consumo dell'edificio nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto alle variabili operative assunte nella configurazione post intervento. In caso di "Nuova installazione" il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento, che dovrà essere individuato per un edificio avente caratteristiche equivalenti alla struttura oggetto di intervento (ad esempio in termini di posizione geografica, orientamento, dimensioni, funzione, etc.). In particolare, per quanto riguarda le caratteristiche termofisiche e di rendimento, si potranno considerare i valori definiti per un edificio di riferimento dalle tabelle riportate nel D.M. 26/06/2015

“Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici”. Oltre al suddetto D.M. sarà comunque necessario riferirsi alla più recente normativa in tema di edifici NZEB.

L’**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la differenza percentuale delle prestazioni del sistema edificio-impianto ($EP_{gl,tot}$), nelle condizioni di baseline e post intervento, ed il consumo di energia primaria misurato nelle condizioni ex post. Si potrà pertanto utilizzare la seguente formula:

$$RISP = \left(\frac{EP_{gl,tot,baseline}}{EP_{gl,tot,post}} - 1 \right) * [(C_{el,rete,post}) * f_e + (C_{comb,post} * PCI + C_{sol term}) * f_t]$$

Dove:

- $EP_{gl,tot,baseline}$ è l’indice di prestazione energetica globale totale del sistema edificio-impianto nella configurazione di baseline [kWh/m²];
- $EP_{gl,tot,post}$ è l’indice di prestazione energetica globale totale del sistema edificio-impianto nella configurazione post intervento [kWh/m²];
- $C_{el,rete,post}$ è il consumo di energia elettrica prelevata da rete misurato nella configurazione post intervento [kWh];
- f_e è il fattore di conversione dell’energia elettrica da kWh a tep, pari a 0,000187 tep/kWh;
- $C_{comb,post}$ è il consumo di combustibile misurato nella configurazione post intervento [Smc];
- $C_{sol term}$ è l’energia termica prodotta dal solare termico e autoconsumata nella configurazione post intervento [kWh];
- PCI è il potere calorifico inferiore del combustibile [kWh/Smc];
- f_t è il fattore di conversione dell’energia termica da kWh a tep, pari a 0,000086 tep/kWh.

Inoltre potrà essere individuato come parametro di controllo, per i casi di “Efficientamento integrato”, il confronto tra i consumi della situazione ante intervento, normalizzati rispetto ai gradi giorno, e i consumi della situazione post intervento. Tale parametro di controllo potrà essere confrontato con il risparmio percentuale derivante dalla comparazione degli indici di prestazione energetica globale non rinnovabile.

$$R_{\%} = \frac{C_{ex_ante} - C_{ex_post} * \frac{GG_{ex_ante}}{GG_{ex_post}}}{C_{ex_ante}}$$

Dove:

- C_{ex_ante} è il consumo rilevato nella configurazione ante intervento;
- C_{ex_post} è il consumo rilevato nella configurazione post intervento;
- GG_{ex_ante} sono i gradi giorno riscontrati nel periodo di monitoraggio ante intervento;
- GG_{ex_post} sono i gradi giorno effettivamente riscontrati nella configurazione post intervento.

Tra gli interventi di “Efficientamento integrato” nel settore edilizio si segnalano le seguenti soluzioni:

- l’implementazione di sistemi di gestione efficienti, ad esempio sistemi di automazione BACS per il controllo, la regolazione e la gestione delle tecnologie dell’edificio e degli impianti termici anche unitamente a sistemi per il monitoraggio della prestazione energetica;
- la progettazione efficiente dell’involucro edilizio;

- l'adozione di impiantistica efficiente;
- l'isolamento termico dell'involucro opaco e trasparente, soprattutto al fine di minimizzare le dispersioni termiche e massimizzare l'illuminazione naturale;
- la sostituzione delle chiusure trasparenti, comprensive di infissi;
- l'installazione di sistemi di schermatura e/o ombreggiamento di chiusure trasparenti con esposizione da est-sud-est a ovest, fissi o mobili, non trasportabili;
- l'impiego di materiali ecologici per la bioedilizia o prodotti per la bioedilizia oggetto di certificazione da parte di istituti accreditati.

Recupero di correnti di processo negli impianti di produzione di gas tecnici

SETTORE INDUSTRIALE

In tale tipologia d'intervento ricadono progetti che prevedono il recupero di correnti di processo negli impianti di produzione di gas tecnici.

A titolo esemplificativo, ricadono in questa tipologia di intervento i progetti di efficienza energetica che prevedono, in impianti di produzione dei gas tecnici, il recupero di una corrente gassosa precedentemente dispersa in atmosfera e successivamente resa disponibile per usi finali. Il beneficio energetico generabile da questi interventi è legato alla possibilità di sfruttare il contenuto energetico di una corrente gassosa, relativo ai processi che sono stati effettuati per renderla disponibile (ad es. frazionamento), che altrimenti sarebbe andato disperso.

La **vita utile** prevista per interventi di "Nuova installazione", "Sostituzione" ed "Efficientamento integrato" è rispettivamente pari a 10, 7 e 5 anni.

La contestuale realizzazione dell'intervento di recupero della corrente di processo e di altri interventi di efficientamento dell'impianto di produzione dei gas tecnici, quali ad esempio la riqualificazione della sezione di compressione o di refrigerazione, può essere ricondotta ad "Efficientamento integrato".

Considerando la varietà di interventi riconducibili a tale tipologia di intervento, il programma di misura e l'algoritmo di calcolo adottabili per quantificare i risparmi di energia primaria non sono univocamente identificabili. Si riportano a titolo esemplificativo ma non esaustivo i progetti di efficienza energetica che prevedono, in impianti di produzione di ossigeno, azoto e argon a partire dall'aria atmosferica, il recupero di una corrente gassosa di azoto precedentemente dispersa in atmosfera e successivamente liquefatta e resa disponibile per il mercato.

In questo caso, il **programma di misura** potrà prevedere, ad esempio, l'acquisizione del consumo di energia elettrica dell'impianto e i quantitativi dei gas tecnici prodotti.

Di seguito, a titolo esemplificativo, si riportano le **variabili operative** da considerare e monitorare:

- consumo di energia elettrica dell'impianto [kWh];
- quantità totale di gas tecnici prodotti [Nmc];
- percentuale di ossigeno liquefatto rispetto all'ossigeno totale prodotto [%].

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** potrà, ad esempio, prevedere il confronto tra i consumi elettrici dell'impianto nella situazione ante intervento e post intervento, a parità di produzione totale dei gas tecnici e della percentuale di ossigeno liquefatto rispetto all'ossigeno totale prodotto.

Recupero di energia elettrica dalla decompressione del gas naturale

SETTORE INDUSTRIALE, RETI, SERVIZI E TRASPORTI

Il recupero di energia elettrica dalla decompressione del gas naturale si basa sullo sfruttamento della caduta di pressione che deve essere imposta al gas stesso. Il gas naturale, infatti, viene trasportato in pipeline ad alta pressione, mentre la pressione di utilizzo è generalmente molto più bassa. Pertanto, è necessario prevedere dei dispositivi in grado di ridurre la pressione tra il sistema di distribuzione e le utenze ovvero tra il sistema di trasporto e il sistema di distribuzione.

Tradizionalmente la riduzione di pressione è effettuata per laminazione mediante riduttori convenzionali (valvole). L'installazione di un turbospansore in luogo delle classiche valvole permette, invece, di convertire il contenuto entalpico del gas in energia meccanica ed in seguito, tramite un generatore, in energia elettrica.

La fase di decompressione può essere svolta anche insieme ad altre operazioni nelle cosiddette cabine di decompressione. Al loro interno il gas è filtrato e misurato. Seguono la sezione di preriscaldamento e la riduzione di pressione vera e propria. L'ultimo trattamento prima dell'immissione in rete è l'odorizzazione, il cui scopo è quello di conferire al gas l'odore caratteristico, per l'immediata individuazione di fughe o dispersioni.

In ogni caso sarà necessario fornire al sistema un apporto di energia termica al fine di preriscaldare il gas. La riduzione di pressione comporta, infatti, un calo di temperatura che potrebbe portare alla formazione di ghiaccio in punti critici dell'impianto.

Si segnalano, inoltre, soluzioni che permettono di integrare un turbospansore con pompe di calore per il preriscaldamento del gas: in questo modo il consumo di gas associato alla sezione di preriscaldamento viene sostanzialmente ridotto e, contestualmente, si ha una produzione di energia elettrica. In quest'ultimo caso, sarà possibile introdurre un Indice di Prestazione Energetica (IPE), utile per valutare l'efficienza del sistema di preriscaldamento, definito come:

$$IPE = \frac{C_{\text{preriscaldamento}}}{V_{\text{elaborato}}} \left[\frac{Smc}{1000 * Smc} \right]$$

Dove:

- $C_{\text{preriscaldamento}}$ è il consumo di gas impiegato per il preriscaldamento;
- $V_{\text{elaborato}}$ è il volume di gas elaborato dal sistema di decompressione.

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione" e "Sostituzione" risulta pari rispettivamente a 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** prevede, ad esempio, l'acquisizione dei dati seguenti:

- quantità di gas trattato;
- energia elettrica prodotta;

- energia termica necessaria per il preriscaldamento (qualora tale forma di energia rientri nel perimetro del progetto).

Le principali **variabili operative** sono:

- la quantità di gas da trattare;
- la temperatura e la pressione del gas in ingresso al sistema di decompressione;
- la temperatura e la pressione del gas in uscita dal sistema di decompressione.

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni del sistema. Deve, inoltre, essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalla differente capacità in termini, ad esempio, di portata nominale di gas, tra configurazione ex ante ed ex post.

Il **consumo di baseline**, in caso di "Sostituzione", è pari alla quantità di energia elettrica recuperata nella configurazione ante intervento, normalizzata rispetto alle variabili operative riscontrate nella situazione ex post. In caso di "Nuova installazione" si assumerà invece un consumo di baseline nullo, in quanto la soluzione di riferimento per il mercato prevede la semplice espansione tramite valvole, senza che vi sia un recupero di energia elettrica.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** si basa sulla differenza tra l'energia elettrica recuperata post intervento ed impiegata, fatta eccezione per gli interventi realizzati presso il settore reti, per incrementare l'efficienza negli usi finali di energia e l'energia elettrica eventualmente recuperata nella configurazione ante intervento.

In merito all'intervento di installazione di turboespansori presso asset nella titolarità del distributore/società di trasporto, riconducibili al settore "reti, servizi e trasporti", si specifica che:

- è prevista la valorizzazione della totalità dell'energia elettrica prodotta, al netto dei servizi ausiliari, in luogo della valorizzazione della sola energia elettrica prodotta e contestualmente consumata in loco considerata per gli interventi realizzati nell'ambito industriale;
- l'intervento è ammissibile al meccanismo dei Certificati Bianchi con conseguente erogazione dei TEE, esclusivamente nel caso in cui l'investimento non rientri nel riconoscimento tariffario dei servizi di trasporto e/o distribuzione del gas (RAB).

Recupero energetico nei sistemi di rigassificazione del GNL

SETTORE INDUSTRIALE

Il gas naturale liquefatto (GNL) è un gas composto principalmente da metano che, dopo le fasi di estrazione e purificazione, viene raffreddato fino a -162°C al fine di permettere uno stoccaggio ed un trasporto più semplice. A questa temperatura, infatti, il gas si trasforma in liquido, riducendo di 600 volte il proprio volume.

Il processo di produzione del GNL può essere schematizzato nelle seguenti fasi:

1. Produzione;
2. Liquefazione;
3. Trasporto;
4. Rigassificazione.

In particolare, la rigassificazione consiste nel riscaldare il GNL fino al punto in cui ritorna allo stato gassoso. Al termine di questo riscaldamento controllato si determina una naturale espansione del volume del gas, che può quindi essere distribuito, ad esempio tramite metanodotti, oppure direttamente utilizzato.

Il recupero energetico in un sistema di rigassificazione può prevedere, ad esempio, lo sfruttamento della bassa temperatura del fluido da rigassificare. Infatti, se l'intero salto entalpico disponibile tra le condizioni estreme del processo di rigassificazione potesse essere sfruttato, sarebbe possibile recuperare una quantità di energia compresa tra 210 e 250 kWh per tonnellata di GNL, a seconda delle pressioni e temperature di esercizio del terminale. Tramite uno scambiatore sarà pertanto possibile sfruttare tale energia per utenze locali, ad esempio per condizionamento e raffreddamento, ma anche per la produzione di energia elettrica.

In ogni caso, il sistema di recupero non deve vincolare in alcun modo i processi basilari del sistema di rigassificazione. Pertanto, sono necessari sistemi automatizzati di by-pass che consentano di escludere completamente il sistema di recupero dall'impianto senza compromettere l'operatività dell'impianto di rigassificazione.

La **vita utile**, essendo ammessi unicamente interventi di "Nuova installazione", è pari a 10 anni.

Il **programma di misura** prevede, ad esempio, l'acquisizione dei dati seguenti:

- quantità di gas trattato;
- energia frigorifera recuperata.

Le principali **variabili operative** sono:

- la quantità di gas da trattare;
- la temperatura e la pressione del fluido in ingresso al sistema di rigassificazione;
- la temperatura e la pressione del gas in uscita dal sistema di rigassificazione.

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni del sistema. Deve, inoltre, essere

valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalla differente capacità, in termini ad esempio di portata nominale di gas, tra configurazione ex ante ed ex post.

Il **consumo di baseline** potrà essere considerato pari al consumo che sarebbe stato necessario nella situazione ante intervento per produrre l'energia recuperata nella situazione post intervento.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** si basa sulla quantificazione dell'energia recuperata nella configurazione post intervento. Sarà tuttavia necessario introdurre nell'algoritmo un opportuno parametro di controllo, per verificare che al recupero di energia sia associato un effettivo risparmio di energia primaria. Dovranno inoltre essere scomputati i consumi degli ausiliari necessari al funzionamento del sistema di recupero.

Ricottori per la fabbricazione di tubi e condotti saldati

SETTORE INDUSTRIALE

In tale tipologia ricadono gli interventi di “Nuova installazione” e di “Sostituzione” di ricottori per la fabbricazione di tubi e condotti saldati, a cui corrispondono rispettivamente valori di **vita utile** pari a 10 e 7 anni.

Si riporta, di seguito, una sintesi del processo generalmente utilizzato per la produzione di tubi e condotti saldati.

La produzione inizia da un nastro semilavorato (ad es. in lamiera d'acciaio) la cui larghezza è funzione del diametro di tubo da ottenere, il quale viene tagliato longitudinalmente in funzione del profilo da produrre. Successivamente subisce un devolgimento con spianatura e una formatura/calibrazione, a stadi progressivi, fino ad assumere la forma cilindrica desiderata. La fase successiva consiste nella saldatura dei lembi dei tubi per fusione degli stessi tramite sistemi ad alta frequenza. Dopo uno o più cicli di raffreddamento, il tubo così ricavato viene progressivamente raddrizzato e deformato a freddo fino ad assumere la sezione finale desiderata.

Una volta ridotto al diametro desiderato il tubo viene ricotto attraverso banchi di ricottura ad induzione a media e/o alta frequenza, nei quali il tubo raggiunge temperature di circa 700-800 °C. Successivamente viene inserita un'atmosfera di gas riducente che permette al tubo di ridurre lentamente la sua temperatura senza ossidarsi. Se necessario il tubo può essere rifinito attraverso il processo di zincatura.

Il **programma di misura** dovrà prevedere la misura del consumo di energia elettrica dei ricottori utilizzati e della quantità di tubi/condotti prodotti, per ogni tipologia di tubo/condotto analizzata, come **variabile operativa**.

La **baseline** da adottare dovrà considerare la variazione del consumo specifico in funzione delle quantità prodotte.

L'**algoritmo di calcolo** dei risparmi dovrà prevedere il prodotto tra la quantità di tubi/condotti prodotti nella situazione post intervento e la differenza tra il consumo specifico di baseline e il consumo specifico post intervento, espressi entrambi in kWh/kg, per singola tipologia di tubo/condotto prodotta.

Saldatrici elettriche per sistemi di laminazione

SETTORE INDUSTRIALE

In tale tipologia ricadono gli interventi di “Nuova installazione” e di “Sostituzione” di saldatrici elettriche per sistemi di laminazione che consentono un efficientamento del processo di produzione dei laminati a caldo (ad es. laminazione a caldo di billette di acciaio), a cui corrispondono rispettivamente valori di **vita utile** pari a 10 e 7 anni.

Si riporta, di seguito, una sintesi del processo generalmente utilizzato per la produzione di laminati.

La produzione inizia con lo stoccaggio e la frantumazione del rottame ferroso il quale viene successivamente preparato per la carica del forno di fusione. Il rottame viene fuso nel forno di fusione, generalmente di tipologia elettrica ad arco. Successivamente si completa l’affinazione in un forno siviera ed in seguito si procede a colare l’acciaio in una macchina di colata continua per billette. Dopo il riscaldamento delle billette avviene il processo di taglio di teste e code delle billette seguito dalla laminazione.

Le saldatrici elettriche permettono di saldare le estremità delle billette in uscita dal forno di riscaldamento garantendo una laminazione continua e scarti di produzione inferiori, con conseguente aumento dell’efficienza produttiva legata ad un risparmio specifico di energia a parità di prodotto finito.

L’intervento richiede, inoltre, l’installazione, a valle della saldatrice, di forni ad induzione per il riscaldamento di testa e coda delle billette prima dell’ingresso di queste ultime nella prima gabbia di laminazione.

Il risparmio del progetto, quantificabile come minor energia di processo dovuta alla riduzione dello scarto del laminatoio, è valutabile attraverso i seguenti contributi:

- risparmi al forno fusorio;
- risparmi al forno di riscaldamento del laminatoio.

Dal risparmio dovrà poi essere decurtato il maggior consumo elettrico dovuto alla saldatrice e ai forni ad induzione installati.

Il risparmio al forno fusorio viene calcolato come energia di fusione risparmiata per unità di scarto evitato, considerando come consumo specifico del forno quello misurato nel post intervento.

Il **programma di misura** dovrà prevedere la misura del consumo di energia elettrica assorbita dal forno di fusione e delle seguenti **variabili operative**:

- gas naturale forno di fusione [Sm³];
- ossigeno forno di fusione [Nm³];
- carbone forno di fusione [kg];
- acciaio spillato [ton];
- billette in ingresso al laminatoio [ton];
- produzione del laminatoio [ton];
- scaglia del laminatoio [ton].

L'algoritmo di calcolo dei risparmi dovrà prevedere il prodotto tra il consumo specifico del forno post intervento e lo scarto normalizzato evitato, dato dalla differenza tra lo scarto di baseline (uguale alla differenza tra le billette in ingresso al laminatoio e la scaglia prodotta dal laminatoio, diviso la produzione del laminatoio) e lo scarto post intervento.

Il secondo contributo al risparmio conseguito deriva dal minor consumo di gas utilizzato dal forno di riscaldamento posto a monte della saldatrice, a seguito dello scarto evitato. La rendicontazione dei risparmi previsti a seguito dell'intervento si baserà su un **algoritmo di calcolo** che prevedrà la misura delle seguenti **variabili operative**:

- gas naturale impiegato dal forno di preriscaldamento laminatoio [Sm³];
- produzione del laminatoio [ton].

Sistemi di power quality

SETTORE INDUSTRIALE, SETTORE RETI, SERVIZI E TRASPORTI, SETTORE CIVILE (RESIDENZIALE, TERZIARIO) E AGRICOLO

In tale tipologia ricadono gli interventi di “Nuova installazione” e di “Sostituzione” di sistemi power quality, a cui corrispondono rispettivamente valori di **vita utile** pari a 7 e 5 anni.

Ai sistemi di power quality appartengono tutti quei dispositivi elettronici ed elettromeccanici che, ad esempio, tramite la stabilizzazione della tensione, la riduzione delle armoniche del segnale elettrico, il rifasamento dei carichi elettrici, etc., consentono di alimentare le apparecchiature elettriche ad essi sottese ai valori nominali necessari al loro corretto funzionamento, generando al contempo un risparmio di energia elettrica.

Si specifica che l'intervento di installazione di sistemi di power quality si configura come “Sostituzione” solo nel caso in cui nella situazione ante intervento fosse già presente un sistema di power quality. Pertanto, qualora il sistema non fosse presente nella situazione ante intervento, l'intervento si configura come “Nuova installazione” e dovrà essere identificato come tecnologia di **baseline** un sistema di power quality che, alla data di presentazione del progetto, costituisca l'offerta standard di mercato in termini tecnologici (ad es. un sistema di power quality che consente un risparmio annuo di energia elettrica del 4%).

Particolare attenzione dev'essere posta sull'identificazione di eventuali modifiche del servizio reso introdotte dal sistema di power quality tra la situazione ante intervento e post intervento, come, a titolo esemplificativo, la riduzione della tensione al di sotto dei valori nominali necessari al corretto funzionamento dei dispositivi alimentati.

Tramite il **programma di misura** il sistema di power quality dovrà calcolare la percentuale di risparmio in continuo o durante specificati periodi di bypass ai diversi range di potenza. Si rappresenta, inoltre, che i periodi di bypass dovranno essere determinati in funzione dell'eventuale stagionalità della curva di assorbimento elettrico.

Si stima che la realizzazione di interventi rientranti in questa scheda, sulla base dei dati elaborati da ENEA a partire dalle diagnosi energetiche ad oggi pervenute, comporterà un risparmio medio di circa 16 tep/anno per intervento.

Sistemi di ricompressione meccanica del vapore

SETTORE INDUSTRIALE

I sistemi di ricompressione meccanica del vapore permettono di incrementare il contenuto entalpico del vapore già prodotto, tramite appunto compressione meccanica, al fine di riutilizzarlo senza la necessità di generarne ulteriori quantità. Sebbene tale intervento comporti un incremento della richiesta di energia elettrica, dovuto all'elevato assorbimento dei compressori, il risparmio che si verifica nella produzione di energia termica genera comunque un risparmio di energia primaria.

Il fine di questi sistemi in genere è quello di concentrare soluzioni in vari processi industriali, dal settore chimico farmaceutico all'industria casearia, e costituiscono un'alternativa efficiente ad esempio agli evapoconcentratori tradizionali. Questi ultimi infatti, anche nelle più moderne configurazioni multistadio, prevedono l'impiego di grandi quantità di vapore, il quale viene generalmente prodotto impiegando combustibili fossili. Tuttavia anche nei sistemi di ricompressione meccanica può essere prevista un'eventuale produzione di energia termica, per la fase di avviamento o per l'eventuale integrazione, qualora il contenuto entalpico del vapore ottenuto tramite sola compressione non fosse sufficiente.

Per questa tipologia di intervento la **vita utile** prevista è di 7 e 5 anni, rispettivamente nei casi di "Nuova installazione" e di "Sostituzione". È inoltre previsto l'intervento di "Efficientamento integrato", con vita utile pari a 5 anni.

Il **programma di misura** prevede il monitoraggio dei seguenti valori:

- quantità di prodotto (es. distillato o concentrato);
- consumo di energia elettrica del sistema di ricompressione;
- energia termica utile consumata, che può essere valutata a partire dalla portata di vapore e dalla sua entalpia (calcolabile dalle condizioni termodinamiche del vapore).

La principale **variabile operativa** risulta essere la quantità di prodotto ottenuto (es. distillato o concentrato).

Il **consumo di baseline**, nel caso di interventi di "Sostituzione" e di "Efficientamento integrato", sarà pari al consumo specifico della macchina presente nella situazione ex ante, normalizzato rispetto alle condizioni di lavoro in configurazione ex post. Per una "Nuova installazione" invece il consumo di baseline sarà pari a quello di riferimento, che potrà essere considerato pari al consumo specifico di un evaporatore a tre o a cinque stadi, fermo restando la necessità di dimostrare che l'evaporatore indicato risulti essere la tecnologia standard disponibile sul mercato per la tipologia di processo oggetto d'intervento. In tal caso può essere assunto un valore di consumo specifico pari a $0,0203 \text{ tep}/t_{\text{prodotto}}$ o $0,0122 \text{ tep}/t_{\text{prodotto}}$, rispettivamente per evaporatori a tre e cinque stadi.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** si basa quindi sul prodotto tra la quantità prodotte (es. distillato o concentrato) e la differenza tra il consumo specifico di baseline ed il consumo specifico ex post. Si segnala che questi valori devono includere tutti i contributi energetici del sistema ex post (ed ex ante in caso di "Sostituzione"), compresi i consumi degli ausiliari necessari al suo funzionamento. I consumi ottenuti in assenza di produzione potranno non essere presi in considerazione per il calcolo dei risparmi, ad esempio i consumi registrati durante le fasi di lavaggio.

Nel caso di presenza di un impianto di cogenerazione nel sito in cui è stato effettuato il progetto di efficienza energetica dovranno essere descritte le caratteristiche dell'impianto, le logiche di funzionamento e le eventuali variazioni del funzionamento dell'impianto a seguito dell'intervento di efficienza energetica al fine di valutare la corretta contabilizzazione dei risparmi di energia primaria conseguibili. Ad esempio, per determinare i risparmi di energia primaria conseguibili mediante l'intervento, potrebbe essere necessario determinare l'eventuale mancata produzione di energia elettrica in seguito alla diminuzione della richiesta di energia termica all'impianto di cogenerazione.

Tra gli interventi di "Efficientamento integrato" può essere prevista la sostituzione della girante del sistema di compressione con un modello più efficiente abbinata ad un re-layout del sistema di distribuzione del vapore.

Sistemi per il trattamento degli effluenti gassosi

SETTORE INDUSTRIALE

L'adozione di impianti di abbattimento degli inquinanti contenuti nei gas di scarico in uscita da un determinato processo (sia di trattamento chimico che di semplice combustione), è largamente diffusa grazie a normative ambientali sempre più stringenti.

Si segnala che gli interventi approfonditi nella presente scheda non prevedono l'installazione di sistemi di recupero del calore, per i quali si rimanda alle apposite schede.

Nel caso specifico di sistemi di trattamento fumi a servizio di impianti di produzione di energia termica, i principali elementi impiantistici oggetto di intervento possono essere:

- sistema di rimozione del particolato che può essere costituito ad esempio da filtri a manica, cicloni o elettrofiltri;
- impianto denitrificatore, le cui principali configurazioni sono del tipo SCR (Selective Catalytic Reduction) e SNCR (Selective Non-Catalytic Reduction);
- impianto desolforatore, generalmente costituito da un wet scrubber in cui si impiegano soluzioni a base di calcio.

Ulteriori sistemi per il trattamento degli effluenti gassosi, particolarmente diffusi nei processi industriali, riguardano i sistemi di abbattimento dei composti organici volatili (VOC). Le tecniche per la riduzione delle emissioni di VOC si dividono in due macrocategorie: tecniche distruttive e tecniche non distruttive. Le tecniche distruttive comportano la trasformazione completa dei VOC, presenti nella corrente gassosa da trattare, in prodotti di combustione, ovvero anidride carbonica e acqua. Le tecniche distruttive comprendono: l'ossidazione, termica o catalitica, la biofiltrazione e la fotocatalisi. Le tecniche non distruttive sono: l'adsorbimento, l'assorbimento, la condensazione e la separazione con membrane. Tra tutte le tecnologie per l'abbattimento dei VOC sopra elencate, la maggior parte dei processi industriali prevede l'impiego delle tecniche di ossidazione rigenerativa (circa il 90%), seguita dall'adsorbimento (3%).

Gli elementi caratteristici e le configurazioni adottate dai sistemi per il trattamento degli effluenti gassosi possono variare in funzione della specifica applicazione. Questi sistemi generalmente prevedono assorbimento di energia elettrica, oltre all'impiego di sostanze liquide e/o solide come, ad esempio, agenti riducenti. Inoltre, è quasi sempre necessario impiegare ventilatori di estrazione fumi per compensare le perdite di carico dovute ai vari sistemi di trattamento.

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione" e "Sostituzione" risulta pari rispettivamente a 10 e 7 anni.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione dei seguenti valori:

- portata di gas da trattare;
- concentrazione di inquinante in ingresso e in uscita dal sistema;
- energia elettrica e/o termica assorbita dal sistema e dagli eventuali ausiliari (ad esempio pompe e ventilatori).

Le principali **variabili operative** risultano essere:

- la portata di gas da trattare;
- la tipologia e la concentrazione di inquinante in ingresso al sistema;
- la concentrazione di inquinante in uscita dal sistema.

Si specifica che, qualora la concentrazione di inquinante in uscita dal sistema subisca una variazione tra la situazione ex ante ed ex post, tale variazione non dovrà essere causata dalla necessità di adeguare il sistema a vincoli normativi o a prescrizioni di natura amministrativa. Saranno, invece, ammessi progetti che generano risparmi addizionali rispetto alle soluzioni progettuali individuate dai vincoli o dalle prescrizioni suddetti e progetti realizzati ai sensi dell'articolo 8, comma 3 del d.lgs. n. 102 del 2014 che generano risparmi addizionali.

Il **consumo di baseline**, in caso di "Sostituzione", è pari al consumo specifico del sistema nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto alle variabili operative assunte dal sistema nella configurazione ex post. In caso di "Nuova installazione" il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento, che dovrà essere individuato per un sistema di trattamento degli effluenti gassosi di caratteristiche equivalenti al sistema oggetto di intervento (ad esempio in grado di elaborare portate analoghe o di trattare la stessa tipologia di gas).

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** potrà prevedere il prodotto tra la quantità di gas trattato e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento.

Sostituzione di turbomacchine con macchine ad alimentazione elettrica

SETTORE INDUSTRIALE

In tale tipologia d'intervento ricadono progetti che prevedono la sostituzione di turbomacchine (turbine a vapore o gas, etc.), collegate ad altre macchine rotatorie (compressori, pompe, etc.), con un motore elettrico. Ad esempio il progetto potrebbe consistere nella sostituzione di una turbina a vapore che aziona un compressore, con un motore elettrico abbinato ad un moltiplicatore di giri ed alimentato da un convertitore di frequenza.

Il progetto è riconducibile alla tipologia "Sostituzione" con **vita utile** pari a 5 anni.

Il **programma di misura** dovrà basarsi sul confronto tra il consumo di vapore della situazione ante intervento e il consumo di energia elettrica della situazione post intervento.

Di seguito, a titolo esemplificativo, si riportano le **variabili operative** da considerare e monitorare:

- le variabili fisiche associate alla turbina per la determinazione dei consumi:
 - Portata vapore in ingresso [t/h];
 - Temperatura vapore in ingresso [°C];
 - Pressione vapore in ingresso [bar];
 - Pressione vapore in uscita [bar];

- le variabili fisiche associate al compressore:
 - Portata volumica gas da comprimere [Nm³/h];
 - Temperatura gas da comprimere in ingresso [°C];
 - Pressione gas da comprimere ingresso [kg/cm²];
 - Pressione gas da comprimere uscita [kg/cm²].

L'algoritmo di calcolo dei risparmi dovrà confrontare i consumi reali post intervento di energia elettrica con quelli calcolati con un modello termodinamico dell'impianto rappresentativo della configurazione ante intervento.

Nel caso di presenza di un impianto di cogenerazione nel sito in cui è stato effettuato il progetto di efficienza energetica dovranno essere descritte le caratteristiche dell'impianto, le logiche di funzionamento e le eventuali variazioni del funzionamento dell'impianto a seguito dell'intervento di efficienza energetica al fine di valutare la corretta contabilizzazione dei risparmi di energia primaria conseguibili. Ad esempio, per determinare i risparmi di energia primaria conseguibili mediante l'intervento, potrebbe essere necessario determinare l'eventuale mancata produzione di energia elettrica in seguito alla diminuzione della richiesta di energia termica all'impianto di cogenerazione.

Stazioni radio base e di rete fissa

SETTORE RETI, SERVIZI E TRASPORTI

L'industria delle telecomunicazioni sta vivendo una profonda trasformazione dovuta sia all'evoluzione delle reti sia all'incremento dei volumi di traffico dati. In un contesto in continua evoluzione, garantire soluzioni tecniche efficienti risulta fondamentale non solo in fase di espansione delle reti, ma anche nel rinnovamento dell'infrastruttura esistente.

Una rete di telecomunicazioni è l'insieme di infrastrutture e apparati che consentono a individui e/o oggetti di comunicare tra di loro attraverso lo scambio di dati, immagini o suoni. L'architettura di una rete di telecomunicazioni può essere schematizzata in tre sottosistemi, a loro volta costituiti da più elementi:

- la rete di accesso, responsabile del collegamento tra gli utenti finali e la prima stazione di commutazione, e più in generale tra un utente e il suo provider;
- la rete core, costituita da un insieme di nodi collegati che commutano (ossia raccolgono ed inoltrano) le comunicazioni di fonia e dati, oltre a svolgere tutte le normali funzioni di rete relative alla gestione delle comunicazioni;
- il sistema di gestione, che consente il monitoraggio e la supervisione di tutti gli elementi della rete per verificare il corretto funzionamento degli impianti, permettendo all'occorrenza eventuali interventi di ripristino, e monitorare le prestazioni dei servizi erogati.

La rete di accesso per la rete mobile, responsabile della copertura radio del territorio, comprende tutte le apparecchiature ricetrasmittenti e gli apparati di controllo necessari per la gestione delle risorse radio e per la funzione di connessione/segnalazione con la centrale di commutazione, quindi i terminali mobili e le stazioni radio base (SRB), ossia le stazioni ricetrasmittenti che sono a loro volta interconnesse con i nodi della rete core.

In particolare, le stazioni radio base sono dislocate capillarmente in tutto il territorio nazionale e rappresentano l'infrastruttura base della rete mobile. Esse comprendono il sistema di ricetrasmmissione di un segnale radio, dotato di antenna a settore ricetrasmittente, che serve i terminali mobili degli utenti coprendo una determinata area geografica (detta appunto cella radio). Inoltre le SRB possono ospitare più antenne e apparati di ricetrasmmissione relativi non solo a diverse tecnologie di comunicazione mobile (quali GSM, GPRS, EDGE, UMTS, HSPA, 4G, LTE, 5G), ma anche appartenenti a diversi gestori (co-siting).

Per quanto riguarda la rete fissa, la rete di accesso si basa su una rete trasmissiva che è composta da infrastrutture portanti e apparati trasmissivi. Le portanti sono gli elementi di trasporto "fisico" del segnale e comprendono i cavi (che possono essere in fibra ottica e in rame) e i ponti radio. Gli apparati trasmissivi sono invece quelle apparecchiature elettroniche che presiedono alle funzioni di trasmissione del segnale e che quindi aggregano, disaggregano, rigenerano e smistano i flussi di dati ricevuti. Si definisce invece nodo trasmissivo un punto della rete in cui arriva una portante (ossia un collegamento fisico) e dove sono presenti degli apparati trasmissivi.

I livelli di flusso dei dati di una stazione radio base/di rete fissa non sono costanti, ma variano nel tempo in funzione del numero di utenti del servizio (tipicamente sono più bassi nelle ore notturne). Si rileva in genere una ciclicità giornaliera ed anche settimanale i cui andamenti dipendono anche dalla tipologia e destinazione d'uso dell'area di territorio interessata (es. residenziale, commerciale, ecc.).

La **vita utile** per interventi di “Nuova installazione” ed “Efficientamento integrato” risulta pari rispettivamente a 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** prevede l’acquisizione dei dati seguenti:

- volume di dati trasmesso in upload e download [TB] delle stazioni oggetto di intervento;
- volume di dati trasmesso in upload e download attribuibile ad operatori virtuali e al roaming;
- consumi di energia elettrica della stazione radio oggetto di intervento;
- eventuale consumo di energia elettrica attribuibile ad operatori virtuali e al roaming.

Le principali **variabili operative** sono:

- il volume di dati trasmesso, sia in upload che in download, attribuibili alla stazione oggetto di intervento;
- il volume di dati trasmesso, sia in upload che in download, attribuibili ad operatori virtuali e al roaming;
- la tipologia di tecnologia presente (es. per stazioni radio base 2G, 3G, 4G, 5G, etc.);
- la tipologia di installazione della stazione radio (indoor o outdoor principalmente);
- la zona geografica;
- l’estensione della singola cella radio;
- la capacità nominale di trasmissione dati della stazione.

Si richiede di fornire un’adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni della stazione radio base/di rete fissa. Deve, inoltre, essere valutata l’eventuale presenza di un effetto scala dato dalla differente capacità di trasmissione tra configurazione ex ante ed ex post. In caso di fornitura di servizi di rete con caratteristiche differenti, è necessario descrivere le suddette variabili per ogni tipologia di servizio erogato.

Si specifica inoltre che il confronto tra le situazioni ante e post intervento dovrà avvenire per singola stazione/cabinet/tratto di rete oggetto di intervento, o eventualmente per singolo cluster, individuato aggregando i suddetti elementi in insiemi aventi caratteristiche omogenee.

Il **consumo di baseline**, per interventi di “Efficientamento integrato”, è pari al consumo specifico della stazione radio base/di rete fissa nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto alle variabili operative assunte nella configurazione ex post. In caso di “Nuova installazione” il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento, che dovrà essere individuato per una stazione radio base/di rete fissa con caratteristiche equivalenti alla stazione oggetto di intervento (ad esempio con capacità di trasmissione comparabile e stesse tecnologie installate).

Ai fini di una corretta normalizzazione dei consumi per le stazioni che, nella situazione post intervento, operano con un incremento della capacità di trasmissione dei dati, dovrà essere individuata una curva di baseline che consenta di quantificare correttamente il risparmio generabile dall’intervento per tutto il range di operatività della stazione nella situazione post intervento.

L’**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra il volume di dati trasmessi nella situazione post intervento e la differenza di consumo specifico di energia elettrica della stazione radio base/di rete fissa (espresso ad esempio in MWh/TB) tra la configurazione di baseline e quella post intervento.

Tra i possibili interventi di “Efficientamento integrato” si segnalano l’adozione di tecnologie rivolte all’ottimizzazione dei consumi per la trasmissione dei dati, l’efficientamento del sistema di raffrescamento e, in generale, l’implementazione di tecnologie di controllo e gestione efficienti.

Termocompressori

SETTORE INDUSTRIALE

I termocompressori si basano sulla tecnologia delle pompe a getto e vengono sfruttati per ridurre la fuoriuscita di vapore a basse pressioni da un processo, attraverso l'incremento di pressione e quindi della temperatura di liquefazione del vapore. In questo modo è possibile recuperare il calore latente di evaporazione al fine di ottenere importanti risparmi energetici.

Questi dispositivi sono utilizzati, ad esempio, in processi di evaporazione, distillazione, raffreddamento, cristallizzazione, deodorazione, degassazione ed essiccazione sotto vuoto. In generale essi possono essere impiegati laddove sia opportuno, principalmente in termini di efficienza energetica del processo, convertire un flusso di vapore a bassa pressione in un flusso ad alta pressione per ottenere i suddetti vantaggi. Tale conversione avviene sfruttando l'energia del flusso stesso: il vapore saturo proveniente dal generatore di vapore può essere miscelato, tramite un termocompressore ad eiettore, al vapore nascente in bassa pressione recuperato dal processo, innalzandone quindi la pressione e recuperandone parte del contenuto entalpico.

Per termocompressori impiegati nel settore della carta, ad esempio a servizio di macchine continue, si rimanda all'apposita Guida Settoriale: "Il settore industriale della produzione della carta".

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione" e "Sostituzione" risulta pari rispettivamente a 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione del consumo di energia termica in ingresso al sistema, associata al consumo di vapore, e del consumo degli ausiliari necessari per il suo funzionamento (ad esempio, pompe di circolazione). Il programma di misura può essere esteso ad altre variabili di interesse in funzione dello specifico processo a cui viene applicato il termocompressore.

Le principali **variabili operative** sono:

- l'energia termica in ingresso al sistema associata al consumo di vapore, ottenibile dalla portata e dalle condizioni termodinamiche del vapore;
- il consumo degli ausiliari necessari al funzionamento del sistema;
- ulteriori variabili in funzione dello specifico processo oggetto di intervento (ad esempio, nel caso di un termocompressore impiegato per il processo di rigenerazione di carboni attivi, un'ulteriore variabile operativa risulta essere il numero di rigenerazioni effettuate).

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione del processo oggetto di intervento, evidenziando possibili variazioni tra le configurazioni ex ante ed ex post che possano influenzare la richiesta di energia termica associata al consumo di vapore.

Il **consumo di baseline**, in caso di "Sostituzione", è pari al consumo del sistema nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto alle variabili operative assunte dal sistema nella configurazione ex post. In caso di "Nuova installazione" il consumo di baseline sarà invece pari al consumo di riferimento che dovrà essere individuato per un sistema di caratteristiche equivalenti al sistema oggetto di intervento.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** potrà prevedere il prodotto tra una variabile significativa al fine del calcolo dei consumi (ad esempio, il numero di rigenerazioni di carboni attivi) e la differenza di consumo specifico, riferito alla variabile precedentemente individuata, nella configurazione di baseline e post intervento. Nell'esempio già citato quindi il consumo specifico sarà espresso come [kWh/rigenerazione].

Nel caso di presenza di un impianto di cogenerazione nel sito in cui è stato effettuato il progetto di efficienza energetica dovranno essere descritte le caratteristiche dell'impianto, le logiche di funzionamento e le eventuali variazioni del funzionamento dell'impianto a seguito dell'intervento di efficienza energetica al fine di valutare la corretta contabilizzazione dei risparmi di energia primaria conseguibili. Ad esempio, per determinare i risparmi di energia primaria conseguibili mediante l'intervento, potrebbe essere necessario determinare l'eventuale mancata produzione di energia elettrica in seguito alla diminuzione della richiesta di energia termica all'impianto di cogenerazione.

Unità di trattamento aria e sistemi di ventilazione meccanica

SETTORE CIVILE (RESIDENZIALE, TERZIARIO) E AGRICOLO

Le unità di trattamento aria (UTA) sono sistemi complessi che possono svolgere diverse funzioni necessarie per la climatizzazione degli ambienti, quali il riscaldamento, il raffrescamento, la deumidificazione e la purificazione dell'aria. Gli elementi che compongono tali sistemi, ad esempio batterie di pre/post-riscaldamento e di raffreddamento, nonché la loro disposizione, variano in base alle specifiche funzioni richieste all'impianto, che saranno a loro volta dipendenti dalle condizioni termigrometriche da assicurare in un determinato ambiente.

Un sistema di ventilazione meccanica, anche detto sistema VMC (ventilazione meccanica controllata) è invece generalmente installato per assicurare un ricambio dell'aria costante in ambienti chiusi, laddove non è conveniente o non è possibile sfruttare la ventilazione naturale. Un sistema di ventilazione meccanica può essere centralizzato o decentralizzato. Inoltre, configurazioni più evolute prevedono anche filtri ad alta efficienza per la purificazione dell'aria in ingresso e scambiatori per il recupero dell'energia termica dall'aria in uscita. In quest'ultimo caso un sistema VMC permette di ottenere importanti vantaggi da un punto di vista dell'efficienza energetica, assicurando il necessario ricambio d'aria agli ambienti interni senza disperderne il calore.

È utile, ai fini della valutazione delle prestazioni energetiche di un sistema di ventilazione, individuare le seguenti modalità di erogazione del servizio:

- sola ventilazione naturale;
- sola ventilazione meccanica;
- ventilazione ibrida (naturale e meccanica);
- ventilazione assicurata dall'impianto di climatizzazione.

A seconda della tipologia di sistema di ventilazione sarà necessario determinare una portata di ventilazione di riferimento per la sola ventilazione naturale, desunta dalla normativa vigente, altrimenti effettiva per gli altri casi, rilevata a partire dalla regolazione degli impianti, che influenzerà il calcolo dello scambio termico per ventilazione.

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione", "Sostituzione" ed "Efficientamento integrato" risulta pari rispettivamente a 10, 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione dei consumi di energia elettrica, termica e frigorifera necessari per la climatizzazione dell'edificio.

Le principali **variabili operative** sono:

- i gradi giorno;
- la superficie dell'edificio;
- la superficie opaca;
- la superficie vetrata;
- le caratteristiche dei materiali impiegati;
- il rapporto S/V, ovvero superficie disperdente diviso il volume dell'edificio;
- la configurazione del sistema di climatizzazione.

Il **consumo di baseline**, in caso di “Sostituzione” ed “Efficientamento integrato”, è pari al consumo del sistema di climatizzazione dell’edificio nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto alle variabili operative assunte nella configurazione post intervento. In caso di “Nuova installazione” il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento che dovrà essere individuato per un sistema di climatizzazione avente caratteristiche equivalenti al sistema oggetto di intervento (ad esempio in termini di portata di aria elaborata e di condizioni termo-igrometriche assicurabili).

L’**algoritmo di calcolo dei risparmi** si basa sulla differenza di consumo di energia tra le configurazioni di baseline e post intervento.

Tra i possibili interventi di “Efficientamento integrato” si segnalano le seguenti soluzioni:

- implementazione di sistemi di gestione efficienti, basati ad esempio sull’impiego della domotica;
- coibentazione delle tubazioni di distribuzione;
- re-layout del sistema di distribuzione.

Variazione delle materie in ingresso nel processo produttivo, compreso l'utilizzo di materiale di scarto della lavorazione, a parità di prodotto finito o semilavorato

MISURE COMPORTAMENTALI

La variazione delle materie in ingresso in un determinato processo produttivo è una misura comportamentale che può portare ad un miglioramento delle performance energetiche del macchinario, della linea produttiva e, più in generale, dell'intero impianto di produzione. La variazione può prevedere:

- la modifica della composizione del mix produttivo, aumentando o diminuendo la presenza di una materia in ingresso;
- l'alterazione delle proprietà chimico-fisiche delle materie in ingresso.

Il risparmio energetico può essere dovuto al riutilizzo di scarti di lavorazione al fine di evitare la produzione di ulteriori materie prime, ad esempio nell'industria siderurgica con la fusione degli scarti ottenuti da lavorazioni secondarie, oppure alla modifica delle proprietà chimico-fisiche del materiale in ingresso al fine di favorirne la successiva lavorazione, come può avvenire nei processi di estrusione di materie plastiche con l'aggiunta di additivi (Polymer Process Aid, PPA) che diminuiscono gli attriti tra massa fusa e parti metalliche per facilitare lo scorrimento del fuso.

In generale è possibile individuare un risparmio diretto, dovuto ad una riduzione del fabbisogno di energia del processo oggetto di intervento, ed un risparmio indiretto, dovuto alla variazione della materia in ingresso. Inoltre, vi sono interventi che determinano risparmi dovuti sia ad una riduzione dei consumi di energia elettrica che dovuti ad una riduzione dei consumi di gas e/o altro, ad esempio nel caso dell'impiego di rottame vetroso nel processo di fusione del vetro.

In ogni caso dovrà essere dimostrata la parità di servizio reso che si declina nel mantenimento delle caratteristiche del prodotto finito o semilavorato, ad esempio in termini di qualità e resistenza.

La **vita utile** per questi interventi, essendo unicamente prevista la "Nuova installazione", è pari a 3 anni.

Data la vastità di ambiti in cui questi interventi possono essere attuati, non risulta possibile fornire indicazioni generali valide per ogni possibile applicazione. Tuttavia, al fine di ottenere ulteriori informazioni utili alla presentazione dei progetti in merito al **programma di misura** e alle **variabili operative**, sarà necessario far riferimento allo specifico ambito di intervento. Ad esempio, per interventi riguardanti l'aggiunta di additivi al processo produttivo di materie plastiche, sarà possibile fare riferimento all'apposita Guida settoriale: "Il settore industriale della produzione di articoli in materiale plastico".

Si richiede in ogni caso di fornire un'adeguata descrizione di tutte le variabili individuate nelle configurazioni ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni del sistema. Tutte le utenze, quali macchinari o linee produttive, che possono beneficiare degli eventuali risparmi devono essere propriamente descritte anche in termini di strategie operative e modalità di regolazione.

Il **consumo di baseline** è pari al consumo specifico del sistema ante intervento, normalizzato rispetto alle variabili operative assunte nella configurazione post intervento.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** da applicare potrà essere determinato sulla base delle indicazioni fornite nello specifico ambito di intervento.

Scheda di progetto a consuntivo n. 1- Sostituzione di una pompa con una più efficiente

1. Ambito di applicazione della scheda

La presente scheda di progetto si applica a progetti che prevedono la sostituzione “uno a uno” di sistemi di pompaggio, ovverosia la sostituzione di una pompa con un'altra più efficiente a parità di servizio reso e di condizioni che influiscono sul consumo energetico, con particolare riferimento a portata e prevalenza, anche accompagnata dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter. Tale intervento può ricadere nei settori industriale, reti, servizi e trasporti e civile. L'intervento di sostituzione dei sistemi di pompaggio può essere realizzato anche nell'ambito dei servizi che compongono il cosiddetto Servizio Idrico Integrato, ovverosia i servizi di acquedotto, di depurazione e di fognatura, e comporta la riduzione dei consumi di energia elettrica. La presente scheda si applica a sistemi di pompaggio che trattano qualsiasi tipologia di liquido, a titolo esemplificativo e non esaustivo: acqua, olio, alcol, etc.

Nella seguente tabella è riportato il dettaglio delle informazioni relative al settore, alla tipologia e alla vita utile dell'intervento.

Settore di intervento	Tipologia di intervento	Vita utile
Industriale	Sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter.	5
Reti, servizi e trasporti	Efficientamento reti elettriche, del gas, idriche	5
Settore civile (residenziale, terziario) e agricolo	Sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter.	5

2. Algoritmo di calcolo dei risparmi

Di seguito l'algoritmo di calcolo da utilizzare per la rendicontazione dei risparmi energetici addizionali, come riportato nelle “Guide Settoriali, il Servizio Idrico Integrato”.

$$REA = \sum \left[\left(\frac{\eta_{post}}{\eta_{bas}} - 1 \right) \times E_{post} \right] \times f_e$$

essendo:

- REA Risparmio Energetico Addizionale, espresso in tep;
- η_{bas} e η_{post} i rendimenti da scheda tecnica delle pompe nella situazione di baseline ed ex post;
- E_{post} l'energia elettrica consumata dalla pompa nella situazione ex post;
- f_e il fattore di conversione pari a 0,000187 tep/kWh, in caso di prelievo di energia elettrica dalla rete elettrica nazionale.

Il valore di rendimento della pompa deve essere quello complessivo della macchina comprensivo della quota idraulica, volumetrica e meccanica. Sia nella condizione ex ante che ex post, il rendimento da considerare è quello da scheda tecnica nelle condizioni nominali di progetto. Il programma di misura, pertanto, dovrà prevedere la misura giornaliera dei seguenti parametri di controllo e parametri funzionali all'algoritmo:

- E_{post} , consumi di energia elettrica di ciascuna pompa [kWh/giorno];
- Volumi di acqua elaborati dal sistema di pompaggio [m3/giorno].

Al fine di garantire una corretta individuazione del contesto di riferimento, in fase di presentazione di un progetto sarà necessario fornire una tabella di sintesi, così come mostrato di seguito, con relativa documentazione di supporto (documenti di progetto, schede tecniche, etc.).

Parametri descrittivi	u.m.	Baseline			Ex post		
		Stazione di pompaggio 1	...	Stazione di pompaggio n	Stazione di pompaggio 1	...	Stazione di pompaggio n
Tipologia di pompa	-						
Portata	m3/h						
Prevalenza	m						
Potenza	kW						
Presenza di inverter	Si/no						
Efficienza della pompa in condizioni nominali di progetto	%						
Efficienza del motore	%						
Anno di installazione	-						

3. Consumo di baseline

Il consumo di baseline è pari al valore del consumo antecedente alla realizzazione del progetto di efficienza energetica, fermo restando quanto previsto all'art. 6, comma 6 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii. Ai fini della determinazione del consumo di baseline, il proponente dovrà considerare le misure dei consumi e delle variabili operative relative ad un periodo almeno pari a 12 mesi precedenti la realizzazione del progetto, con frequenza di campionamento almeno giornaliera. È ammesso un periodo ed una frequenza di campionamento inferiore nei casi previsti dal punto 1.3, dell'Allegato 1 al D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

4. Elenco della documentazione da trasmettere e da conservare

Fermo restando quanto indicato ai punti 4, 5, 7 dell'Allegato 1 del D.M. 11 gennaio 2017 ss.mm.ii., si richiede di trasmettere e conservare la seguente documentazione:

- Fatture di acquisto del sistema di pompaggio;
- DDT, documenti attestanti la realizzazione di opere preparatorie del sito per l'installazione del componente;
- Scheda tecnica delle pompe sostituite e di quelle installate;
- Scheda tecnica dei misuratori di energia elettrica e di portata;
- Schemi del programma di misura con indicazione dei misuratori installati;
- Consumi ante intervento;
- File Excel di rendicontazione, scaricabile dal sito istituzionale del GSE, contenente la stima dei risparmi di energia primaria.

In caso di controlli, resta salva la facoltà del GSE di richiedere documentazione ulteriore rispetto a quella inclusa nel presente elenco al fine della conferma dei requisiti dichiarati in fase di ammissione agli incentivi, ai sensi dell'art.12, comma 17, del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

Scheda di progetto a consuntivo n. 2 – Installazione di gruppi frigoriferi elettrici a compressione condensati ad aria e ad acqua

1. Ambito di applicazione della scheda

La presente scheda di progetto a consuntivo si applica agli interventi relativi alla nuova installazione di gruppi frigoriferi elettrici a compressione condensati ad aria, ad acqua o salamoia per la climatizzazione degli ambienti in ambito civile, industriale e a servizio di reti di teleraffrescamento. L'ambito di applicazione della scheda di progetto a consuntivo può essere esteso anche ai casi sostituzione "uno a uno" dei gruppi frigoriferi elettrici a compressione condensati ad aria, ad acqua o salamoia con analoghi gruppi frigoriferi più efficienti, qualora si utilizzi come EER di baseline l'EER di riferimento, laddove sia verificato che quest'ultimo sia maggiore dell'EER del gruppo frigorifero ex ante. Tale aspetto dovrà essere dimostrato mediante l'utilizzo di schede tecniche di prodotto che consentano di definire l'EER del gruppo frigorifero e le condizioni di esercizio alle quali è stato determinato.

La presente scheda di progetto non si applica ad interventi relativi all'installazione di:

- di pompe di calore reversibili per le quali si applicano le specifiche schede pubblicate;
- gruppi frigoriferi con free-cooling integrato.

Nella seguente tabella è riportato il dettaglio delle informazioni relative al settore, alla tipologia e alla vita utile degli interventi così come previsto dal D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., fermo restando quanto sopra indicato in merito all'ambito di applicazione della presente scheda di progetto.

Settore di intervento	Tipologia Intervento	Vita utile	
		Nuova installazione	Sostituzione
Industriale	Gruppi frigo e pompe di calore, centrali frigorifere, ivi compresi gli impianti di surgelazione e refrigerazione	7	5
Reti, servizi e trasporti	Impianti di produzione di energia termica o frigorifera a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento	10	7
Settore civile (residenziale, terziario) e agricolo	Gruppi frigo e pompe di calore, centrali frigorifere, per la climatizzazione degli ambienti e/o surgelazione.	10	7

2. Algoritmo di calcolo dei risparmi

Di seguito l'algoritmo di calcolo da utilizzare per la rendicontazione dei risparmi energetici addizionali:

$$REA = \left(\frac{1}{EER_{baseline}} - \frac{1}{EER_{ex\ post}} \right) \cdot E_{frigo} \cdot f_e$$

dove:

- REA =Risparmio Energetico Addizionale, espresso in tep;
- $EER_{baseline}$ determinato come segue:

$$EER_{baseline} = EER_{standard} \cdot K_{Carnot} \cdot K_{carico}$$

- $EER_{standard}$ = valore di EER di riferimento ricavabile dalla tabella riportata nel paragrafo successivo.
- K_{Carnot} = fattore correttivo delle differenti temperature tra riferimento ed ex post:

$$EER_{ex\ post} = \frac{EER_{Carnot\ da\ progetto\ ex\ post}}{EER_{Carnot\ standard}}$$

essendo:

- $EER_{Carnot\ standard} = \frac{T_{e\ standard}}{T_{c\ standard} - T_{e\ standard}}$
- $EER_{Carnot\ da\ progetto\ ex\ post} = \frac{T_{e\ da\ progetto\ ex\ post}}{T_{c\ da\ progetto\ ex\ post} - T_{e\ da\ progetto\ ex\ post}}$

con

- $T_{e\ standard}$ = temperatura (espressa in Kelvin) media all'evaporatore (colonna ambiente interno della tabella riportata nel paragrafo successivo). Per l'aria si considera, invece, la temperatura di bulbo secco all'entrata;
 - $T_{c\ standard}$ = temperatura (espressa in Kelvin) media al condensatore (colonna ambiente esterno della tabella riportata nel paragrafo successivo). Nel caso di aria si considera la temperatura di bulbo secco all'entrata;
 - $T_{e\ da\ progetto\ ex\ post}$ = temperatura (espressa in Kelvin) media all'evaporatore da progetto del gruppo frigorifero utilizzato nella situazione ex post. Per l'aria si considera, invece, la temperatura di bulbo secco all'entrata;
 - $T_{c\ da\ progetto\ ex\ post}$ = temperatura (espressa in Kelvin) media al condensatore da progetto del gruppo frigorifero utilizzato nella situazione ex post. Nel caso di aria si considera la temperatura di bulbo secco all'entrata;
- K_{carico} = fattore correttivo che tiene conto della correlazione che sussiste tra il fattore di carico (F) ed il valore di EER:

$$K_{carico} = -0,4 \cdot F + 1,4 \quad \text{se } F \geq 50\%$$

$$K_{carico} = 0,1822 \cdot \ln(F) + 1,329 \quad \text{se } F < 50\%$$

essendo:

- F, il fattore di carico pari a:

$$F = \frac{P_{frigo\ ex\ post}}{P_{frigo\ nom}}$$

- $P_{frigo\ ex\ post}$ = la potenza frigorifera oraria prodotta dalla macchina nella situazione ex post;
- $P_{frigo\ nom}$ = la potenza frigorifera nominale indicata nella scheda tecnica del gruppo frigo installato nella situazione ex post.;

- $EER_{ex\ post}$ = valore orario misurato nelle condizioni ex post, pari a:

$$EER_{ex\ post} = \frac{E_{frigo}}{E_{elettrica}}$$

con

- E_{frigo} = energia frigorifera ceduta all'utenza [MWh];
- $E_{elettrica}$ = energia assorbita dal solo compressore [MWh];

- f_e = fattore di conversione pari a 0,187 tep/MWh, in caso di prelievo di energia elettrica dalla rete elettrica nazionale.

Il programma di misura e il calcolo dei risparmi deve essere impostato con frequenza oraria.

3. Consumo di baseline

Il consumo di baseline, nel caso di nuovi impianti, edifici o siti comunque denominati per i quali non esistono valori di consumi energetici antecedenti all'intervento, è pari al consumo di riferimento. In particolare, il consumo di riferimento è ricavabile dalla seguente tabella.

Ambiente		Gruppi frigo a compressione						
Esterno	Interno	Ambiente esterno (°C)	Ambiente interno (°C)	EER _{standard}				
				Intervalli di Potenza, P _n (kWfrig)				
				20-50	51-250	251-500	501-1000	>1000
Aria	Aria	Bulbo secco all'entrata: 35 Bulbo umido all'entrata: 24	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entrata: 19	3,4				
	Acqua		Temperatura entrata: 12 Temperatura uscita: 7	2,8	2,9	2,9	3,0	3,2
Acqua	Aria	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entrata: 19	4,4				
	Acqua		Temperatura entrata: 12 Temperatura uscita: 7	3,9	4,0	4,4	4,8	4,9
Salamoia	Aria	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entrata: 19	4,4				
	Acqua		Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18	4,4				

Per i casi di sostituzione, come definito nell'ambito di applicazione della presente scheda di progetto a consuntivo, il valore dell'EER di baseline dovrà essere posto pari al valore di EER di riferimento, qualora si dimostri che quest'ultimo sia maggiore dell'EER del gruppo frigorifero ex ante. Tale aspetto dovrà essere dimostrato mediante l'utilizzo di schede tecniche di prodotto che consentano di definire l'EER del gruppo frigorifero e le condizioni di esercizio alle quali è stato determinato (es. carico nominale, temperature medie all'evaporatore e al condensatore) al fine di effettuare un confronto omogeneo tra i valori di EER oggetto di analisi. Si rappresenta che il confronto tra EER di riferimento ed EER ex ante deve essere effettuato a parità di temperature all'evaporatore e al condensatore. Pertanto, qualora tali temperature differiscano, si dovrà utilizzare il fattore K_{Carnot} (si veda paragrafo precedente per la formulazione¹) per riportare il valore dell'EER ex ante alle condizioni di riferimento. Si rappresenta, inoltre, che nei casi di sostituzione, qualora vi sia una variazione del fluido termovettore in ingresso e/o in uscita dalla macchina tra la situazione ex ante ed ex post, si dovrà dimostrare che l'EER ex ante sia inferiore al valore dell'EER di riferimento determinato tenendo conto del fluido termovettore del gruppo frigorifero ex post.

4. Elenco della documentazione da trasmettere e da conservare

Fermo restando quanto indicato ai punti 4, 5, 7 dell'Allegato 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., si richiede di trasmettere e conservare la seguente documentazione:

- Fatture di acquisto del gruppo frigorifero;

¹ In tal caso la formula deve essere riscritta sostituendo la parola "standard" con le parole "ex ante da scheda tecnica" e le parole "da progetto ex post" con "standard".

- DDT, documenti attestanti la realizzazione di opere preparatorie del sito per l'installazione del componente;
- Scheda tecnica del gruppo frigorifero da installare;
- Scheda tecnica dei misuratori di energia elettrica e di energia frigorifera;
- Schema del programma di misura con indicazione dei misuratori installati;
- Documentazione che descriva la logica di funzionamento del gruppo frigorifero sostituito all'interno della centrale frigorifera oggetto di intervento (laddove si tratti di un intervento di sostituzione);
- File Excel di rendicontazione, scaricabile dal sito istituzionale del GSE, contenente la stima dei risparmi di energia primaria.

In caso di controlli, resta salva la facoltà del GSE di richiedere documentazione ulteriore rispetto a quella inclusa nel presente elenco al fine della conferma dei requisiti dichiarati in fase di ammissione agli incentivi, ai sensi dell'art.12, comma 17, del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

Scheda di progetto a consuntivo n. 3 - Sostituzione di caldaie alimentate a combustibile fossile per la produzione di energia termica con Pompe di Calore

1. Ambito di applicazione della scheda

La presente scheda di progetto a consuntivo si applica agli interventi relativi alla sostituzione “uno a uno” di caldaie alimentate a combustibile fossile con pompe di calore elettriche a compressione per la produzione di energia termica in ambito civile, industriale e a servizio di reti di teleriscaldamento.

La presente scheda di progetto a consuntivo non si applica:

- per la rendicontazione dei risparmi associati all’eventuale produzione di energia frigorifera della configurazione impiantistica post intervento;
- per gli interventi di installazione di pompe di calore ai fini del rispetto delle quote d’obbligo di integrazione delle fonti rinnovabili secondo quanto previsto dal D.Lgs. 28/2011.

Nella seguente tabella è riportato il dettaglio delle informazioni relative al settore, alla tipologia e alla vita utile degli interventi così come previsto dal D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., fermo restando quanto sopra indicato in merito all’ambito di applicazione della presente scheda di progetto.

Settore di intervento	Tipologia Intervento	Vita utile
Industriale	Gruppi frigo e pompe di calore, centrali frigorifere, ivi compresi gli impianti di surgelazione e refrigerazione	5
Reti, servizi e trasporti	Impianti di produzione di energia termica o frigorifera a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento	7
Settore civile (residenziale, terziario) e agricolo	Gruppi frigo e pompe di calore, centrali frigorifere, per la climatizzazione degli ambienti e/o surgelazione.	7

2. Condizioni di ammissibilità

Le Pompe di Calore elettriche a compressione devono rispettare i requisiti minimi prescritti dall’Allegato 2, punto 3, del D.Lgs. 28/2011 e ss.mm.ii. secondo quanto di seguito riportato.

Ambiente		Pompe Elettriche			
Esterno	Interno	Ambiente esterno (°C)	Ambiente interno (°C)	COP	
Aria	Aria	Bulbo secco all’entrata: 7 Bulbo umido all’entrata: 6	Bulbo secco all’entrata: 20 Bulbo umido all’entrata: 15	3,9	
	Acqua		Potenza termica utile riscaldamento ≤ 35 kW	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	4,1
			Potenza termica utile riscaldamento > 35 kW		3,8
Acqua	Aria	Temperatura entrata: 15 Temperatura uscita: 12	Bulbo secco all’entrata: 20 Bulbo umido all’entrata: 15	4,7	
	Acqua	Temperatura entrata: 10	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	5,1	
Salamoia	Aria	Temperatura entrata: 0	Bulbo secco all’entrata: 20 Bulbo umido all’entrata: 15	4,3	

	Acqua		Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	4,3
--	-------	--	---	-----

3. Algoritmo di calcolo dei risparmi

Di seguito l'algoritmo di calcolo da utilizzare per la rendicontazione dei risparmi energetici addizionali:

$$REA = \frac{E_{termica}}{\eta_{baseline}} \cdot f_t - E_{e_PdC} \cdot f_e$$

dove:

- REA =Risparmio Energetico Addizionale, espresso in tep;
- $\eta_{baseline}$ =rendimento della caldaia sostituita;
- $E_{termica}$ = energia termica netta ceduta all'utenza nella situazione post intervento [MWh];
- E_{e_PdC} = energia elettrica assorbita dal compressore della pompa di calore [MWh];
- f_t = fattore di conversione pari a 0,086 tep/MWh_t;
- f_e = fattore di conversione pari a 0,187 tep/MWh_e.

Il programma di misura e il calcolo dei risparmi deve essere impostato con frequenza oraria.

4. Consumo di baseline

Il consumo di baseline è pari al valore del consumo antecedente alla realizzazione del progetto di efficienza energetica, fermo restando quanto previsto all'art. 6, comma 6 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii. In particolare, ai fini della determinazione del consumo di baseline, dovrà essere determinato il valore del rendimento della caldaia sostituita ($\eta_{baseline}$). A tal fine, il proponente dovrà considerare le misure, sia dei consumi (gas naturale in ingresso alla caldaia) sia delle variabili operative (energia termica prodotta), relative ad un periodo almeno pari a 12 mesi precedenti la realizzazione del progetto, con frequenza di campionamento almeno giornaliera. In ogni caso il proponente del progetto è tenuto ad effettuare una analisi atta ad identificare le variabili operative che influenzano il consumo del sistema oggetto di intervento ed una misura delle stesse. È ammesso un periodo ed una frequenza di campionamento inferiore nei casi previsti dal punto 1.3, dell'Allegato 1 al D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

5. Elenco della documentazione da trasmettere e da conservare

Fermo restando quanto indicato ai punti 4, 5, 7 dell'Allegato 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., si richiede di trasmettere e conservare la seguente documentazione:

- Fatture di acquisto delle pompe di calore;
- DDT, documenti attestanti la realizzazione di opere preparatorie del sito per l'installazione dei componenti;
- Attestati di conformità e ogni altra documentazione idonea ad attestare il rispetto della normativa tecnica indicata al precedente paragrafo 2;
- Scheda tecnica della caldaia ex ante;
- Scheda tecnica della pompa di calore ex post;
- Scheda tecnica dei misuratori di energia elettrica, energia termica e gas naturale;
- Consumi ante intervento;

- File Excel di rendicontazione, scaricabile dal sito istituzionale del GSE, contenente la stima dei risparmi di energia primaria.

In caso di controlli, resta salva la facoltà del GSE di richiedere documentazione ulteriore rispetto a quella inclusa nel presente elenco al fine della conferma dei requisiti dichiarati in fase di ammissione agli incentivi, ai sensi dell'art.12, comma 17, del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

Scheda di progetto a consuntivo n. 4 - Sostituzione di pompe di calore per la produzione di energia termica con pompe di calore

1. Ambito di applicazione della scheda

La presente scheda di progetto a consuntivo si applica agli interventi relativi alla sostituzione “uno a uno” di pompe di calore elettriche a compressione con pompe di calore elettriche a compressione più efficienti per la produzione di energia termica in ambito civile, industriale e a servizio di reti di teleriscaldamento.

La presente scheda di progetto a consuntivo non si applica:

- per la rendicontazione dei risparmi associati all’eventuale produzione di energia frigorifera.
- per gli interventi di installazione di pompe di calore ai fini del rispetto delle quote d’obbligo di integrazione delle fonti rinnovabili secondo quanto previsto dal D.Lgs. 28/2011 e ss.mm.ii.

Nella seguente tabella è riportato il dettaglio delle informazioni relative al settore, alla tipologia e alla vita utile degli interventi così come previsto dal D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., fermo restando quanto sopra indicato in merito all’ambito di applicazione della presente scheda di progetto.

Settore di intervento	Tipologia Intervento	Vita utile
Industriale	Gruppi frigo e pompe di calore, centrali frigorifere, ivi compresi gli impianti di surgelazione e refrigerazione	5
Reti, servizi e trasporti	Impianti di produzione di energia termica o frigorifera a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento	7
Settore civile (residenziale, terziario) e agricolo	Gruppi frigo e pompe di calore, centrali frigorifere, per la climatizzazione degli ambienti e/o surgelazione.	7

2. Condizioni di ammissibilità

Le pompe di calore elettriche a compressione devono rispettare i requisiti minimi prescritti dall’Allegato 2, punto 3, del D.Lgs. 28/2011 e ss.mm.ii. secondo quanto di seguito riportato.

Ambiente			Pompe Elettriche		
Esterno	Interno		Ambiente esterno (°C)	Ambiente interno (°C)	COP
Aria	Aria		Bulbo secco all’entrata: 7 Bulbo umido all’entrata: 6	Bulbo secco all’entrata: 20 Bulbo umido all’entrata: 15	3,9
	Acqua	Potenza termica utile riscaldamento ≤ 35 kW		Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	4,1
		Potenza termica utile riscaldamento > 35 kW			3,8
Acqua	Aria		Temperatura entrata: 15 Temperatura uscita: 12	Bulbo secco all’entrata: 20 Bulbo umido all’entrata: 15	4,7
	Acqua		Temperatura entrata: 10	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	5,1
Salamoia	Aria		Temperatura entrata: 0	Bulbo secco all’entrata: 20 Bulbo umido all’entrata: 15	4,3
	Acqua			Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	4,3

3. Algoritmo di calcolo dei risparmi

Di seguito l'algoritmo di calcolo da utilizzare per la rendicontazione dei risparmi energetici aggiuntivi:

$$REA = \left(\frac{1}{COP_{baseline}} - \frac{1}{COP_{ex\ post}} \right) \cdot E_{termica} \cdot f_e$$

dove:

- REA = Risparmio Energetico Aggiuntivo, espresso in tep;
- $COP_{baseline}$ = valore orario misurato del coefficiente di prestazione della pompa di calore nelle condizioni di baseline, pari a:

$$COP_{baseline} = \frac{E_{termica}}{E_{elettrica}}$$

Qualora le misure ex ante non siano disponibili, ovvero non siano rappresentative dei consumi annuali, è possibile utilizzare come COP di baseline il COP di riferimento riportato nella tabella inserita nel paragrafo successivo, laddove sia verificato che quest'ultimo sia maggiore del COP della pompa di calore ex ante. Tale aspetto dovrà essere dimostrato mediante l'utilizzo di schede tecniche di prodotto che consentano di definire il COP della pompa di calore e le condizioni di esercizio alle quali è stato determinato (es. carico nominale, temperature medie all'evaporatore e al condensatore) al fine di effettuare un confronto omogeneo tra i valori di COP oggetto di analisi;

- $COP_{ex\ post}$ = valore orario misurato del coefficiente di prestazione della pompa di calore nelle condizioni ex post, pari a:

$$COP_{ex\ post} = \frac{E_{termica}}{E_{elettrica}}$$

- $E_{termica}$ = energia termica netta ceduta all'utenza [MWh];
- $E_{elettrica}$ = energia assorbita dal solo compressore [MWh];
- f_e = fattore di conversione pari a 0,187 tep/MWh_e.

Il programma di misura e il calcolo dei risparmi deve essere impostato con frequenza oraria.

4. Consumo di baseline

Il consumo di baseline è pari al valore del consumo antecedente alla realizzazione del progetto di efficienza energetica, fermo restando quanto previsto all'art. 6, comma 6 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii. Il proponente dovrà considerare le misure, sia dei consumi (energia elettrica assorbita dal compressore), sia delle variabili operative e del servizio reso (energia termica prodotta), relative ad un periodo almeno pari a 12 mesi precedenti la realizzazione del progetto, con frequenza di campionamento almeno giornaliera. In ogni caso il proponente del progetto è tenuto ad effettuare una analisi atta ad identificare le variabili operative che influenzano il consumo del sistema oggetto di intervento ed una misura delle stesse. È ammesso un periodo ed una frequenza di campionamento inferiore nei casi previsti dal punto 1.3, dell'Allegato 1 al D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

Ambiente		COP di riferimento per le pompe di calore elettriche		
Esterno	Interno	Ambiente esterno (°C)	Ambiente interno (°C)	COP
Aria	Aria	Bulbo secco all'entrata: 7 Bulbo umido all'entrata: 6	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entrata: 15	3,9
	Acqua		Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	4,1
Acqua	Aria	Temperatura entrata: 15 Temperatura uscita: 12	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entrata: 15	4,7
	Acqua	Temperatura entrata: 10	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	5,7
Salamoia	Aria	Temperatura entrata: 0	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entrata: 15	4,3
	Acqua		Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	4,3

5. Elenco della documentazione da trasmettere e da conservare

Fermo restando quanto indicato ai punti 4, 5, 7 dell'Allegato 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., si richiede di trasmettere e conservare la seguente documentazione:

- Fatture di acquisto dei pompe di calore;
- DDT, documenti attestanti la realizzazione di opere preparatorie del sito per l'installazione dei componenti;
- Attestati di conformità e ogni altra documentazione idonea ad attestare il rispetto della normativa tecnica indicata al precedente paragrafo 2;
- Scheda tecnica della pompa di calore ex ante;
- Scheda tecnica della pompa di calore ex post;
- Scheda tecnica dei misuratori di energia elettrica, energia termica;
- Consumi ante intervento;
- File Excel di rendicontazione, scaricabile dal sito istituzionale del GSE, contenente la stima dei risparmi di energia primaria;

In caso di controlli, resta salva la facoltà del GSE di richiedere documentazione ulteriore rispetto a quella inclusa nel presente elenco al fine della conferma dei requisiti dichiarati in fase di ammissione agli incentivi, ai sensi dell'art.12, comma 17, del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

Scheda di progetto a consuntivo n. 5 – Impianti per la produzione di aria compressa

1. Ambito di applicazione della scheda

La presente scheda di progetto si applica a progetti che prevedono la nuova installazione, ovvero la sostituzione “uno a uno” di compressori di tipo “a vite”, anche a giri variabili.

Nella seguente tabella è riportato il dettaglio delle informazioni relative al settore, alla tipologia e alla vita utile dell'intervento.

Settore di intervento	Tipologia Intervento	Vita utile	
		Nuova installazione	Sostituzione
Industriale	Impianti di produzione dell'aria compressa	7	5
Reti, servizi e trasporti	Impianti di produzione dell'aria compressa	7	5

2. Algoritmo di calcolo dei risparmi

Di seguito l'algoritmo di calcolo da utilizzare per la rendicontazione dei risparmi energetici aggiuntivi:

$$REA = \left[CS_{baseline} \cdot \left(\frac{\ln \beta_{post}}{\ln \beta_{baseline}} \right) - CS_{post} \right] \cdot (P_{post} - P_{fughe})$$

REA Risparmio Energetico Aggiuntivo, espresso in tep;

CS_{baseline}: consumo specifico di baseline determinato in funzione della portata erogata alle utenze e della pressione di esercizio, espresso in kWh/Nm³. Per i casi di sostituzione, è necessario verificare la dipendenza del valore di consumo specifico, kWh/Nm³, in funzione dei valori di portata e pressione di esercizio rilevati nelle condizioni ex ante e determinarne la relativa correlazione. Nel caso di nuova installazione il consumo specifico di baseline è pari al consumo specifico di un compressore di riferimento operante alla pressione di 7 bar, pari a 0,1075 kWh/Nm³. Nel caso in cui il compressore installato si trovi ad operare a pressione differente da quelle di riferimento il consumo specifico di baseline è normalizzabile rispetto alla pressione di riferimento;

CS_{post}: consumo specifico nella situazione post intervento, espresso in kWh/Nm³;

P_{post}: portata aria compressa erogata nelle condizioni post intervento espressa Nm³;

p_{post}: pressione di esercizio rilevata post intervento, espressa in bar. La misura della pressione di esercizio post intervento deve essere inclusa nel programma di misura, anche se non contemplata nell'algoritmo di calcolo dei risparmi.

p_{baseline}: pressione di esercizio del compressore di baseline, pari a 7 bar qualora ci si riferisca al valore del consumo del compressore di riferimento.

p_{amb}: è la pressione alla quale viene aspirata l'aria ambiente, espressa in bar.

β_{post}: è il rapporto di compressione medio rilevato durante il periodo di consuntivazione, dato dal rapporto tra *p_{post}* e *p_{amb}*.

β_{rif} : è il rapporto di compressione alle condizioni di baseline dato dal rapporto tra $p_{baseline}$ e p_{amb} .

P'_{fughe} : le perdite di aria compressa in Nm^3 , valutabili, ad esempio, attraverso una delle metodologie:

1. un test eseguito disattivando tutte le utenze d'aria e misurando i tempi di pompaggio del compressore entro un determinato arco di tempo. In base a questa misurazione si calcola il volume complessivo delle perdite con la seguente formula, in accordo con quanto riportato nel BREF "Energy Efficiency":

$$P'_{fughe} = \frac{P_{compressore} * \sum t_i}{T}$$

Avendo indicato con:

P'_{fughe} le perdite espresse in $[\frac{Nm^3}{min}]$;

$P_{compressore}$ la portata del compressore in $[\frac{Nm^3}{min}]$;

$\sum t_i$ la somma dei tempi di marcia del compressore;

T il tempo totale del test $[min]$;

2. un test eseguito misurando il tempo impiegato affinché la pressione nel serbatoio di stoccaggio dell'aria nell'impianto diminuisca di 1 o 2 bar, con i compressori spenti e con tutti i punti di consumo dell'aria disconnessi dal sistema. In base a questa misurazione si calcola il volume complessivo delle perdite con la seguente formula, in accordo con quanto riportato nel BREF "Energy Efficiency":

$$P'_{fughe} = \frac{V_{serbatoio} * (p_2 - p_1)}{T}$$

Avendo indicato con:

P'_{fughe} le perdite espresse in $[\frac{Nm^3}{min}]$;

$V_{serbatoio}$ il volume del serbatoio di stoccaggio dell'aria in $[m^3]$;

p_1 la pressione finale nel serbatoio di stoccaggio $[bar]$;

p_2 la pressione iniziale nel serbatoio di stoccaggio $[bar]$;

T il tempo totale del test $[min]$;

3. un controllo dell'impianto con delle misurazioni ad ultrasuoni.
Si rappresenta che il valore di P_{fughe} risulta legato a P'_{fughe} attraverso il tempo di funzionamento dell'impianto di aria compressa.

Le perdite, inoltre, possono essere espresse in termini percentuali rispetto alla portata dei compressori attraverso la formula:

$$\%P'_{fughe} = \frac{100 * P'_{fughe}}{P}$$

Dai dati di letteratura, si riscontra che le esse ammontano al 15-30% dell'aria compressa elaborata, anche se frequentemente si rilevano casi con percentuali maggiori.

In via cautelativa, qualora la valutazione delle perdite attraverso le modalità sopra esposte risulti di difficile applicazione, potrà essere considerata una $\%P'_{fughe}$ del 35% rispetto alla portata totale elaborata nel periodo di rendicontazione.

Il programma di misura e il calcolo dei risparmi deve essere impostato con frequenza giornaliera.

3. Consumo di baseline

Il consumo di baseline, nel caso di nuovi impianti, edifici o siti comunque denominati per i quali non esistono valori di consumi energetici antecedenti all'intervento, è pari al consumo di riferimento. In particolare, in questi casi, il consumo di baseline è pari al consumo di riferimento di un compressore operante alla pressione di 7 bar con consumo specifico di 0,1075 kWh/Nm³. Tale consumo è normalizzabile al variare della pressione di esercizio rispetto a quella di funzionamento del compressore di riferimento.

Nei casi di sostituzione il consumo di baseline è pari al valore del consumo antecedente alla realizzazione del progetto di efficienza energetica, fermo restando quanto previsto all'art. 6, comma 6 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii. Ai fini della determinazione del consumo di baseline, il proponente dovrà considerare le misure dei consumi e delle variabili operative relative ad un periodo almeno pari a 12 mesi precedenti la realizzazione del progetto, con frequenza di campionamento almeno giornaliera. È ammesso un periodo ed una frequenza di campionamento inferiore nei casi previsti dal punto 1.3, dell'Allegato 1 al D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

4. Elenco della documentazione da trasmettere e da conservare

Fermo restando quanto indicato ai punti 4, 5, 7 dell'Allegato 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., si richiede di trasmettere e conservare la seguente documentazione:

- Fatture di acquisto dell'impianto di produzione dell'aria compressa ;
- DDT, documenti attestanti la realizzazione di opere preparatorie del sito per l'installazione del componente;
- Scheda tecnica del compressore installato;
- Scheda tecnica dei misuratori di energia elettrica, di portata e di pressione;
- Schemi del programma di misura con indicazione dei misuratori installati;
- File Excel di rendicontazione, scaricabile dal sito istituzionale del GSE, contenente la stima dei risparmi di energia primaria.

In caso di controlli, resta salva la facoltà del GSE di richiedere documentazione ulteriore rispetto a quella inclusa nel presente elenco al fine della conferma dei requisiti dichiarati in fase di ammissione agli incentivi, ai sensi dell'art.12, comma 17, del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

Scheda di progetto a consuntivo n. 6 – Sostituzione di sistemi per l’illuminazione pubblica

1. Ambito di applicazione della scheda

La presente scheda di progetto a consuntivo si applica a progetti relativi alla sostituzione puntuale degli apparecchi di illuminazione con lampade a led relativi ad impianti d’illuminazione pubblica (ivi compresi gli eventuali lavori di sostituzione dei sostegni, dei quadri elettrici e delle linee di alimentazione). Si specifica che la presente scheda a consuntivo non rendiconta i risparmi relativi ad interventi che prevedono:

- variazione del numero dei punti luce della Via/Piazza tra le condizioni ante e post intervento;
- modifica della categoria illuminotecnica, secondo la UNI 11248, della Via/Piazza oggetto di intervento tra la situazione ante intervento e post intervento;
- l’utilizzo di lampade e/o corpi illuminanti che consentono, tramite la regolazione della potenza assorbita, l’erogazione di un flusso luminoso costante nel tempo;
- l’adozione di sistemi di illuminazione adattivi in base alle specifiche condizioni di traffico veicolare e/o ambientali;
- l’adozione di sistemi di regolazione del flusso luminoso;
- nuova installazione di impianti di illuminazione pubblica.

Nella seguente tabella è riportato il dettaglio delle informazioni relative al settore, alla tipologia e alla vita utile dell’intervento.

Settore di intervento	Tipologia Intervento	Vita utile
Reti, servizi e trasporti	Sistemi per l'illuminazione pubblica	5

2. Condizioni di ammissibilità

Il nuovo impianto di illuminazione pubblica deve garantire il rispetto dei requisiti prestazionali minimi previsti dalla norma UNI 13201, per ciascuna categoria illuminotecnica definita dalla norma UNI 11248.

Per l’accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi dovranno essere installate lampade e/o corpi illuminanti a LED con prestazioni pari o superiori a quelle riportate nella Tabella 15 del D.M. 27 settembre 2017 ss.mm.ii.

– *Criteri ambientali minimi per l’acquisizione di apparecchi per l’illuminazione pubblica, l’affidamento del servizio di progettazione di impianti per l’illuminazione pubblica.*

Efficienza luminosa del modulo LED completo di sistema ottico [lm/W]	Efficienza luminosa del modulo LED senza sistema ottico [lm/W]
≥ 105	≥ 120

3. Algoritmo di calcolo dei risparmi

L’algoritmo di calcolo dei risparmi relativi ai progetti di installazione di impianti di illuminazione pubblica è il seguente:

$$REA = [(P_{baseline} \cdot h_{post}) - (E_{post} \cdot Agg_{lux})] \cdot Add_{norm} \cdot 0,187 \cdot 10^{-3} [tep]$$

dove:

- *REA* =Risparmio Energetico Addizionale, espresso in tep;

- $P_{baseline}$ = potenza nominale installata (da scheda tecnica) delle lampade e/o corpi illuminanti presenti nella situazione ante intervento (eventualmente comprensiva degli assorbimenti dovuti agli alimentatori), da confrontare con le misure trasmesse relativamente allo stato ante intervento. Nel caso di nuova installazione la $P_{baseline}$ è la potenza delle lampade e/o corpi illuminanti di riferimento;
- E_{post} = energia elettrica misurata nella situazione post intervento;
- h_{post} = numero di ore equivalenti di funzionamento delle lampade e/o corpi illuminanti nella situazione post intervento. Tale grandezza è calcolata come segue:

$$h_{post} = \frac{E_{post}}{P_{post}}$$

essendo P_{post} la potenza nominale installata (da scheda tecnica) delle lampade e/o corpi illuminanti presenti nella situazione post intervento (eventualmente comprensiva degli assorbimenti dovuti agli alimentatori);

- Agg_{lux} è il coefficiente di aggiustamento illuminotecnico e deve essere preso in considerazione nel caso in cui nelle condizioni post intervento si abbiano dei livelli di luminanza/illuminamento inferiori rispetto alle condizioni di baseline. Tale coefficiente, maggiore o uguale al valore unitario, viene determinato come rapporto tra luminanza/illuminamento nella situazione di baseline e nella situazione post intervento ed è necessario a garantire che i risparmi siano calcolati a parità di condizioni di illuminamento;
- Add_{norm} è il coefficiente di addizionalità normativa da utilizzare nel momento in cui nelle condizioni ante intervento i requisiti di luminanza/illuminamento non siano rispettati. Pertanto, attraverso tale parametro si quantifica, in termini di riduzione del risparmio energetico conseguibile mediante il progetto, la parte dell'intervento che si configura come un adeguamento ai requisiti di luminanza/illuminamento previsti dalla normativa. Tale coefficiente, minore o uguale a 1 e moltiplicativo del totale dei risparmi calcolati, viene definito dal rapporto tra la luminanza/illuminamento fornito nelle condizioni ante intervento e quello previsto dalla normativa di riferimento.

4. Consumo di baseline

La definizione del corretto valore di baseline da adottare per il calcolo dei risparmi energetici addizionali deve tener conto di quanto stabilito dal D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., secondo cui *"il consumo di baseline è pari al valore del consumo antecedente alla realizzazione del progetto di efficienza energetica, fermo restando quanto previsto all'art. 6, comma 6"*. Si rappresenta che è ammesso un periodo di campionamento inferiore ai 12 mesi nei casi previsti dal punto 1.3, dell'Allegato 1 al D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

La definizione della baseline dunque parte dall'analisi dello stato di fatto. In particolare, deve essere identificato un valore di potenza assorbita dall'impianto a partire dalla numerosità, tipologia e potenza delle lampade e/o dei corpi illuminanti installati e dall'efficienza di eventuali alimentatori presenti nella condizione ante intervento.

Deve poi essere valutato il rispetto della norma UNI 13201 in merito ai livelli minimi di luminanza/illuminamento per la situazione di baseline. Tale rispetto deve essere dimostrato fornendo i calcoli illuminotecnici di baseline, ovvero sia della situazione ante intervento. Qualora non fosse garantito, nella situazione ante intervento, il rispetto dei livelli minimi di luminanza/illuminamento, il soggetto proponente dovrà adottare un coefficiente di addizionalità normativa, pari al rapporto tra i livelli di luminanza/illuminamento ante intervento e il livello di luminanza/illuminamento minimo previsto dalla normativa.

5. Elenco della documentazione da trasmettere e da conservare

Fermo restando quanto indicato ai punti 4, 5, 7 dell'Allegato 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., si richiede di trasmettere e conservare la documentazione sotto riportata:

- Fatture di acquisto delle lampade e di eventuali componenti accessori (ad esempio quadri, sostegni, etc);
- DDT, documenti attestanti la realizzazione di opere preparatorie del sito per l'installazione del sistema di illuminazione;
- Calcoli illuminotecnici nelle condizioni ante intervento e post intervento, come indicato nella Guida Settoriale sull'Illuminazione pubblica;
- Schede tecniche delle lampade ante e post intervento;
- Attestati di conformità e ogni altra documentazione idonea ad attestare il rispetto della normativa tecnica indicata al precedente paragrafo 2;
- Scheda tecnica dei misuratori di energia elettrica nel caso in cui siano differenti dai contatori dell'energia elettrica del distributore associati al POD;
- Schemi del programma di misura con indicazione dei misuratori installati;
- Consumi ante intervento;
- File Excel di rendicontazione, scaricabile dal sito istituzionale del GSE, contenente la stima dei risparmi di energia primaria.

In caso di controlli, resta salva la facoltà del GSE di richiedere documentazione ulteriore rispetto a quella inclusa nel presente elenco al fine della conferma dei requisiti dichiarati in fase di ammissione agli incentivi, ai sensi dell'art.12, comma 17, del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

Scheda di progetto a consuntivo n. 7 – Sostituzione degli apparecchi di illuminazione con lampade a led

1. Ambito di applicazione della scheda

La presente scheda di progetto a consuntivo si applica a progetti relativi alla sostituzione puntuale degli apparecchi di illuminazione con lampade a led all'interno di edifici nel settore civile e industriale (ivi compresi gli eventuali lavori di sostituzione dei sostegni, dei quadri elettrici e delle linee di alimentazione). Si specifica che la presente scheda a consuntivo non rendiconta i risparmi relativi ad interventi che prevedono:

- la variazione del numero dei punti luce delle aree tra le condizioni ante e post intervento;
- il cambio di destinazione d'uso delle aree oggetto di intervento tra la situazione ante intervento e post intervento;
- l'utilizzo di lampade e/o corpi illuminanti che consentono, tramite la regolazione della potenza assorbita, l'erogazione di un flusso luminoso costante nel tempo;
- l'adozione di sistemi di spegnimento automatico delle lampade, mediante i sensori di presenza;
- l'adozione di sistemi di regolazione del flusso luminoso;
- la nuova installazione di impianti di illuminazione.

Nella seguente tabella è riportato il dettaglio delle informazioni relative al settore, alla tipologia e alla vita utile dell'intervento.

Settore di intervento	Tipologia Intervento	Vita utile
Settore industriale	Sistemi per l'illuminazione	5
Settore civile (residenziale, terziario) e agricolo	Sistemi per l'illuminazione privata	5

2. Condizioni di ammissibilità

Il nuovo impianto di illuminazione pubblica deve garantire il rispetto dei livelli minimi di illuminamento previsti dalla norma UNI EN 12464.

Ai fini dell'accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi le lampade da installare nella situazione post intervento devono presentare una classe di efficienza almeno pari alla classe A++, secondo quanto previsto dai Regolamenti (UE) n. 874/2012 e (UE) n. 1194/2012 e ss.mm.ii.. Si specifica che per i prodotti di illuminazione che sono esclusi dal campo di applicazione del Regolamento (UE) n. 874/2012 (per esempio per le "lampade e moduli LED commercializzati con parti di un apparecchio di illuminazione e non destinati ad essere asportati dall'utilizzatore finale"), non si richiede il rispetto di tale requisito. In tal caso, dovrà essere data evidenza dell'appartenenza dei prodotti installati a categorie escluse dal campo di applicazione del regolamento sopra indicato.

La classe di efficienza A++ delle lampade oggetto di intervento, ricadenti nell'ambito di applicazione del Regolamento (UE) n. 874/2012, deve essere comprovata tramite documentazione rilasciata dal fornitore delle lampade e/o dei corpi illuminanti (ad es. schede tecniche). Qualora la documentazione fornita non contenga un esplicito riferimento alla classe di efficienza energetica delle lampade oggetto di intervento, il soggetto proponente, partendo dai dati presenti nelle specifiche tecniche delle lampade, può applicare la metodologia di calcolo definita dal Regolamento (UE) n. 874/2012.

A partire dal 1 settembre 2021 il Regolamento (UE) n. 874/2012 sarà abrogato e sostituito dal Regolamento 2019/2015 che stabilisce i requisiti di etichettatura delle sorgenti luminose, con o senza unità di

alimentazione integrata. I requisiti si applicano anche alle sorgenti luminose immesse sul mercato come parte di un prodotto contenitore.

Il nuovo Regolamento stabilisce una differente classificazione delle sorgenti luminose, da "G" (efficienza minima) ad "A" (efficienza massima). La classificazione è riportata nella tabella 1 dell'Allegato II al Regolamento.

Ai fini dell'accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi le lampade da installare nella situazione post intervento che avranno la nuova etichettatura dovranno avere una classe di efficienza energetica pari almeno alla classe D.

3. Algoritmo di calcolo dei risparmi

Di seguito l'algoritmo di calcolo da utilizzare per la rendicontazione dei risparmi energetici aggiuntivi:

$$REA = (P_{ante} * h_{post} - E_{post} * Agg_{lux}) * Add_{norm} * 0,187 * 10^{-3} [tep]$$

dove:

- REA = Risparmio Energetico Aggiuntivo, espresso in tep;
- P_{ante} = potenza nominale installata (da scheda tecnica) delle lampade e/o dei corpi illuminanti presenti nella situazione ante intervento (eventualmente comprensiva degli assorbimenti dovuti agli alimentatori);
- E_{post} = energia elettrica misurata nella situazione post intervento [kWh];
- h_{post} = numero di ore equivalenti di funzionamento delle lampade e/o corpi illuminanti nella situazione post intervento. Tale grandezza è calcolata come segue:

$$h_{post} = \frac{E_{post}}{P_{post}}$$

- P_{post} = la potenza nominale installata (da scheda tecnica) delle lampade e/o corpi illuminanti presenti nella situazione post intervento (eventualmente comprensiva degli assorbimenti dovuti agli alimentatori);
- Agg_{lux} è il coefficiente di aggiustamento illuminotecnico, deve essere preso in considerazione nel caso in cui nelle condizioni post intervento si abbiano dei livelli di illuminamento inferiori rispetto alle condizioni ante intervento. Tale coefficiente, maggiore o uguale al valore unitario, viene determinato come rapporto tra l'illuminamento nella situazione ante intervento e nella situazione post intervento ed è necessario a garantire che i risparmi siano calcolati a parità di condizioni di illuminamento;
- Add_{norm} è il coefficiente di addizionalità normativa, da utilizzare nel momento in cui nelle condizioni ante intervento i requisiti di illuminamento non siano rispettati. Attraverso tale parametro si quantifica, in termini di riduzione del risparmio energetico conseguibile mediante il progetto, la parte dell'intervento che si configura come un adeguamento ai requisiti di illuminamento previsti dalla normativa. Tale coefficiente, minore o uguale a 1 e moltiplicativo del totale dei risparmi calcolati, viene definito dal rapporto tra l'illuminamento fornito nelle condizioni ante intervento e quello previsto dalla normativa di riferimento.

4. Consumo di baseline

La definizione del corretto valore di baseline da adottare per il calcolo dei risparmi energetici aggiuntivi di energia primaria deve tener conto di quanto introdotto dal D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., secondo cui "il

consumo di baseline è pari al valore del consumo antecedente alla realizzazione del progetto di efficienza energetica, fermo restando quanto previsto all'art. 6, comma 6''. Si rappresenta che è ammesso un periodo di campionamento inferiore ai 12 mesi nei casi previsti dal punto 1.3, dell'Allegato 1 al D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

La definizione della baseline, dunque, parte dall'analisi dello stato di fatto. In particolare deve essere identificato un valore di potenza nominale dell'impianto a partire dalla numerosità, tipologia e potenza delle lampade e/o dei corpi illuminanti installati e dall'efficienza di eventuali alimentatori presenti nella condizione ante intervento.

Deve, inoltre, essere valutato il rispetto della norma UNI EN 12464 in merito ai livelli minimi di illuminamento per la situazione ante intervento. Tale rispetto deve essere dimostrato fornendo i calcoli illuminotecnici della situazione di baseline. Qualora non fosse garantito, nella situazione ante intervento, il rispetto dei livelli minimi di illuminamento, il proponente dovrà adottare un coefficiente di addizionalità normativa pari al rapporto tra i livelli di illuminamento ante intervento e il livello di illuminamento minimo previsto dalla normativa.

5. Elenco della documentazione da trasmettere e da conservare

Fermo restando quanto indicato ai punti 4, 5, 7 dell'Allegato 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., si richiede di trasmettere e conservare la documentazione sotto riportata:

- Fatture di acquisto delle lampade e di eventuali componenti accessori (ad esempio quadri, sostegni, etc);
- Documenti di trasporto;
- Calcoli illuminotecnici nelle condizioni ante intervento e post intervento, come indicato nella Guida Settoriale sull'Illuminazione privata;
- Schede tecniche delle lampade ante e post intervento;
- Attestati di conformità e ogni altra documentazione idonea ad attestare il rispetto della normativa tecnica indicata al precedente paragrafo 2;
- Scheda tecnica dei misuratori di energia elettrica;
- Schemi del programma di misura con indicazione dei misuratori installati;
- Consumi ante intervento;
- File Excel di rendicontazione, scaricabile dal sito istituzionale del GSE, contenente la stima dei risparmi di energia primaria.

In caso di controlli, resta salva la facoltà del GSE di richiedere documentazione ulteriore rispetto a quella inclusa nel presente elenco al fine della conferma dei requisiti dichiarati in fase di ammissione agli incentivi, ai sensi dell'art.12, comma 17, del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

Scheda di progetto a consuntivo n. 8 – Allaccio di nuove utenze a reti di teleriscaldamento efficienti

1. Ambito di applicazione della scheda

La presente scheda di progetto a consuntivo si applica a progetti relativi all'allaccio di nuove utenze a reti di teleriscaldamento in sostituzione di impianti di produzione di energia termica già presenti nella situazione ante intervento o di nuova realizzazione. Si specifica che la presente scheda a consuntivo non rendiconta i risparmi relativi:

- all'utilizzo di energia termica generata da impianti di cogenerazione;
- all'utilizzo di energia termica generata da impianti a fonte rinnovabile diversi dagli impianti solari termici, ovvero dagli impianti a pompa di calore;
- alla sostituzione di impianti a pompa di calore o di impianti alimentati a biomassa.

Nella seguente tabella è riportato il dettaglio delle informazioni relative al settore, alla tipologia e alla vita utile dell'intervento.

Settore di intervento	Tipologia Intervento	Vita utile
Reti, servizi e trasporti	Allaccio di nuove utenze a reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento efficienti	5

2. Condizioni di ammissibilità

La presente scheda di progetto è applicabile esclusivamente ad allaccio di nuove utenze su reti di teleriscaldamento efficienti. Si rappresenta che, sulla base di quanto definito dall'art. 2, comma 2, lettera tt) del D.Lgs. 102/2014 e ss.mm.ii., una rete di teleriscaldamento efficiente è definita tale se utilizza, in alternativa, almeno:

- “ il 50 per cento di calore di scarto;*
- il 50 per cento di energia derivante da fonti rinnovabili;*
- il 50 per cento di una combinazione delle precedenti;*
- il 75 per cento di calore cogenerato”.*

Non sono incentivabili, mediante la presente scheda di progetto a consuntivo, i risparmi di energia primaria derivanti dall'utilizzo di calore proveniente da impianti di cogenerazione e/o impianti a fonte rinnovabile diversi dalle pompe di calore e dal solare termico. Pertanto, come indicato al paragrafo “3. Algoritmo di calcolo dei risparmi”, qualora quota parte del calore proveniente dalla rete di teleriscaldamento sia generata da impianti di cogenerazione e/o impianti a fonte rinnovabile diversi dalle pompe di calore e dal solare termico la stessa dovrà essere scomputata dal calcolo dei risparmi.

Ai fini dell'accesso al meccanismo dei certificati bianchi, nel caso di riqualificazione energetica di edifici, così come definita dall'art. 2, comma 1, lettere l-viciester del D.Lgs. 192/2005 e ss.mm.ii., per caldaie a combustibile liquido e gassoso è necessario il rispetto del rendimento di generazione utile minimo di cui al punto 1.3.1, dell'Appendice B all'Allegato 1 al D.M. 26/06/2015, ovverosia $90 + 2 \log(P_n)$ (dove $\log(P_n)$ è il logaritmo in base 10 della potenza utile nominale del generatore, espressa in kW. Per valori di P_n maggiori di 400 kW si applica il limite massimo corrispondente a 400 kW).

3. Algoritmo di calcolo dei risparmi

L'algoritmo di calcolo dei risparmi relativi ai progetti di allacciamento di nuove utenze a reti di teleriscaldamento è il seguente:

$$REA_i = \left(\frac{f_{P,tot,comb,i}}{\eta_{baseline,i}} - f_{P,tot,tele,i} \right) \cdot E_{th,i} \cdot (1 - Q_{COG,FER,i}) \cdot f_t [tep]$$

$$REA = \sum_{i=1}^N REA_i [tep]$$

dove:

- REA = Risparmio Energetico Aggiuntivo del progetto, espresso in tep;
- REA_i = Risparmio Energetico Aggiuntivo dell'utenza i -esima, espresso in tep;
- N = numero di nuove utenze allacciate che caratterizzano il progetto;
- $f_{P,tot,comb,i}$ = fattore di conversione in energia primaria del vettore energetico utilizzato nella situazione ante intervento, nel caso di nuovi impianti dovrà essere utilizzato quello del metano, per le aree metanizzate, quello del gasolio per le aree non metanizzate, così come definiti nella Tabella 1 dell'Allegato 1 al DM requisiti minimi del 26/06/2015 e ss.mm.ii.;
- $\eta_{baseline,i}$ = rendimento del generatore di calore di baseline, come indicato al paragrafo 4;
- $f_{P,tot,tele,i}$ = fattore di conversione in energia primaria dell'energia termica fornita alle nuove utenze allacciate, così come comunicato annualmente dal gestore della rete di teleriscaldamento;
- $E_{th,i}$ = energia termica fornita, nella situazione post intervento, alle nuove utenze allacciate [MWh];
- $Q_{COG,FER,i} = \frac{E_{COG} + E_{FER}}{E_{TOT}}$ quota parte dell'energia termica, fornita alle nuove utenze allacciate, prodotta da impianti di cogenerazione e/o impianti a fonte rinnovabile, calcolata come il rapporto tra la somma dell'energia termica prodotta da impianti a cogenerazione (E_{COG}) e da impianti a fonte rinnovabile diversi dalle pompe di calore e dal solare termico (E_{FER}) e l'energia termica totale prodotta (E_{TOT}). Si specifica che tale quota dovrà essere annualmente determinata sulla base delle misure effettuate nelle centrali di produzione di energia termica che alimentano le nuove utenze allacciate;
- f_t = fattore di conversione pari a 0,086 tep/MWh.

4. Consumo di baseline

Il consumo di baseline, per i progetti di allacciamento di nuove utenze a reti di teleriscaldamento in impianti di nuova realizzazione, è pari al consumo di riferimento ed è determinato dal valore di rendimento della soluzione tecnologica standard ($\eta_{baseline}$). In particolare, il rendimento di baseline da adottare per il calcolo dei risparmi è il valore maggiore tra il rendimento di generazione utile minimo di cui al punto 1.3.1, dell'Appendice B all'Allegato 1 al D.M. 26/06/2015 e ss.mm.ii., calcolato secondo la formula riportata al paragrafo 2, e quanto ricavabile dalla seguente tabella in funzione della potenza dello scambiatore del teleriscaldamento installato nell'utenza i -esima nella situazione post intervento.

	Fluido termovettore di interfaccia con l'utenza					
	Acqua calda			Aria calda	Vapore, acqua surriscaldata	Olio diatermico
	0-5MW	5,01-15 MW	>15,01MW			
Aree metanizzate	95%	92%	91%	91%	92%	89%
Aree non metanizzate	91%	88%				

Il consumo di baseline, per i progetti di allacciamento di nuove utenze a reti di teleriscaldamento in sostituzione di impianti di produzione di energia termica già presenti nella situazione ante intervento, è pari al valore del consumo antecedente alla realizzazione del progetto di efficienza energetica, fermo restando quanto previsto all'art. 6, comma 6 e del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.. Ai fini della determinazione del consumo di baseline, il proponente dovrà considerare le misure dei consumi e delle variabili operative, relative ad un periodo almeno pari a 12 mesi precedenti la realizzazione del progetto, con frequenza di campionamento almeno giornaliera. In ogni caso il proponente del progetto è tenuto ad effettuare una analisi atta ad identificare i parametri di funzionamento che influenzano il consumo del sistema oggetto di intervento ed una misura degli stessi, tali per cui sia possibile univocamente identificare il rendimento della caldaia presente nella situazione ante intervento ($\eta_{baseline}$). È ammesso un periodo ed una frequenza di campionamento inferiore nei casi previsti dal punto 1.3, dell'Allegato 1 al D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

5. Elenco della documentazione da trasmettere e da conservare

Fermo restando quanto indicato ai punti 4, 5, 7 dell'Allegato 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., si richiede di trasmettere e conservare la documentazione sotto riportata:

- Fatture di acquisto dei principali componenti (scambiatori installati presso le utenze, pompe di circolazione, tubazioni, etc.);
- DDT, documenti attestanti la realizzazione di opere preparatorie del sito per l'installazione del componente;
- Schema funzionale della centrale di produzione di energia termica che alimenta le nuove utenze allacciate;
- Comunicazione, redatta dal gestore della rete di teleriscaldamento, del fattore di conversione in energia primaria dell'energia termica fornita alle nuove utenze allacciate, relativa all'anno precedente la trasmissione del progetto;
- Scheda tecniche dei componenti che verranno installati;
- Scheda tecnica dei misuratori di energia termica;
- Schema del programma di misura con indicazione dei misuratori installati;
- File Excel di rendicontazione, scaricabile dal sito istituzionale del GSE, contenente la stima dei risparmi di energia primaria.

In caso di controlli, resta salva la facoltà del GSE di richiedere documentazione ulteriore rispetto a quella inclusa nel presente elenco al fine della conferma dei requisiti dichiarati in fase di ammissione agli incentivi, ai sensi dell'art.12, comma 17, del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

Scheda di progetto a consuntivo n. 9 - Sostituzione di una caldaia con una a più alta efficienza

1. Ambito di applicazione della scheda

La presente scheda di progetto si applica a progetti che prevedono la sostituzione di una caldaia alimentata a combustibile fossile, con una caldaia a più alta efficienza, alimentata a combustibile fossile, per la produzione di energia termica, nei settori industriale, reti, servizi e trasporti e nel settore civile. L'intervento di sostituzione di caldaie per la produzione di energia termica si applica nei casi di climatizzazione di ambienti, produzione di acqua calda (ad esempio ACS), produzione di vapore.

Nella seguente tabella è riportato il dettaglio delle informazioni relative al settore, alla tipologia e alla vita utile dell'intervento.

Settore di intervento	Tipologia Intervento	Vita utile (anni)
Industriale	Impianti di produzione di energia termica	7
Reti, servizi e trasporti	Impianti di produzione di energia termica o frigorifera a servizio di reti di teleriscaldamento e/o raffrescamento	7
Settore civile (residenziale, terziario) e agricolo	Impianti di produzione di energia termica	7

2. Condizioni di ammissibilità

Ai fini dell'accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi, nel caso di riqualificazione energetica di edifici, così come definita dall'art. 2, comma 1, lettere l-vicieser del D.Lgs. 192/2005 e s.m.i, per caldaie a combustibile liquido e gassoso è necessario il rispetto del rendimento di generazione utile minimo di cui al punto 1.3.1, dell'Appendice B all'Allegato 1 al D.M. 26/06/2015, ovvero $90 + 2 \log(P_n)$ (dove $\log(P_n)$ è il logaritmo in base 10 della potenza utile nominale del generatore, espressa in kW. Per valori di P_n maggiori di 400 kW si applica il limite massimo corrispondente a 400 kW).

3. Algoritmo di calcolo dei risparmi

Di seguito l'algoritmo di calcolo da utilizzare per la rendicontazione dei risparmi energetici addizionali, che dovrà prevedere una cadenza giornaliera, come riportato nelle "Guide Settoriali, IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA TERMICA E FRIGORIFERA".

$$REA = \left(\frac{1}{\eta_{baseline}} - \frac{1}{\eta_{expost}} \right) \times Eth_{post} \times f_t$$

essendo:

- REA = Risparmio Energetico Addizionale, espresso in tep;
- $\eta_{baseline}$ = rendimento della caldaia presente nella situazione ante intervento;
- η_{expost} = valore di rendimento misurato nelle condizioni ex post, pari a:

$$\eta_{expost} = \frac{E_{termica}}{E_{comb}}$$

- $E_{th_{post}}$ = energia termica netta ceduta all'utenza [MWh];
- E_{comb} = energia termica in ingresso al sistema di generazione del calore [MWh];

4. Consumo di baseline

Il consumo di baseline è pari al valore del consumo antecedente alla realizzazione del progetto di efficienza energetica, fermo restando quanto previsto all'art. 6, comma 6 e del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii. Ai fini della determinazione del consumo di baseline, il proponente dovrà considerare le misure dei consumi e delle variabili operative, relative ad un periodo almeno pari a 12 mesi precedenti la realizzazione del progetto, con frequenza di campionamento almeno giornaliera. In ogni caso il proponente del progetto è tenuto ad effettuare una analisi atta ad identificare le variabili operative che influenzano il consumo del sistema oggetto di intervento ed una misura delle stesse. È ammesso un periodo ed una frequenza di campionamento inferiore nei casi previsti dal punto 1.3, dell'Allegato 1 al D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

5. Elenco della documentazione da trasmettere e da conservare

Fermo restando quanto indicato ai punti 4, 5, 7 dell'Allegato 1 del D.M. 11 gennaio 2017, si richiede di trasmettere e conservare la seguente documentazione:

- Fatture di acquisto della caldaia;
- DDT, documenti attestanti la realizzazione di opere preparatorie del sito per l'installazione del componente;
- Scheda tecnica della caldaia ex ante ed ex post;
- Prove fumi della caldaia ex ante;
- Scheda tecnica dei misuratori di energia termica e del gas naturale;
- Schemi del programma di misura con indicazione dei misuratori installati;
- Consumi ante intervento
- File Excel di rendicontazione, scaricabile dal sito istituzionale del GSE, contenente la stima dei risparmi di energia primaria.

In caso di controlli, resta salva la facoltà del GSE di richiedere documentazione ulteriore rispetto a quella inclusa nel presente elenco al fine della conferma dei requisiti dichiarati in fase di ammissione agli incentivi, ai sensi dell'art.12, comma 17, del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.