



Allegato 1

CERTIFICATI BIANCHI Guida operativa

| | |
|--|----------|
| LA GUIDA OPERATIVA | 3 |
| ALLEGATI | 6 |
| ALLEGATO 1.1 – CHIARIMENTI OPERATIVI PER LA PRESENTAZIONE DEI PROGETTI | 6 |
| ALLEGATO 2.1 – GUIDE SETTORIALI: IL SETTORE INDUSTRIALE DELLA PRODUZIONE DI PIASTRELLE CERAMICHE | 6 |
| ALLEGATO 2.2 – GUIDE SETTORIALI: IL SETTORE INDUSTRIALE DELLA PRODUZIONE DI VETRO E PRODOTTI IN VETRO | 6 |
| ALLEGATO 2.3 – GUIDE SETTORIALI: IL SETTORE INDUSTRIALE DELLA PRODUZIONE DI ARTICOLI IN MATERIALE PLASTICO | 6 |
| ALLEGATO 2.4 – GUIDE SETTORIALI: IL SETTORE INDUSTRIALE DELLA PRODUZIONE DELLA CARTA | 6 |
| ALLEGATO 2.5 – GUIDE SETTORIALI: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA TERMICA E FRIGORIFERA | 6 |
| ALLEGATO 2.6 – GUIDE SETTORIALI: IL SERVIZIO IDRICO INTEGRATO | 6 |
| ALLEGATO 3 – INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA NON AMMISSIBILI | 6 |

GUIDA OPERATIVA

L'articolo 15 del D.M. 11 gennaio 2017, così come modificato dal D.M. 10 maggio 2018 (di seguito, Decreto e s.m.i.), dispone che il GSE, in collaborazione con ENEA e RSE, predisponga e sottoponga al Ministero dello sviluppo economico e al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 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”.*

La presente Guida, pertanto, è suddivisa in tre distinte parti.

1. La **prima parte** - Allegato 1.1 - *“Chiarimenti operativi per la presentazione dei progetti”*, sostituisce il documento pubblicato sul sito del GSE a luglio 2017 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.

Il documento è organizzato in due sezioni.

La prima sezione fornisce chiarimenti in merito a:

- soggetti ammissibili alla presentazione dei progetti per l'accesso al meccanismo;
- progetti ammissibili;
- metodologie di valutazione dei risparmi e procedura di valutazione dei progetti.

Nella seconda 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 Progetto a Consuntivo (PC) e del Progetto Standardizzato (PS).

2. La **seconda parte** - Allegato 2 - *“Guide Settoriali”* è composta da sei 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 del Decreto e s.m.i.;
 - 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 Decreto e s.m.i.;
- 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.

Ai fini della predisposizione delle stesse, il GSE ha avviato una concertazione con i principali stakeholder per condividere i vari documenti e recepire dati e ulteriori informazioni utili allo scopo. Gli operatori coinvolti hanno presentato contributi che, laddove supportati da opportuna documentazione, sono stati recepiti.

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.

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 Decreto e s.m.i.

A supporto della lettura della presente Guida, di seguito si riportano le definizioni introdotte dal Decreto e s.m.i. in merito a *“consumo di baseline”*, *“consumo di riferimento”* e *“risparmio energetico addizionale”*.

In particolare, il *“consumo di baseline”* è definito come 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. 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”*.

Per quanto sopra, ai fini del calcolo dei risparmi, nel caso di nuova installazione, è necessario riferirsi al consumo di riferimento, ovvero al *“consumo di energia primaria del progetto di riferimento, cioè 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 caso di sostituzione, è necessario riferirsi al consumo ante intervento.

Si precisa che, in entrambe le condizioni, un progetto di efficienza energetica ammissibile al meccanismo dei certificati bianchi deve 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.

ALLEGATI

Allegato 1.1 – Chiarimenti operativi per la presentazione dei progetti

Allegato 2.1 – Guide settoriali: il settore industriale della produzione di piastrelle ceramiche

Allegato 2.2 – Guide settoriali: il settore industriale della produzione di vetro e prodotti in vetro

Allegato 2.3 – Guide settoriali: il settore industriale della produzione di articoli in materiale plastico

Allegato 2.4 – Guide settoriali: il settore industriale della produzione della carta

Allegato 2.5 – Guide settoriali: impianti di produzione di energia termica e frigorifera

Allegato 2.6 – Guide settoriali: il Servizio Idrico Integrato

Allegato 3 – Interventi di efficienza energetica non ammissibili



CERTIFICATI BIANCHI
Allegato 1.1 alla Guida Operativa

Chiarimenti operativi per la presentazione dei progetti

INDICE

| | |
|--|-----------|
| I PARTE: IL D.M. 11 GENNAIO 2017, COSÌ COME MODIFICATO DAL D.M. 10 MAGGIO 2018..... | 3 |
| 1 I SOGGETTI AMMESSI AL MECCANISMO..... | 4 |
| 2 I PROGETTI AMMISSIBILI AL MECCANISMO..... | 7 |
| 3 METODI DI VALUTAZIONE DEI PROGETTI E CERTIFICAZIONE DEI RISPARMI..... | 10 |
| 4 PROCEDURA DI VALUTAZIONE DEI PROGETTI..... | 11 |
| II PARTE: ISTRUZIONI PER LA PRESENTAZIONE DEI PROGETTI PC E PS..... | 14 |
| 5 REQUISITI MINIMI E ISTRUZIONI PER LA PRESENTAZIONE DEI PROGETTI PC E PS..... | 15 |
| 5.1 IDENTIFICAZIONE DELLA DATA DI AVVIO DELLA REALIZZAZIONE DEL PROGETTO | 15 |
| 5.2 PROCEDURA INFORMATICA PER L'ACCESSO AL MECCANISMO | 17 |
| 5.3 DOCUMENTAZIONE DA TRASMETTERE IN SEDE DI PRESENTAZIONE DEI PROGETTI PC E PS | 18 |
| 6 IL PROGETTO A CONSUNTIVO (PC)..... | 20 |
| 6.1 DESCRIZIONE DEL CONTESTO | 20 |
| 6.2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO | 20 |
| 6.3 TIPOLOGIA E SETTORE DI INTERVENTO | 21 |
| 6.4 PROGETTI DI EFFICIENZA ENERGETICA CON EFFETTI SU PROGETTI IN CORSO DI INCENTIVAZIONE | 21 |
| 6.5 CONFINI DEL PROGETTO E PROGRAMMA DI MISURA | 21 |
| 6.6 DEFINIZIONE DEL PROGRAMMA DI MISURA | 21 |
| 6.7 VARIABILI OPERATIVE DEL PROCESSO | 23 |
| 6.8 SCHEMI DEL PROGRAMMA DI MISURA | 24 |
| 6.9 SOVRAPPOSIZIONE CON ALTRI PROGETTI DI EFFICIENZA REALIZZATI | 25 |
| 6.10 CONSUMO DI BASELINE | 25 |
| 6.11 CONSUMO POST INTERVENTO | 29 |
| 6.12 ALGORITMI DI VALUTAZIONE PER IL CALCOLO DEI RISPARMI | 29 |
| 6.13 STRUMENTAZIONE E MODALITÀ DI MISURAZIONE | 30 |
| 6.14 PROSPETTO DEL FILE DI RENDICONTAZIONE | 30 |
| 6.15 LA RENDICONTAZIONE DEI RISPARMI A CONSUNTIVO - RC | 31 |
| 7 IL PROGETTO STANDARDIZZATO (PS)..... | 32 |
| 7.1 VERIFICA PRELIMINARE DEL PROGETTO AL METODO STANDARDIZZATO | 32 |
| 7.2 TIPOLOGIA DI INTERVENTI AMMISSIBILI | 33 |
| 7.3 CONTENUTI MINIMI DELLA RELAZIONE TECNICA DEL PROGETTO PS | 33 |
| 7.4 LA METODOLOGIA STANDARDIZZATA PER IL CALCOLO DEI RISPARMI ENERGETICI | 33 |
| 7.5 DEFINIZIONE DEL PROGRAMMA DI MISURA | 34 |
| 7.6 LA RENDICONTAZIONE DEI RISPARMI STANDARDIZZATO - RS | 34 |
| 8 PRINCIPALI DEFINIZIONI..... | 35 |

I PARTE: il D.M. 11 gennaio 2017, così come modificato dal D.M. 10 maggio 2018

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, così come modificato dal D.M. 10 maggio 2018 (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:

- noleggio 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;
- **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**, in quanto il leasing finanziario costituisce una forma tecnica atta a conferire la disponibilità del bene oggetto dell'intervento e non la titolarità.

Ciò anche nel caso in cui sia presente una clausola contrattuale che alla scadenza del contratto di leasing trasferisca automaticamente la proprietà del bene dalla società di leasing all'azienda utilizzatrice, ovvero sia presente nel contratto di leasing l'opzione di acquisto, intesa come il pagamento di un riscatto per l'acquisizione del diritto di proprietà del bene alla scadenza del contratto.

Resta inteso che, analogamente agli altri casi in cui l'azienda utilizzatrice non possieda i requisiti di soggetto titolare, quest'ultima 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.

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 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 posseda i requisiti previsti dall'art. 5, comma 1, lettera c). In tal caso assume un ruolo analogo a quello di "altri soggetti pubblici o privati", di cui alla tabella 1.

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 | NO | SI | SI* |
| Altri soggetti pubblici o privati** | SI | SI | SI |

Tabella 1: Elenco dei soggetti ammessi al meccanismo dei certificati bianchi per tipologia di intervento

* Nel caso di un distributore di energia elettrica o gas naturale che realizza interventi riconducibili al settore verticalmente collegato o contiguo dei servizi post contatore (punto 2)

** In generale, rientrano in tale categoria i soggetti di cui all'art. 5, comma 1, lettera c) del DM 11 gennaio 2017. Tuttavia è applicabile anche nel caso in cui un distributore di energia elettrica o gas naturale (punto 3) realizzi interventi riconducibili alle attività di gestione dei servizi diverse dalla distribuzione dell'energia elettrica e del gas (es. servizi di gestione dell'illuminazione, servizi di gestione del sistema idrico, etc.)

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;
- costituiti da interventi realizzati da **un unico soggetto titolare**;
- che generano **risparmi energetici addizionali**, ovvero 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;
- classificabili tra le tipologie di intervento riportate in **Tabella 1 del Decreto e s.m.i.**

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, fatto salvo il caso in cui si impieghino soluzioni progettuali energeticamente più efficienti rispetto a quelle individuate dai vincoli o prescrizioni suddetti, e che generino risparmi addizionali.

Inoltre, l'art. 1, comma 1, lettera e) del DM 10 maggio 2018, che sostituisce l'art. 10, comma 1, del DM 11 gennaio 2017, dispone che **i certificati bianchi** emessi per i progetti presentati dopo l'entrata in vigore del DM 11 gennaio 2017 **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 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 1, comma 1, lettera e) del DM 10 maggio 2018, ne deriva che:

1. i Certificati Bianchi non sono cumulabili con:
 - a) le detrazioni fiscali;
 - b) i finanziamenti statali concessi in conto capitale;
 - c) il credito di imposta per l'acquisto di macchinari e attrezzature (ad esempio il credito di imposta introdotto dal decreto legge 29 dicembre 2016, n. 243, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 febbraio 2017, n. 18 e dal D.L. 24-6-2014 n. 91);
 - d) 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 e dell'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 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 ad 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.

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” e “Sostituzione” ai fini del riconoscimento dei Certificati Bianchi.

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 e dei Progetti Standardizzati può essere aggiornato secondo quanto riportato nella seguente tabella.

| 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 MISE, di concerto con il MATTM | 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 DG-MEREEN del MISE, di concerto con il DG-CLE del MATTM, 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

*modificato dall'art. 1, comma 1, lettera c) del DM 10 maggio 2018

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;
- **metodo standardizzato**: quantifica il risparmio energetico addizionale 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 ex ante, sia in quella ex post, 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 di misuratori dedicati ai singoli interventi, a fronte del valore economico indicativo dei Certificati Bianchi.

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 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”*. 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 standardizzato 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 domanda di incentivazione, il GSE avvia il procedimento di valutazione dell'istanza e **nomina** contestualmente il **responsabile del procedimento** stesso.

Entro **90 giorni** dalla data di ricezione dell'istanza di incentivazione il **GSE conclude il procedimento** di valutazione tecnico-economica delle proposte di PC o PS o delle relative RC o RS.

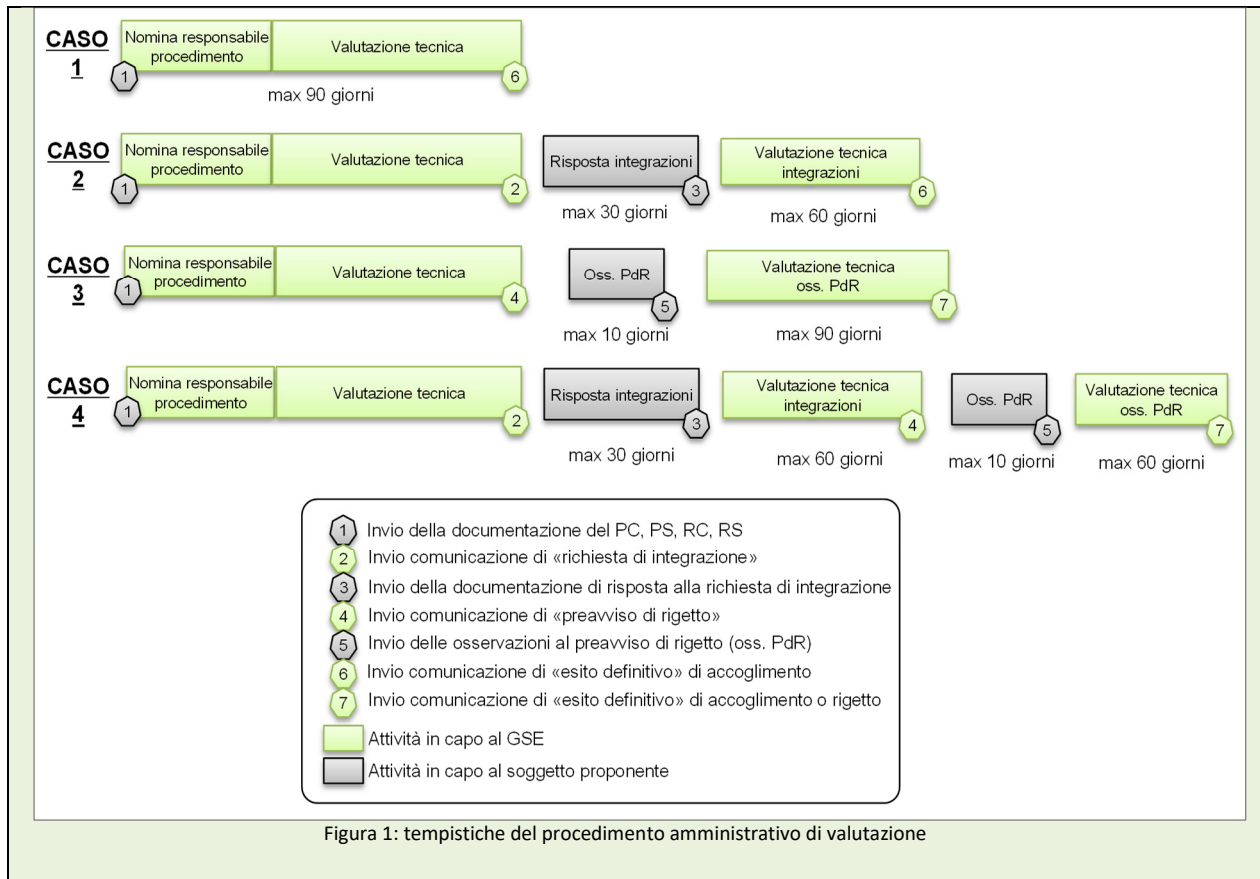
Al GSE è data facoltà di richiedere **documentazione integrativa** e/o informazioni aggiuntive rispetto a quelle già trasmesse dal Soggetto Proponente. In tal caso, il **Soggetto Proponente è tenuto ad inviare** la documentazione integrativa richiesta **entro 30 giorni** dal ricevimento della comunicazione 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 predette integrazioni documentali.

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** (ovvero 90, in caso di mancata richiesta di integrazioni da parte del GSE) dalla data di ricevimento delle osservazioni da parte del GSE o, **in mancanza di osservazioni**, decorsi **10 giorni** dalla trasmissione della comunicazione recante i motivi ostativi all'accoglimento dell'istanza.

CHIARIMENTO 5

Di seguito è riportato uno schema esemplificativo delle tempistiche del procedimento amministrativo relativo alla valutazione di PC, PS, RC e RS:

- caso 1: accoglimento "diretto";
- caso 2: accoglimento a seguito di una richiesta di integrazione;
- caso 3: accoglimento/rigetto a seguito di un preavviso di rigetto;
- caso 4: accoglimento/rigetto a seguito di integrazione e successivo preavviso di rigetto.



Le richieste di modifica ai PC o PS già approvati sono comunicate al GSE, accompagnate da idonea documentazione, in sede di presentazione della relativa prima RC o RS e, se necessario, nelle successive rendicontazioni. Il GSE verifica, con i tempi previsti ai commi 2 e 3 dell'art. 7 del Decreto e s.m.i., la coerenza dei dati e delle informazioni inviate in sede di presentazione delle rendicontazioni con i dati e le informazioni trasmesse in fase di presentazione dei PC o PS, al fine di verificare l'ammissibilità del progetto oggetto della modifica.

Al fine di recepire le modifiche e aggiornamenti di cui sopra per tutti i progetti presentati prima dell'entrata in vigore del DM 10 maggio 2018, si specifica che:

- nel caso in cui il procedimento sia stato concluso con un esito di accoglimento, l'eventuale rettifica dell'algoritmo di calcolo dei risparmi, del valore della vita utile e del numero di Certificati Bianchi spettanti sarà effettuata in sede di prima RC;
- nel caso in cui il procedimento sia stato concluso con un esito di rigetto, il GSE provvederà a riaprire il procedimento per recepire gli aggiornamenti e le modifiche previsti dal DM 10 maggio 2018, richiedendo eventualmente informazioni aggiuntive mediante una richiesta di integrazione documentale, qualora le informazioni trasmesse non siano sufficienti a valutare l'istruttoria tenendo conto delle modifiche e degli aggiornamenti introdotti dal DM 10 maggio 2018. In tal caso, la valutazione si concluderà entro sessanta giorni dalla ricezione delle informazioni integrative, in analogia a quanto previsto dall'art. 7 comma 3 del DM 11 gennaio 2017;
- nel caso in cui il procedimento sia stato avviato in data antecedente all'11 luglio 2018, il GSE provvederà a recepire gli aggiornamenti e le modifiche previsti dal DM 10 maggio 2018. 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 DM 10 maggio 2018. 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 DM 11 gennaio 2017;

- per i progetti non riconducibili alle tipologie della Tabella 1 del DM 11 gennaio 2017 nella versione precedente all'entrata in vigore del DM 10 maggio 2018, per i quali ai sensi dell'Allegato 2 del DM 11 gennaio 2017 il GSE ha sottoposto al Ministero dello sviluppo economico le risultanze dell'istruttoria per l'approvazione, sospendendone contestualmente il procedimento, qualora l'aggiornamento della Tabella 1 dell'Allegato 2 del DM 11 gennaio 2017 riporti esattamente tali specifiche tipologie, anche alla luce di quanto previsto dall'Allegato 2 del DM 11 gennaio 2017, 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 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 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 CB, 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;
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 il superamento di tale problematica il soggetto proponente dovrà fornire:

1. in sede di presentazione del PC, 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, specificando le caratteristiche di tale documentazione.

In particolare, il 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 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, la documentazione atta a comprovare la data di avvio della realizzazione del progetto già indicata in sede di presentazione del PC.

ESEMPIO 2

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

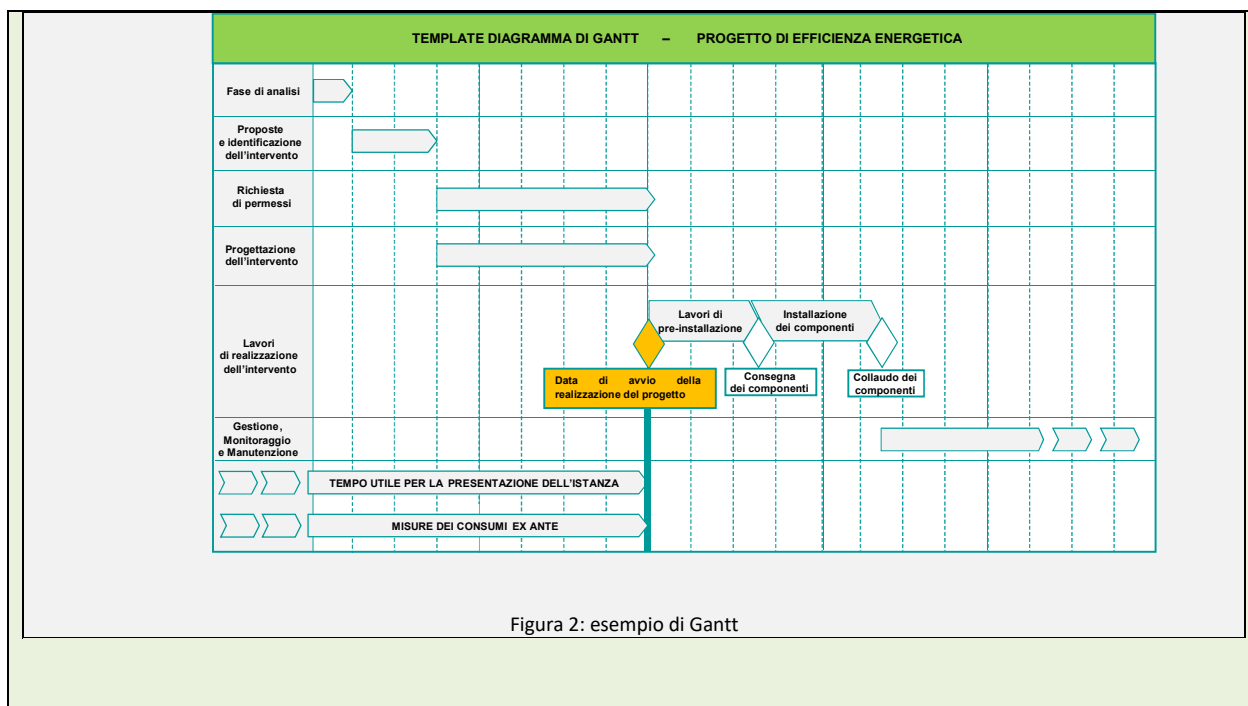
Le fasi di un progetto possono essere descritte come segue:

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, 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.



5.2 Procedura informatica per l'accesso al meccanismo

L'istanza per l'accesso al meccanismo relativa sia ai PC, sia ai PS, deve essere inviata dal soggetto proponente al GSE esclusivamente mediante il Portale "Efficienza Energetica".

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://applicazioni.gse.it/GWA_UI/).

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. Si precisa che non è consentito caricare sul sistema informatico documenti protetti da scrittura e/o firmati digitalmente.

Al fine di poter applicare quanto previsto dall'art. 2 comma 1 lettera b) del DM 10 maggio 2018, entro 60 giorni dalla data di pubblicazione del presente chiarimento è possibile presentare i progetti standardizzati la cui data di avvio della realizzazione è antecedente o al più pari alla data di entrata in vigore del D.M. 10 maggio 2018.

Per i progetti standardizzati la cui data di avvio della realizzazione è successiva alla data di entrata in vigore del D.M. 10 maggio 2018, ai sensi dell'art. 2, comma 1, lettera o) del D.M. 11 gennaio 2017, è possibile accedere al meccanismo dei Certificati Bianchi se la data di avvio della realizzazione è successiva alla data di presentazione dell'istanza di accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi.

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

Al fine della individuazione delle caratteristiche del progetto, del consumo di baseline e delle variabili operative che contraddistinguono il processo o servizio energetico è necessario che la proposta progettuale (PC o PS) 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. 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 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 di misuratori dedicati ai singoli interventi;
- 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;
- 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 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 o il soggetto titolare 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 e può essere soggetto a verifica in sede ispettiva.

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 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).

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.

Si ricorda che, nel caso in cui il progetto sia costituito da più interventi, questi ultimi dovranno essere caratterizzati dalla medesima durata del periodo di vita utile (espressa in anni) secondo quanto indicato nella Tabella 1 del Decreto e s.m.i.

CHIARIMENTO 7

Qualora si ravveda la necessità di presentare un progetto costituito da più interventi, con differenti vite utili, il proponente dovrà motivare tale scelta e, ad ogni modo, la vita utile del progetto deve essere posta pari al valore inferiore della vita utile dei singoli interventi.

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 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, e di quello che sarà implementato al fine di misurare tutte le grandezze necessarie alla determinazione dei risparmi di energia primaria conseguiti 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 relative ad un periodo almeno pari a 12 mesi precedenti la data di avvio della realizzazione del progetto. 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.

Qualora sia dimostrabile che le misure relative ad un periodo e 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.

CHIARIMENTO 8

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.

ESEMPIO 3

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.

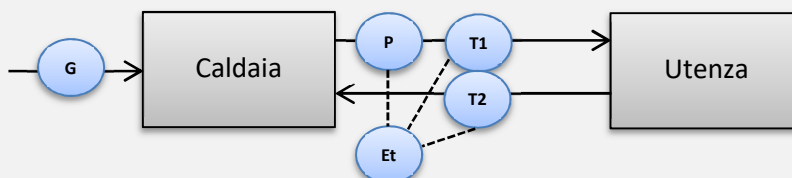


Figura 3: schema semplificato del programma di misura per una caldaia a gas naturale

| | | | | | |
|------------------------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|--|
| 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 ∑t * D = Densità [kg/l] * Cp = Calore specifico [kcal/kg °C] * ∑t = tempo [s] |
| Osservazioni | nessuna | nessuna | nessuna | nessuna | nessuna |

Tabella 3: 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 4

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 kWh | Variabili operative - produzione kg/g | Consumo specifico kWh/kg |
|---------------------------|----------------------------------|--|-----------------------------|
| 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 4: 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.

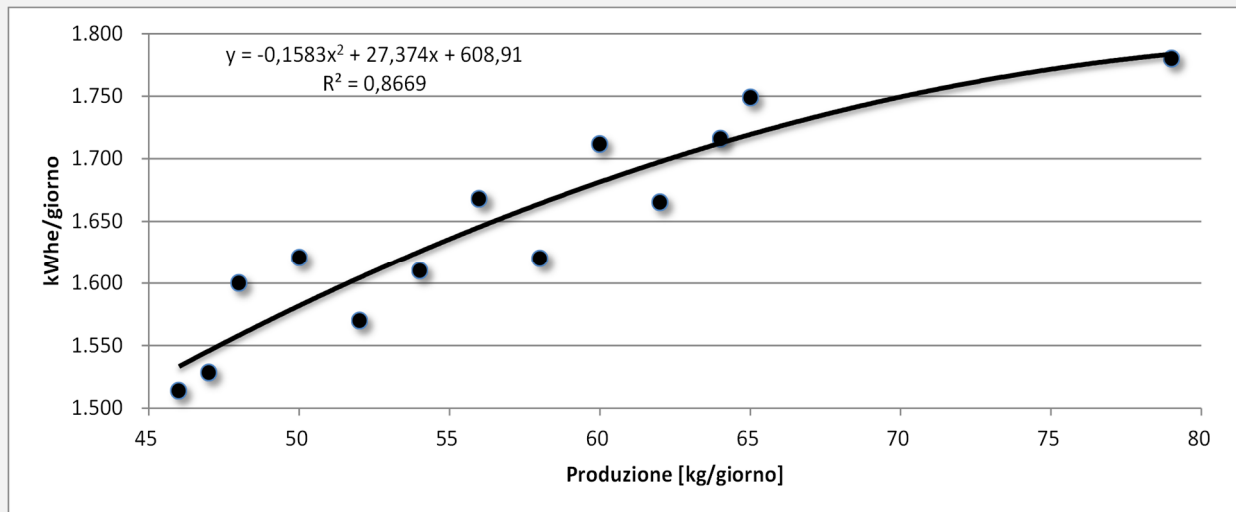


Figura 4: correlazione tra consumo di energia elettrica e produzione

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 5.

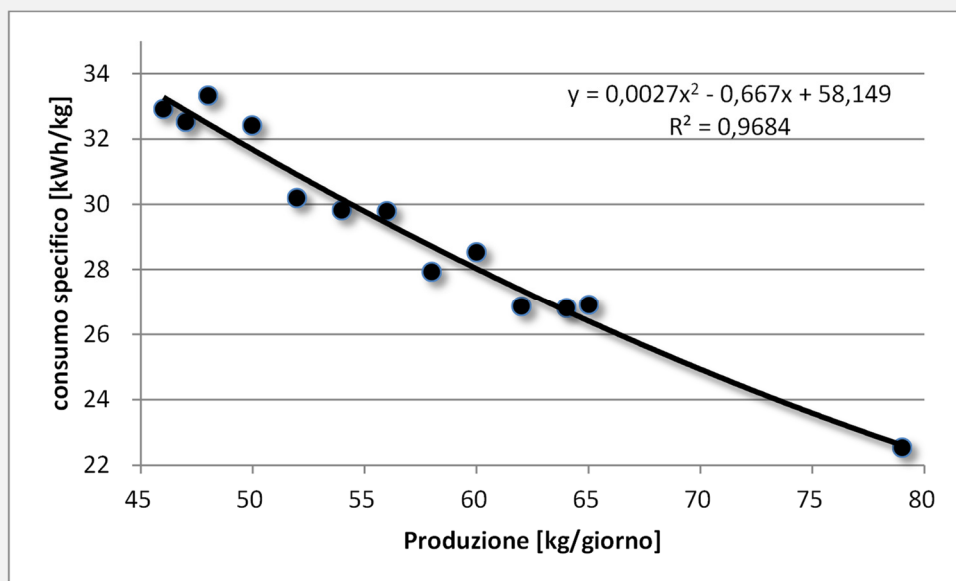


Figura 5: correlazione tra consumo specifico e produzione

6.8 Schemi del programma di misura

La presentazione del PC 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/approvvisionamento 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 5

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.

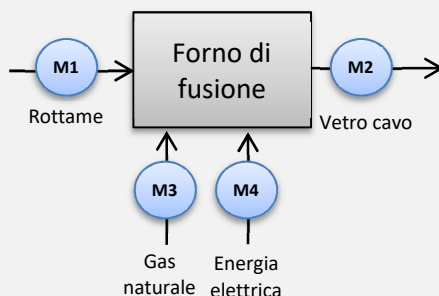


Figura 6: schema semplificato del programma di misura per un forno di fusione del vetro

6.9 Sovrapposizione con altri progetti di efficienza realizzati

Nel caso in cui il proponente intenda realizzare un progetto che ha effetto sulla rendicontazione dei risparmi di PC già in corso di incentivazione, a valere sul Decreto e s.m.i. o sul D.M. 28/12/2012, dovrà sottoporre al GSE 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. La modifica progettuale, in ogni caso, non comporta ulteriori variazioni (e.g. baseline, vita utile, etc.) al progetto già in corso di incentivazione. La richiesta sarà inviata tramite applicativo informatico/PEC, specificando nell'oggetto della e-mail il codice del PC interessato dalla modifica.

CHIARIMENTO 9

Considerato che il Decreto e s.m.i. ha escluso l'utilizzo del coefficiente di durabilità τ e differenziato i valori di vita utile in base alla tipologia di intervento, nel caso in cui il proponente intenda realizzare un progetto che ha effetto sulla rendicontazione dei risparmi di PPPM già in corso di incentivazione, non sarà possibile proporre un unico algoritmo di calcolo dei risparmi e un unico programma di misura, ma sarà necessario rendicontare i risparmi in maniera separata.

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, 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, 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 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 barbottina;
- 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 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 un progetto, 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 6

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 5 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 7.

| 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 5: campagna di misura ex ante di un gruppo frigo condensato ad acqua di potenza frigorifera superiore ad 1 MW_{fr}

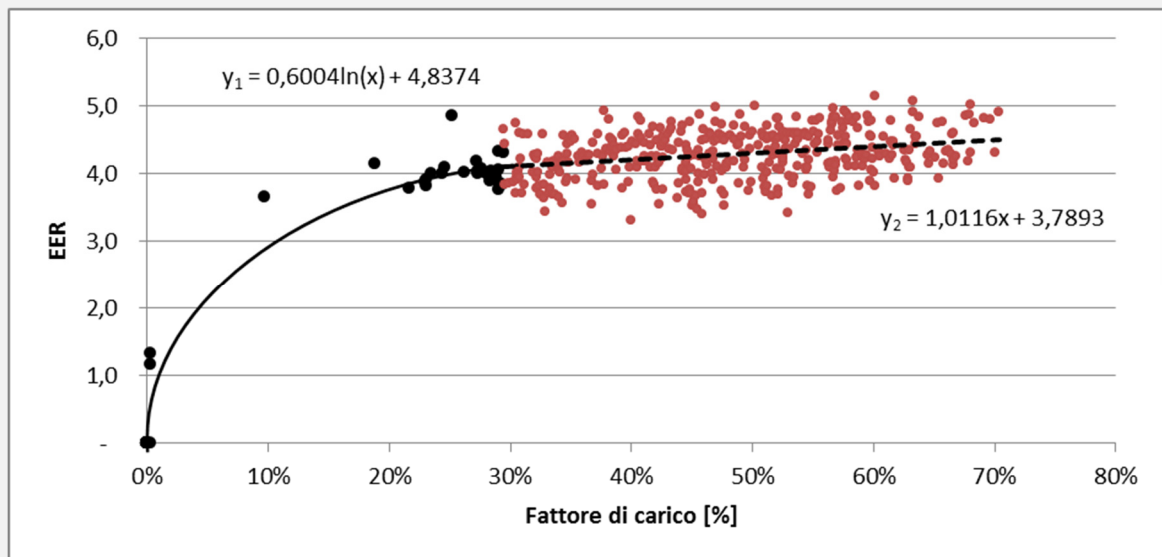


Figura 7: Correlazione tra fattore di carico e EER di un gruppo frigo condensato ad acqua di potenza frigorifera superiore ad 1 MWfr

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 – 2.6 della presente Guida operativa:

7. processo produttivo della ceramica;
8. processo produttivo del vetro;
9. processo di lavorazione delle materie plastiche;
10. processo produttivo della carta;
11. tecnologie per la produzione di energia termica e frigorifera;
12. il servizio idrico integrato.

CHIARIMENTO 11

Per i settori non trattati negli Allegati 2.1-2.6 della 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 un progetto, 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 7

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 del PC, 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

Il PC dovrà descrivere la proposta di algoritmo di calcolo dei risparmi di energia primaria conseguiti dal progetto. La descrizione dovrà essere comprensiva delle modalità di conversione dei consumi finali in energia primaria tenendo conto delle modalità di generazione/approvvisionamento 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.

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 di un PC 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 PC o PS 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 9

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 6 sono riportati 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 EXPOST | | Misure delle variabili operative EXPOST | | | 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 6: esempio di prospetto del file di rendicontazione

6.15 La rendicontazione dei risparmi a consuntivo - RC

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.

Il periodo di monitoraggio delle singole RC presentate successivamente all'approvazione del PC è annuale. Limitatamente ai PC per i quali si stimi la generazione di elevati risparmi, è possibile proporre, in sede di presentazione del PC, periodi di monitoraggio semestrali o trimestrali qualora, per ogni RC presentata, sia verificato che il numero di Certificati Bianchi da riconoscere sia almeno pari, rispettivamente, a 10.000 e 5.000.

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.

In fase di prima RC 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 durata residua 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.

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 *ex ante* sia in quella *ex post*, 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 e la non convenienza economica della misura dedicata 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 di 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.

Ai fini dell'accesso al meccanismo, qualora il PS sia costituito da più interventi, questi ultimi dovranno essere caratterizzati dalla medesima durata del periodo di vita utile (espressa in anni), al fine di essere ricompresi in un medesimo progetto per il quale il soggetto proponente inoltra istanza unica al GSE per la richiesta dei Certificati Bianchi.

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.

7.3 Contenuti minimi della relazione tecnica del Progetto PS

Nell'ambito della presentazione dell'istanza, 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 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 conseguiti;
- 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 conseguiti 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 dei misuratori dedicati ai fini della verifica della non convenienza economica dell'investimento relativo all'installazione dei misuratori dedicati ai singoli interventi;
- 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 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 a punto 2.6 dell'Allegato 1 al Decreto e s.m.i. dovranno essere presentate le misure dei consumi 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.

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.

In base alla tipologia di PS, dovranno essere implementati i dati dei consumi di energia della configurazione ante intervento normalizzati rispetto secondo quanto indicato nel PS, in base alla tipologia di progetto.

I risparmi conseguiti 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.

7.6 La rendicontazione dei risparmi standardizzato - RS

Approvato il PS, il soggetto proponente dovrà presentare una RS, al più, entro 120 giorni dalla fine del 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 $K2=0,8$.

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.

8 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. 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;
- 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;
- 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.



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 | <i>Atomizzatori</i> | 9 |
| 2.2 | <i>Essicatori</i> | 10 |
| 2.3 | <i>Forni di cottura</i> | 11 |
| 2.4 | <i>Ulteriori interventi di efficienza energetica</i> | 12 |
| 3 | METODOLOGIA ADOTTATA PER LA PRESENTE GUIDA | 14 |
| 4 | BIBLIOGRAFIA | 16 |

DESCRIZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

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

- piastrelle di ceramica;
- ceramica sanitaria;
- stoviglieria;
- 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.

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.

| 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 7: Possibile classificazione delle ceramiche (Fonte: D.M. 29 gennaio 2007)

Nella Figura 8 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 ultimi 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.

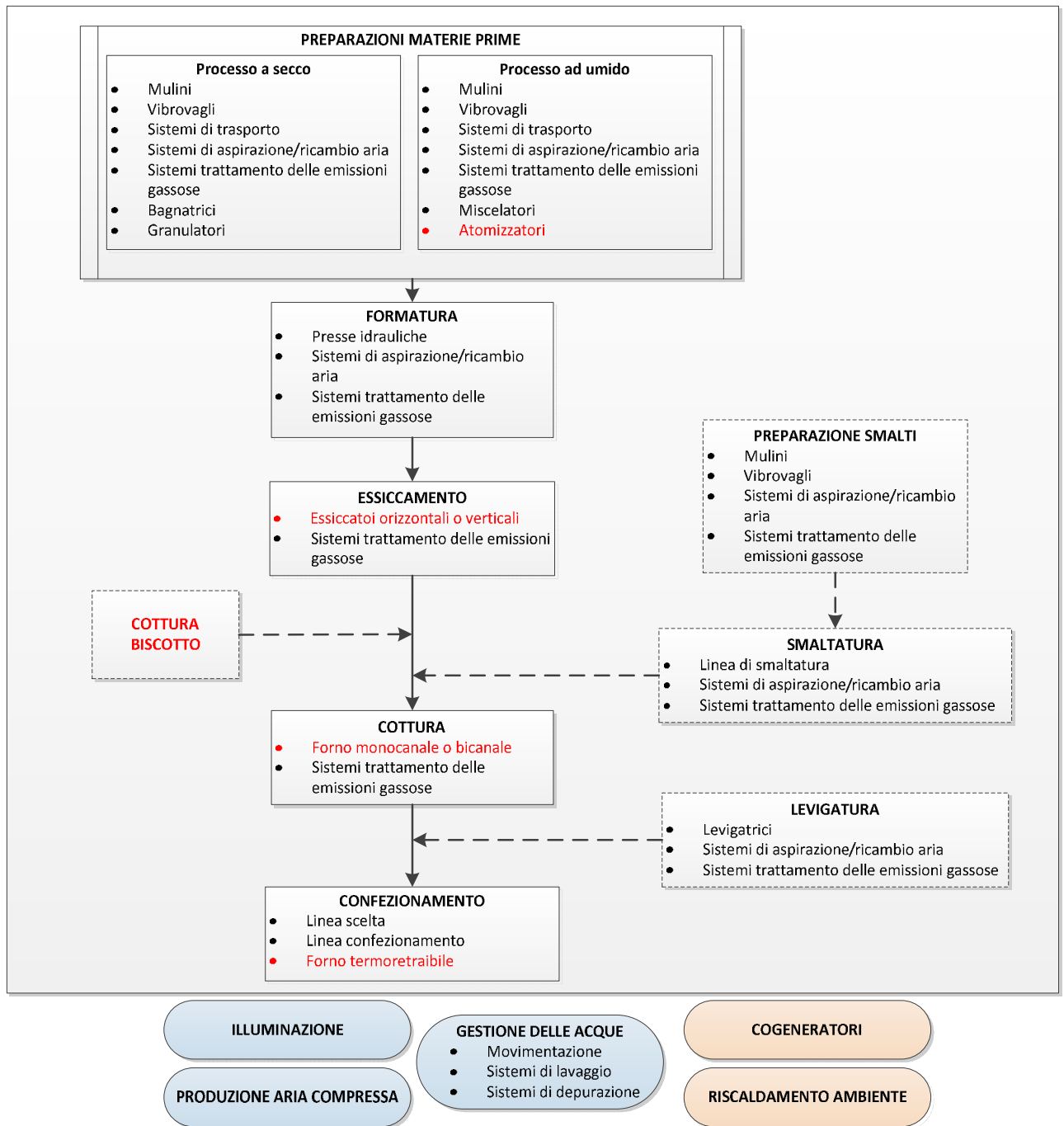


Figura 8: Processo di produzione delle piastrelle di ceramica

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 IIP 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, così come modificata dal D.M. 10 maggio 2018.

| Tipologie di intervento del settore ceramico <i>tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e s.m.i.</i> | |
|---|--|
| Essiccatori | |
| | Sistemi di controllo e regolazione della portata del gas metano e dell'aria calda interna in essiccatori ceramici |
| | Ottimizzazione della distribuzione del profilo di velocità dell'aria e bruciatori ad alta velocità di fiamma in atomizzatori |
| | Abbattitore a barbottina |
| | Altri sistemi di recupero del calore |
| 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 |
| | Efficientamento del sistema di distribuzione e diffusione del calore per climatizzazione e recupero di calore dal camino di raffreddamento finale dei forni ceramici |
| | Forni di lavorazione secondarie (forno termoretraibile) |
| | Economizzatori sulla linea fumi di impianti di produzione di energia termica |

Tabella 8: tipologie di intervento del settore ceramico tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e s.m.i.

Si precisa che, per la realizzazione degli interventi riportati nella Tabella 9, 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". Pertanto, la realizzazione dei succitati 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 s.m.i. |
|--|--|
| Atomizzatori | Ottimizzazione della distribuzione del profilo di velocità dell'aria e bruciatori ad alta velocità di fiamma in atomizzatori |
| | Abbattitore a barbottina |
| | Altri sistemi di recupero del calore |
| | Misure comportamentali: adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti |
| Essiccatori | Sistemi 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 |
| 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 |
| Impianti di produzione di energia termica | Economizzatori sulla linea fumi di impianti di produzione di energia termica |

Tabella 9: correlazione tra "sistema tecnologico assunto come punto di riferimento" e tipologie di intervento

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 barbotina.

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 barbotina";
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, così come modificata dal D.M. 10 maggio 2018, 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 kcal/kg_{barbotina essiccata} e kWh/ton_{barbotina 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 | barbotina essiccata |

Tabella 10 - 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. 10 maggio 2018 "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.

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.

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'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, così come modificata dal D.M. 10 maggio 2018, 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 vert | 92 | 101 | 89 | 10,6 | 7,6 | 5,9 | piastrelle essiccate |
| Essiccatori oriz | 106 | 102 | -- | 8,5 | 7,6 | -- | piastrelle essiccate |

Tabella 11: 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. 10 maggio 2018 "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.

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.

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 sul forno di cottura 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, così come modificata dal D.M. 10 maggio 2018, 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 12: 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 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.

Un ulteriore intervento di efficienza energetica è *“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.

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, così come modificata dal D.M. 10 maggio 2018, 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 13: 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, così come modificata dal D.M. 10 maggio 2018, 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;
- 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, ivi compresi gli impianti di surgelazione e refrigerazione;

- impianti di produzione dell'aria compressa;
- installazione di sistemi per l'illuminazione;
- retrofit di sistemi per l'illuminazione;
- sistemi di pompaggio.

METODOLOGIA ADOTTATA PER LA PRESENTE GUIDA

Per gli **atomizzatori**, i valori dei consumi specifici termici riportati in Tabella 10 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 11 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 s.m.i. 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 12 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 22mm.

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 13 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.

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 2.2 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 | <i>Interventi direttamente connessi al forno fusorio</i> | 8 |
| 2.2 | <i>Interventi indiretti connessi al forno</i> | 11 |
| 2.2.1 | Preriscaldamento del rottame | 11 |
| 2.2.2 | Produzione di energia elettrica da recupero termico | 11 |
| 2.3 | <i>Ulteriori interventi di efficienza energetica</i> | 11 |
| 3 | METODOLOGIA ADOTTATA PER LA PRESENTE GUIDA | 13 |
| 4 | BIBLIOGRAFIA | 15 |

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 per esempio alle produzioni artistiche) e la lavorazione.

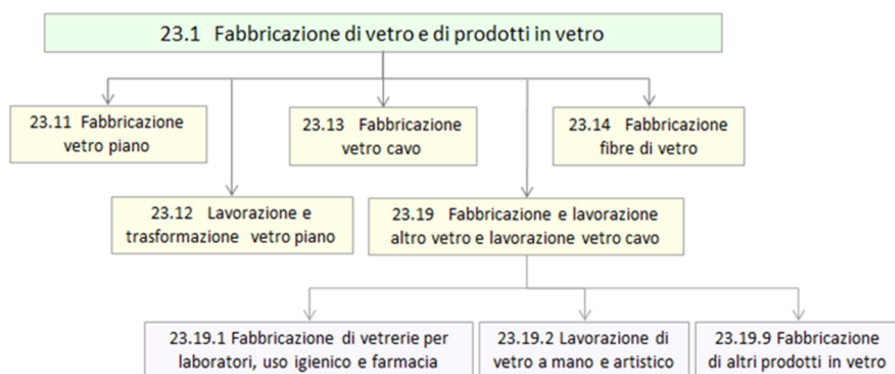


Figura 9: schematizzazione Ateco del settore vetro

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 10), 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 11).

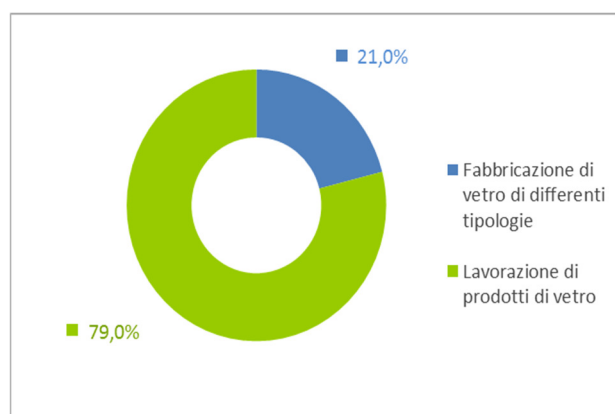


Figura 10: Ripartizione delle imprese tra attività di fabbricazione e di lavorazione del vetro

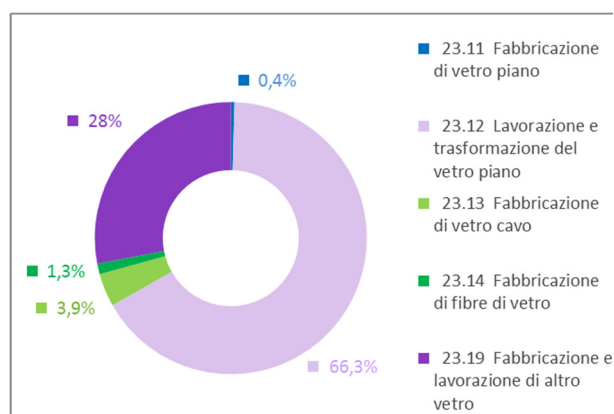


Figura 11: distribuzione percentuale delle imprese per codici Ateco

Analogamente, in Figura 12 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.

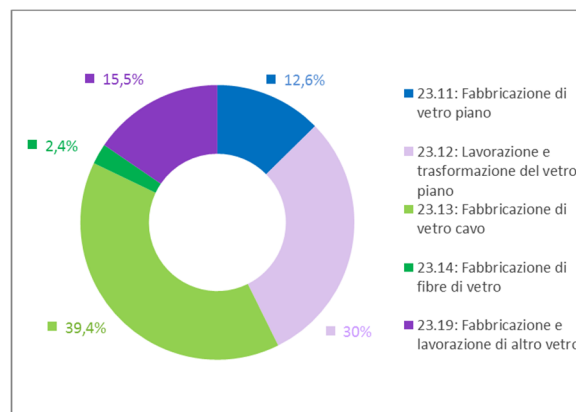


Figura 12: distribuzione percentuale del fatturato 2014 per settori di attività

Con riferimento al solo processo della fabbricazione, la Figura 13 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.

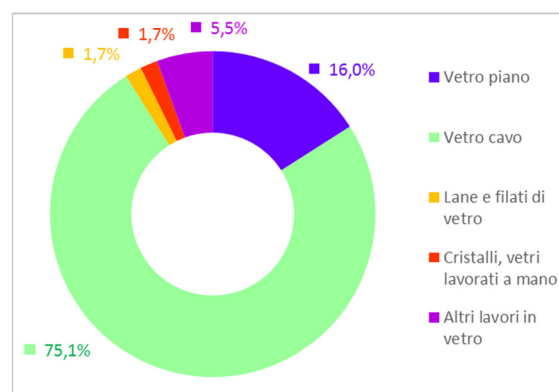


Figura 13: distribuzione percentuale della produzione tra le tipologie di vetro

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 affinanți, 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 affinanți 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 affinanți, 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 imprimono 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.

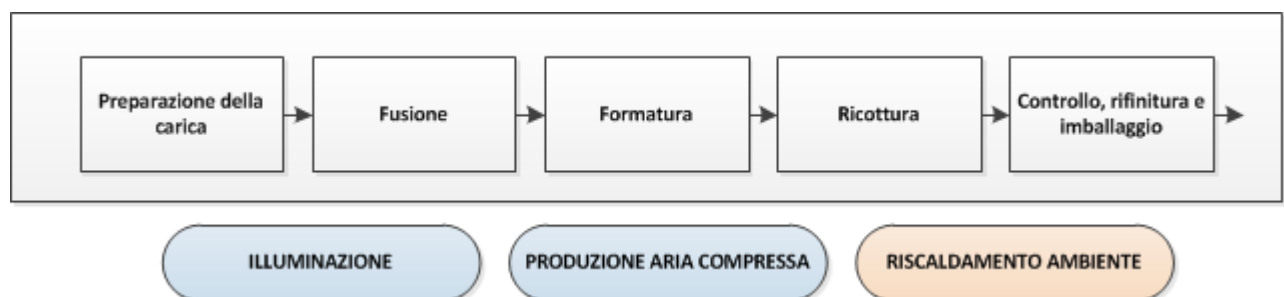


Figura 14: schema a blocchi del processo produttivo

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 IIIP 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 o sostituzione 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 sono declinati nella tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017, modificata dal D.M. 10 maggio 2018, così come di seguito riportato.

| Tipologie di intervento del settore del vetro <i>tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e s.m.i.</i> |
|--|
| Forni di fusione |
| Impianti a Cicli Rankine Organico (ORC) in assetto non cogenerativo e non alimentati da calore prodotto da impianti di produzione di energia termica |
| Bruciatori rigenerativi |
| Sistemi di preriscaldamento del rottame di vetro |

Tabella 14: tipologie di intervento del settore del vetro Tabella 1 del D.M. 11 Gennaio 2017 e s.m.i.

Inoltre si precisa che, per la realizzazione degli ultimi due interventi, 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". 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.

| Sistema tecnologico assunto come punto di riferimento | Tipologie di intervento secondo la tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e s.m.i. |
|--|---|
| Forni di fusione | bruciatori rigenerativi |
| | sistemi di preriscaldamento del rottame di vetro |
| | misure comportamentali: adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti |

Tabella 15: correlazione tra "sistema tecnologico assunto come punto di riferimento" e tipologie di intervento

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 non possono essere contabilizzate per la rendicontazione dei risparmi ai fini del rilascio dei Titoli di Efficienza Energetica, in quanto, il risparmio indiretto non può essere misurato mentre nel caso di variazione dell'utilizzo della quantità di rottame 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 ante 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;
- Ep_{50} = 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>Elektrico</i> | < 50 t/g | | 8,6 | |
| | 50-100 t/g | | 7,9 | |
| <i>End port</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 | | |
| | >400 t/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 port</i> | 250-400 t/g | 4,9 | | |
| | 400-600 t/g | 4,7 | | 6,7 |
| | ≥600 t/g | | | 6,2 |

Tabella 16: 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".

Interventi indiretti connessi al forno

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.

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.

Il calcolo dell'energia primaria risparmiata, 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).

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.

Ulteriori interventi di efficienza energetica

Ulteriori interventi di efficienza energetica riportati in tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017, così come modificata dal D.M. 10 maggio 2018, 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;
- 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, ivi compresi gli impianti di surgelazione e refrigerazione;
- impianti di produzione dell'aria compressa;
- installazione di sistemi per l'illuminazione;
- retrofit di sistemi per l'illuminazione;
- sistemi di pompaggio;
- forni di trattamento termico;
- forni di lavorazioni secondarie.

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 s.m.i, 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 16 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 il 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 16.

Infine, si precisa che:

- i dati indicati nella Tabella 16 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.

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 | <i>Stampaggio per iniezione</i> | 6 |
| 2.2 | <i>Stampaggio per soffiaggio</i> | 6 |
| 2.3 | <i>Formatura per estrusione di profili e film in bolla</i> | 7 |
| 2.4 | <i>Ulteriori interventi di efficienza energetica</i> | 8 |
| 3 | METODOLOGIA ADOTTATA PER LA PRESENTE GUIDA | 9 |
| 4 | BIBLIOGRAFIA | 10 |

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.

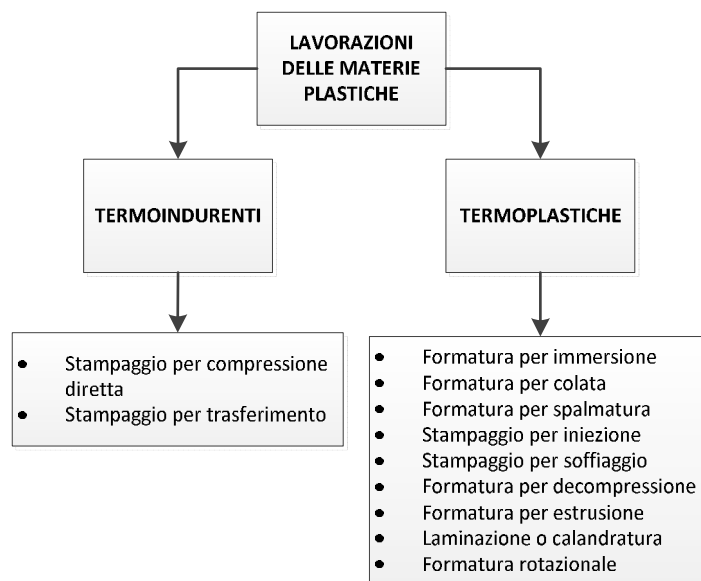


Figura 15: macro categorie per la lavorazione delle plastiche (Fonte: Elementi di tecnologia, 2011)

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 granulata. 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.

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 alle soluzioni tecnologiche ad oggi installabili, di seguito sono forniti i valori dei consumi di riferimento in caso di installazione di nuovi macchinari.

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.

Per quanto sopra, la tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017, così come modificata dal D.M. 10 maggio 2018, identifica tra gli interventi di efficienza energetica ammissibili al meccanismo dei certificati, quelli relativi alla installazione o sostituzione di:

- *“presse ad eccezione di presse idrauliche per stampaggio di materie plastiche”;*
- *“estrusori di materie plastiche”.*

A questi si aggiungono i *“sistemi di termoformatura per lo stampaggio di materie plastiche”*, nonché l'installazione di sistemi di automazione e controllo, che ricadono tra le misure comportamentali *“adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti”*. Per quest'ultimo intervento, 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. 10 maggio 2018, si specifica che, nel caso di sostituzione 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. Pertanto, nel caso in cui il macchinario installato ex post abbia livelli di producibilità non comparabili con il macchinario ex ante, il consumo di baseline sarà pari al consumo ex ante opportunamente normalizzato al fine di epurare l'effetto del fattore scala tra la soluzione ante e post intervento.

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.

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).

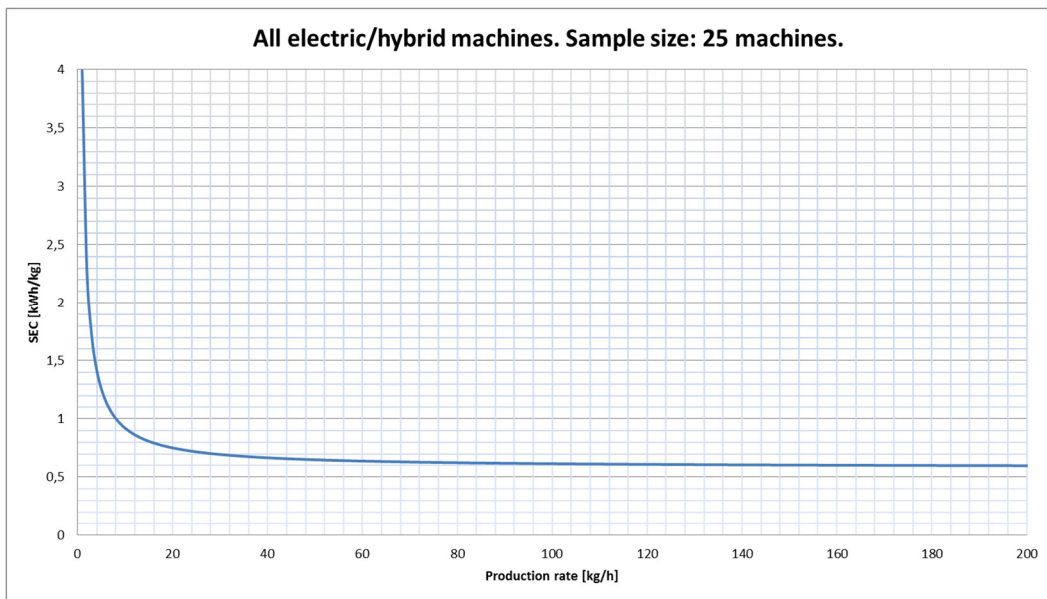


Figura 16: variazione del consumo specifico di riferimento delle presse elettriche e ibride in funzione del Production rate
In particolare, nel caso di valori di “Production rate” uguali o inferiori a 50 kg/h sarà necessario applicare l’equazione 1 per definire il consumo specifico di riferimento.

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 kg/h (2).

$$SEC_{rif} = \begin{cases} \frac{3,41}{P} + 0,58, & se 0 < P \leq 50 & (1) \\ 0,58, & se P > 50 & (2) \end{cases}$$

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).

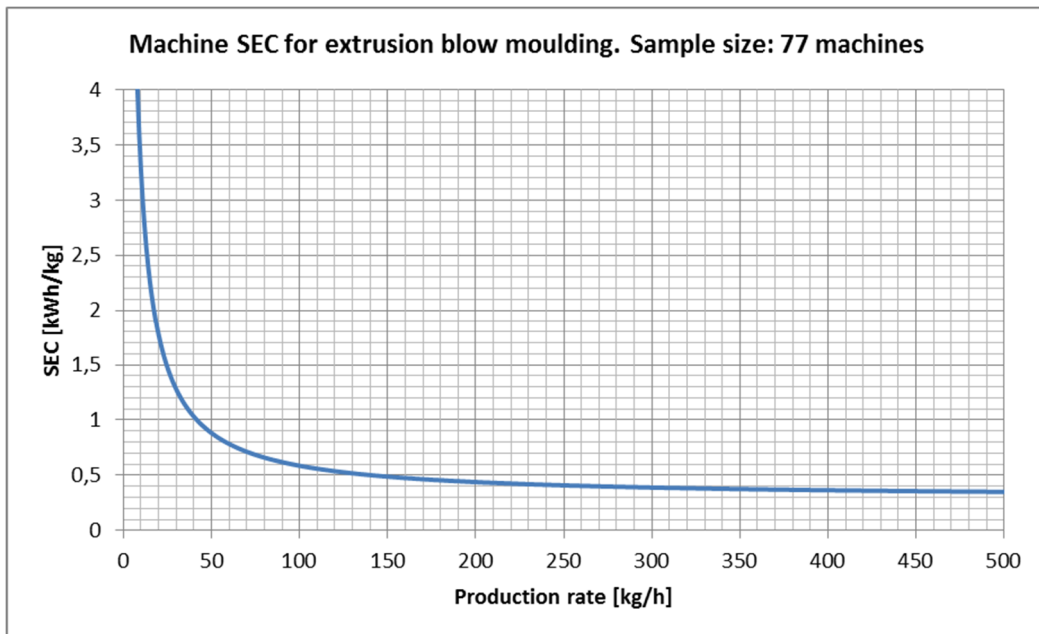


Figura 17: variazione del consumo specifico per il soffiaggio in funzione del Production rate

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).

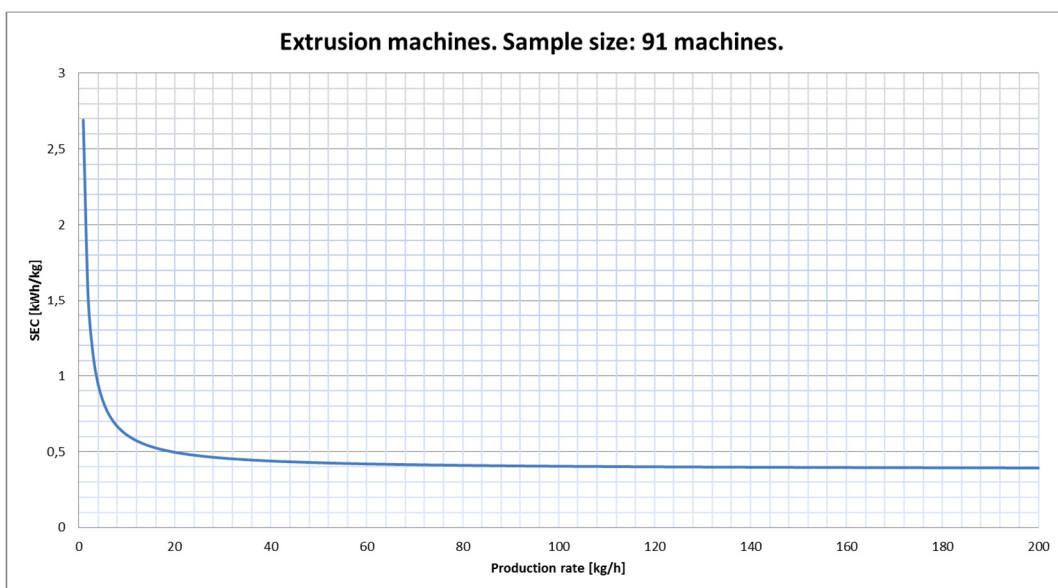


Figura 18: variazione del consumo specifico degli estrusori di profili e film in bolla in funzione del Production rate

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 kg/h (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)

Ulteriori interventi di efficienza energetica

A livello di stabilimento, ulteriori interventi di efficienza energetica riportati in tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017, così come modificata dal D.M. 10 maggio 2018, che non riguardano strettamente il processo produttivo della lavorazione della 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;
- 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;
- generatori di aria calda;
- sistemi di trattamento degli effluenti gassosi;
- gruppi frigo e pompe di calore, ivi compresi gli impianti di surgelazione e refrigerazione;
- impianti di produzione dell'aria compressa;
- installazione di sistemi per l'illuminazione;
- retrofit di sistemi per l'illuminazione;
- sistemi di pompaggio.

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.

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 | <i>Preparazione dell'impasto</i> | 4 |
| 1.2 | <i>Fabbricazione del foglio</i> | 5 |
| 1.3 | <i>Trattamenti superficiali ed allestimento</i> | 6 |
| 2 | DESCRIZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE DISPONIBILI E DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA | 8 |
| 2.1 | <i>Interventi sulla sezione di preparazione impasti</i> | 8 |
| 2.2 | <i>Interventi sulla sezione di fabbricazione del foglio</i> | 9 |
| 2.3 | <i>Ulteriori interventi di efficienza energetica</i> | 10 |
| 3 | INDIVIDUAZIONE DEI VALORI DI BASELINE PER IL CALCOLO DEI RISPARMI ENERGETICI ADDIZIONALI | 11 |
| 4 | METODOLOGIA ADOTTATA PER LA PRESENTE GUIDA | 13 |
| 5 | BIBLIOGRAFIA | 15 |

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.

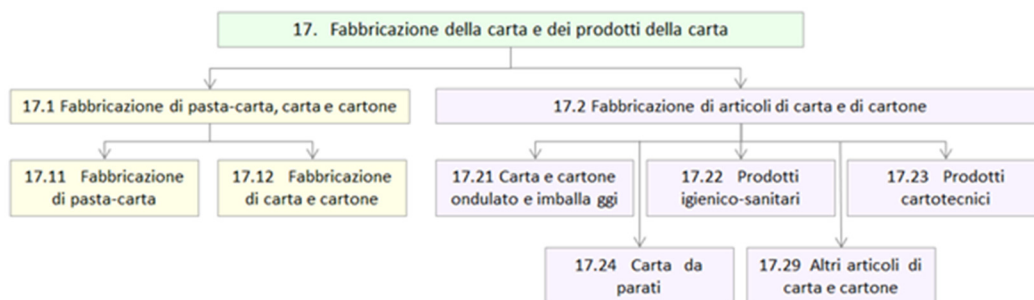


Figura 19: Schematizzazione Ateco 2007

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 20: 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 17 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 17: 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.

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.

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.

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 *calandratura* 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 Figura 21 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.).

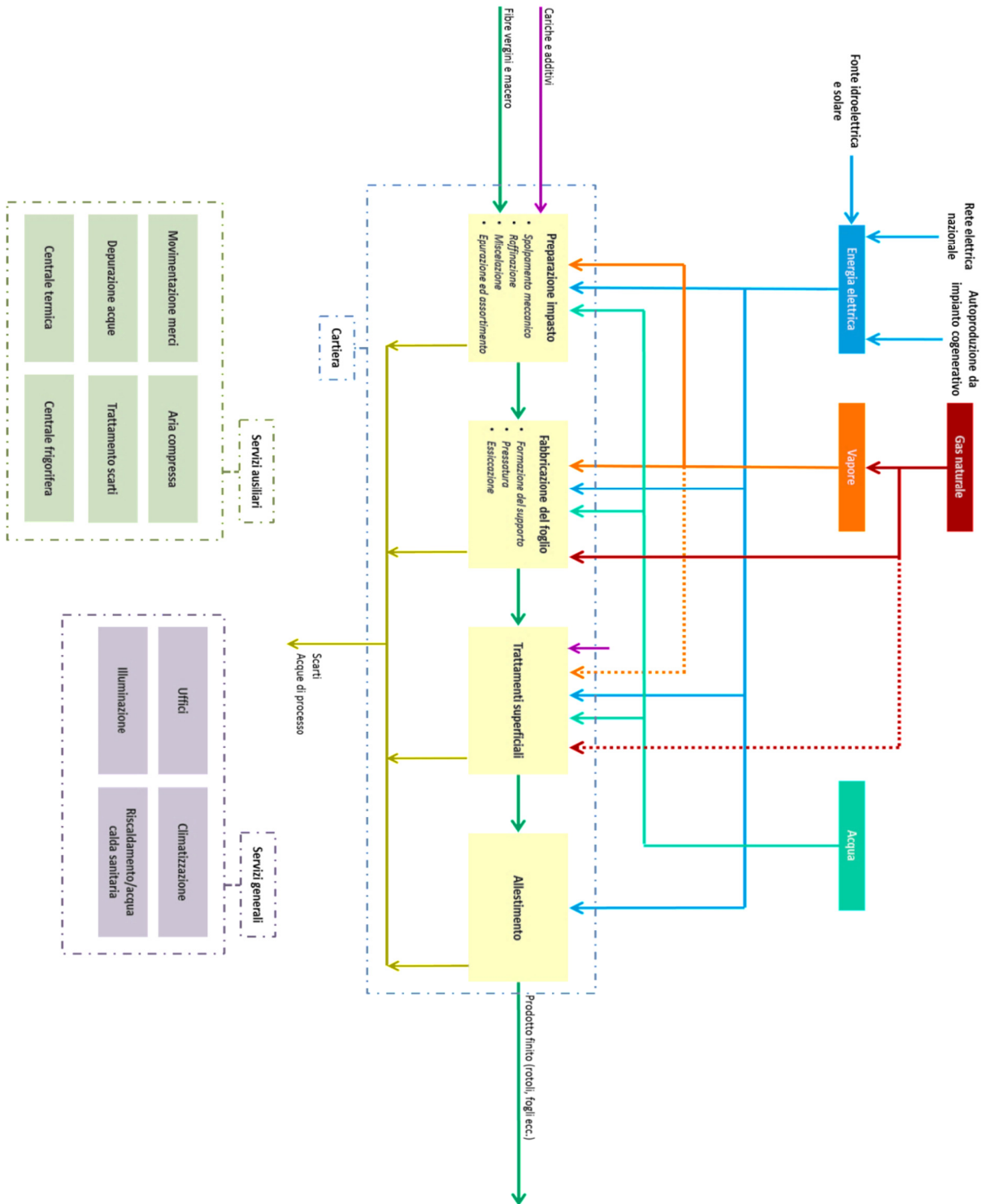


Figura 21: Flussi di materia ed energia nel layout produttivo tipico di una cartiera.

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, così come modificata dal D.M. 10 maggio 2018.

| Tipologie di intervento del settore cartario <i>Tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e s.m.i.</i> |
|--|
| Dispositivi per la preparazione impasti |
| Dispositivi per la fabbricazione del foglio |
| Casse aspiranti, sistemi del vuoto, cassa a vapore in macchine continue |
| Cilindri essiccatori in macchina continua |
| Tele di formazione per produzione carta |
| Cappe in seccheria |
| Termocompressori in macchine continue |

Tabella 18: tipologie di intervento del settore di produzione della carta tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e s.m.i.

Si precisa che, per la realizzazione degli interventi riportati nella Tabella 19, 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 succitati 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 s.m.i. |
|---|--|
| Preparazione dell'impasto | Dispositivi per la preparazione impasti |
| 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 |
| | Cappe in seccheria |
| | Termocompressori in macchine continue |
| | Dispositivi per la fabbricazione del foglio* |

* ulteriori interventi rispetto ai precedenti per la sezione di "fabbricazione del foglio"

Tabella 19: correlazione tra "sistema tecnologico assunto come punto di riferimento" e tipologie di intervento

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.

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.

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;

- *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.

Ulteriori interventi di efficienza energetica

Ulteriori interventi di efficienza energetica riportati in tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017, così come modificata dal D.M. 10 maggio 2018, 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;
- 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, ivi compresi gli impianti di surgelazione e refrigerazione;
- impianti di produzione dell'aria compressa;
- installazione di sistemi per l'illuminazione;
- retrofit di sistemi per l'illuminazione;
- sistemi di pompaggio.

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 20 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 21 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.

Si precisa che, ai fini della conversione dell'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.

| 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 20: 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 21: ripartizione percentuale dei consumi

Si precisa che nei casi non previsti tra quelli della Tabella 20, 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, ovvero al consumo specifico ottenuto moltiplicando i valori riportati nella Tabella 20, con quelli della Tabella 21.

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), ovvero del *"Sistema tecnologico assunto come punto di riferimento"* di cui alla Tabella 19.

Pertanto, ad esempio, nel caso di un intervento di efficientamento della seccheria, ai fini della definizione del consumo specifico di ex ante saranno rilevanti i consumi dell'intera fase di fabbricazione del foglio (ovvero 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 20;
3. la tipologia di carta rispetto a quanto previsto in Tabella 20;
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 20), ovvero superiori ad essi.

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 20, 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 21, 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.

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 | <i>Condizioni di ammissibilità</i> | 5 |
| 2.2 | <i>Sistemi a compressione elettrici</i> | 6 |
| 2.3 | <i>Sistemi ad assorbimento</i> | 9 |
| 2.4 | <i>Sistemi free-cooling</i> | 9 |
| 3 | IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA TERMICA | 11 |
| 3.1 | <i>Condizioni di ammissibilità</i> | 12 |
| 3.2 | <i>Generatori di calore</i> | 13 |
| 3.3 | <i>Pompe di calore</i> | 14 |
| 4 | INDIVIDUAZIONE DELLA SOLUZIONE DI BASELINE ED ALGORITMI | 16 |
| 5 | METODOLOGIA ADOTTATA PER LA PRESENTE GUIDA | 20 |
| 6 | BIBLIOGRAFIA | 23 |

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.

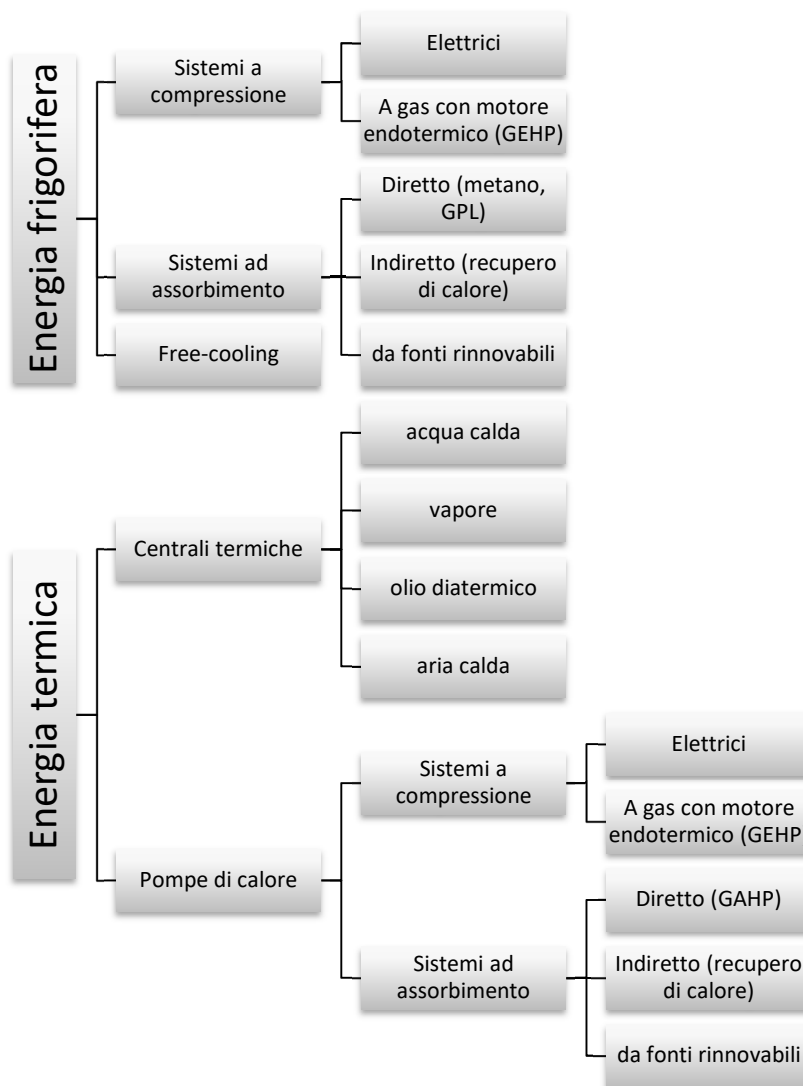


Figura 22: tecnologie per la produzione di energia termica e frigorifera

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, così come modificata dal D.M. 10 maggio 2018. 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 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 (pompa di calore o gruppo frigo).

| Tipologie di intervento per impianti di produzione di energia termica e frigorifera <i>tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e s.m.i.</i> | |
|---|--|
| Settore civile | installazione di impianti di gruppi frigo e pompe di calore per la climatizzazione degli ambienti |
| Settore reti, servizi e trasporti | installazione di pompe di calore e gruppi frigo a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento |
| Settore industriale | gruppi frigo e pompe di calore, ivi compresi gli impianti di surgelazione e refrigerazione |
| Misure comportamentali | adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti |

Tabella 22: tipologie di intervento impianti di produzione di energia frigorifera, tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e s.m.i.

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, 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 Potenza termica utile riscaldamento > 35 kW</small> | | Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18 | 3,8 |
| | | | | 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 | | Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entrata: 19 | 4,4 |
| | Acqua | | Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18 | 4,4 |

Tabella 23: 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.”*

Gli interventi di installazione di sistemi free cooling, ad eccezione di quelli di cui al paragrafo 2.4, non generano risparmi aggiuntivi e sono presenti all'interno dell'Allegato 3 – interventi di efficienza energetica non ammissibili alla Guida Operativa.

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 24: 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 24, 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:

- $EER_{Carnot \text{ standard}} = \frac{T_{e_standard}}{T_{c_standard} - T_{e_standard}};$
- $EER_{Carnot \text{ da progetto ex post}} = \frac{T_{e_progetto_expost}}{T_{c_progetto_expost} - T_{e_progetto_expost}};$

con

- $T_{e_standard}$ = temperatura (espressa in Kelvin) media all'evaporatore (colonna ambiente interno della Tabella 24). 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 24). 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:

$$K_{carico} = -0,4 \times F + 1,4 \quad \text{se } F \geq 50\%, \quad (B.2)$$

$$K_{carico} = 0,1822 \times \ln(F) + 1,329 \quad \text{se } F < 50\%,$$

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 ($EER_{scheda\ ex\ ante}$).

Il coefficiente K_{Carnot} sarà ricavato tramite la seguente formula:

$$K_{Carnot} = \frac{EER_{Carnot\ da\ progetto\ ex\ post}}{EER_{Carnot\ scheda\ ex\ ante}}, \quad (C.1)$$

essendo:

- $EER_{Carnot\ scheda\ ex\ ante} = \frac{T_{e_scheda\ ex\ ante}}{T_{c_scheda\ ex\ ante} - T_{e_scheda\ ex\ ante}}$;
- $EER_{Carnot\ da\ progetto\ ex\ post} = \frac{T_{e_progetto_expost}}{T_{c_progetto_expost} - T_{e_progetto_expost}}$;

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 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.

A prescindere dalle applicazioni e dalle tecnologie sopra descritte, tutte le soluzioni free cooling non generano risparmi energetici addizionali, ad eccezione di:

- a) sistemi 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) utilizzo di acqua di falda solo nel caso la realizzazione del sistema di captazione risulta tecnicamente complesso.

Negli altri casi, infatti, nelle soluzioni impiantistiche in cui possono essere adottati, costituiscono di per sé la soluzione tecnologica di riferimento.

Pertanto, in fase di presentazione di un progetto di efficienza energetica, nel caso di circuiti frigoriferi misti gruppi frigo/free cooling è ammissibile esclusivamente la rendicontazione dei risparmi derivanti dai soli gruppi frigo, escludendo quindi gli apporti gratuiti del free cooling.

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, così come modificata dal D.M. 10 maggio 2018, 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 s.m.i.</i> | |
|--|---|
| Settore industriale | Impianti di produzione di energia termica |
| | Generatori di aria calda |
| | Economizzatori sulla linea 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 |
| | Altri sistemi di recupero di calore |
| Settore reti, servizi e trasporti | Caldaie a servizio di reti di teleriscaldamento e/o raffrescamento |
| | Installazione di pompe di calore e gruppi frigo a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento |
| Settore civile | Installazione di caldaie e generatori di aria calda |
| | Installazione di impianti di gruppi frigo e pompe di calore per la climatizzazione degli ambienti |
| | Installazione di economizzatori sulla linea fumi di impianti di produzione di energia termica |
| Misure comportamentali | Adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti |

Tabella 25: tipologie di intervento su impianti di produzione di energia termica, tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e s.m.i.

Per la realizzazione degli interventi riportati nella Tabella 26, il calcolo dei risparmi dovrà essere effettuato con riferimento al consumo energetico del "Sistema tecnologico assunto come punto di riferimento". Pertanto, la realizzazione dei succitati 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 2017 e s.m.i. |
|--|---|
| impianti di produzione di energia termica (settore industriale) | Economizzatori sulla linea 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 |
| | Altri sistemi di recupero del calore |
| impianti di produzione di energia frigorifera (settore industriale) | 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 |
| impianti di produzione di energia termica (settore civile) | Installazione di economizzatori sulla linea fumi di impianti di produzione di energia termica |
| impianti di produzione di energia termica (qualunque settore) | Misure comportamentali: adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti |

Tabella 26: correlazione tra "sistema tecnologico assunto come punto di riferimento" e tipologie di intervento

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-viciesster 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, con riferimento:

- al rendimento di generazione degli impianti (85%);
- 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;
- alla tipologia di biomassa impiegata;
- ai laboratori accreditati al rilascio delle attestazioni circa rispetto dei precedenti punti;
- 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" e "Procedura per la verifica del rispetto dei limiti di rendimento degli impianti alimentati a biomasse e bioliquidi".

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 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 <small>Potenza termica utile riscaldamento ≤35kW</small> | | Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35 | 4,1 |
| | Acqua <small>Potenza termica utile riscaldamento >35kW</small> | | | 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 27: 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 secco all'entrata: 20 | 1,46 |
| | Acqua | Bulbo umido all'entrata : 6 | 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 28: 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 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. 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 da biomassa installata nella situazione ex post.

Si precisa che il D.Lgs. 28/2011 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.”*

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 aggiuntivi 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 |
| | 0-5MW | 5,01-15 MW | >15,01MW | | | |
| Aree metanizzate | 95% | 92% | 91% | 91% | 92% | 89% |
| Aree non metanizzate | 91% | 88% | | | | |

Tabella 29: 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 | | | | | | |
|----------|---------|--|--|--------|--|--|--|--------|
| | | Riscaldamento | | | Raffreddamento | | | |
| Esterno | Interno | Ambiente esterno (°C) | Ambiente interno (°C) | COP | Ambiente esterno (°C) | Ambiente interno (°C) | EER | |
| Aria | Aria | Bulbo secco all'entrata: 7 Bulbo umido all'entrata: 6 | 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: 27 Bulbo umido all'entrata: 19 | 3,4 ** | |
| | Acqua | | Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35 | 4,1 ** | | Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18 | 3,8 ** | |
| 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 ** | | Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18 | Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entrata: 19 | 4,4 ** |
| | Acqua | Temperatura entrata: 0 | Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35 | 4,3 ** | | | | 4,4 ** |

* Elaborazione GSE su dati Eurovent.

** D.Lgs. 28/2011

Tabella 30: 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 acqua |
| PdCc aria | Pompa di calore a compressione elettrica condensata ad aria |
| PdCc acqua | Pompa di calore a compressione elettrica condensata ad acqua |
| PdCa | Pompa di calore ad assorbimento diretto o indiretto |
| GEHP | Gruppo frigo o pompa di calore a compressione a gas con motore endotermico |
| Free cooling | Free cooling diretto o indiretto |

Tabella 31: Nomenclatura di riferimento per le Tabella 32 e Tabella 33

| 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 | - |
| GFC | Free cooling indiretto ad acqua di falda | - |
| GFA | GFA | - |
| 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 |
| da valutare** | GFC con free cooling integrato* | -- |
| da valutare** | Free cooling diretto adiabatico | -- |
| da valutare** | Free cooling indiretto ad acqua di falda | -- |

* qualora sia scorponabile la quota di energia frigorifera prodotta dalla sezione free cooling rispetto a quella prodotta della sezione a compressione

** da valutare in base alle temperature di mandata, alla temperatura della sorgente fredda, alla complessità impiantistica, alla tipologia di applicazione, etc

Tabella 32: Individuazione della soluzione tecnologica di baseline ed algoritmi per la produzione di energia frigorifera

| ENERGIA TERMICA | | |
|-----------------------------------|--------------------------|---------|
| Sostituzione | | |
| Situazione ex ante | Situazione ex post | Formula |
| Caldiaia olio diatermico | Caldiaia vapore | 4 |
| Caldiaia vapore | | 4 |
| Caldiaia vapore | Caldiaia acqua | 4 |
| Generatore aria | | 4 |
| Caldiaia acqua | | 4 |
| Caldiaia olio diatermico | Caldiaia olio diatermico | 4 |
| Generatore aria | Generatore aria | 4 |
| Caldiaia | PdCc | 5 |
| | PdCa | 6 |
| PdCc | PdCc | 7 |
| | PdCa | -- |
| PdCa | PdCa | -- |
| Nuova installazione | | |
| Soluzione tecnologica di baseline | Situazione ex post | Formula |
| Caldiaia vapore standard | Caldiaia vapore | 4 |
| Caldiaia acqua standard | Caldiaia acqua | 4 |
| Caldiaia olio diatermico standard | Caldiaia olio diatermico | 4 |
| Generatore aria standard | Generatore aria | 4 |
| Caldiaia standard | PdCc aria | 5 |
| PdCc aria standard* | | 7 |
| Caldiaia standard | PdCc acqua | 5 |
| PdCc acqua standard* | | 7 |
| Caldiaia standard | PdCa | 6 |

(*) per applicazioni a bassa temperatura, ovvero per applicazioni in cui la temperatura media di progetto al condensatore è inferiore a 40°C

Tabella 33: 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 s.m.i. | Formula |
|---|---|---------|
| impianti di produzione di energia termica (settore industriale) | economizzatori sulla linea impianti di produzione di energia termica | 4 |
| | addolcitori e impianti a osmosi inversa rispettivamente per impianti termici con potenza al focolare inferiore a 100 kWt e a 2000 kWt | 4 |
| | altri sistemi di recupero del calore | -- |
| impianti di produzione di energia frigorifera (settore industriale) | 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 civile) | 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 34: formula da adottare per il calcolo dei risparmi per gli interventi di cui Tabella 26

Produzione di energia frigorifera

Per le installazioni riferite alla Tabella 32 e Tabella 34, 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 | $RISP = \frac{1}{EER_{baseline}} \times E_{frigo} \times f_t - E_{aux} \times f_e$ |

Tabella 35: 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];
- 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 33 e Tabella 34, gli algoritmi per il calcolo dei risparmi sono i seguenti:

| Formula | Algoritmo |
|---------|---|
| 4 | $RISP = \left(\frac{1}{\eta_{baseline}} - \frac{1}{\eta_{expost}} \right) \times E_{termica} \times f_t$ |
| 5 | $RISP = \frac{E_{termica}}{\eta_{baseline}} \times f_t - E_{e_PdC_c} \times f_e$ |
| 6 | $RISP = \frac{E_{termica}}{\eta_{baseline}} \times f_t - E_{t_PdC_a} \times f_t$ |
| 7 | $RISP = \left(\frac{1}{COP_{baseline}} - \frac{1}{COP_{expost}} \right) \times E_{termica} \times f_e$ |

Tabella 36: Algoritmi di calcolo dei risparmi per la produzione di energia termica

dove:

$\eta_{baseline}$ è il valore di cui alla

- Tabella 29 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 24 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, ottenuto sommando, per ogni classe energetica, 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 23 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.

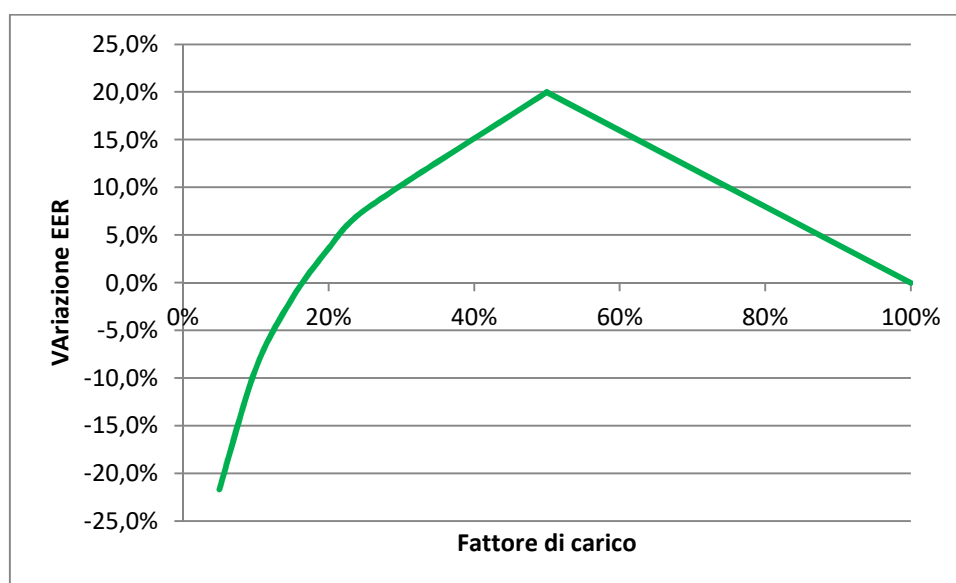


Figura 23: Variazione percentuale del EER in funzione del fattore di carico

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 37.

Si precisa che l'analisi non ha preso in considerazione i sistemi ad espansione diretta con fluido refrigerante ammoniacca (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 37: 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

Tabella 29 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

Tabella 29 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 30), 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 | <i>Servizi di acquedotto</i> | 3 |
| 1.2 | <i>Servizi di depurazione</i> | 4 |
| 1.3 | <i>Servizi di fognatura</i> | 6 |
| 2 | DESCRIZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE E DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA | 8 |
| 2.1 | <i>Servizi di acquedotto</i> | 9 |
| 2.1.1 | Impianti di dissalazione..... | 9 |
| 2.1.2 | Impianti di potabilizzazione | 9 |
| 2.1.3 | Re-layout delle reti | 10 |
| 2.1.4 | Perdite di rete | 10 |
| 2.2 | <i>Servizi di depurazione</i> | 12 |
| 2.2.1 | La linea dell'aria compressa nelle vasche di ossidazione | 12 |
| 2.2.2 | Sistemi di movimentazione dei reflui nelle vasche di ossidazione..... | 13 |
| 2.3 | <i>Ulteriori interventi di efficienza energetica</i> | 13 |
| 3 | INDIVIDUAZIONE DEGLI ALGORITMI PER IL CALCOLO DEI RISPARMI ENERGETICI ADDIZIONALI | 14 |
| 3.1 | <i>Sistemi di pompaggio</i> | 15 |
| 3.2 | <i>Servizio di acquedotto</i> | 15 |
| 3.3 | <i>Servizio di depurazione</i> | 17 |
| 4 | BIBLIOGRAFIA | 20 |

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 s.m.i. 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:

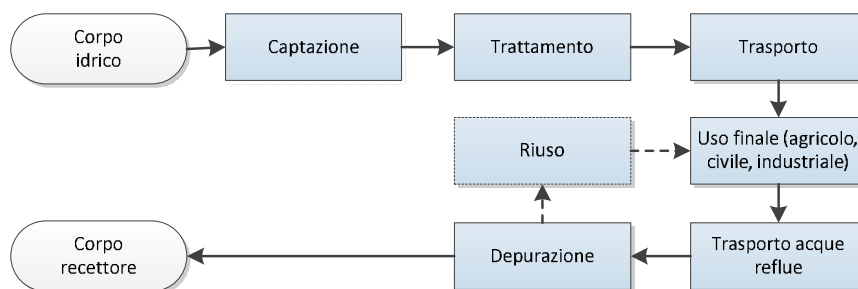


Figura 24: schema del servizio idrico integrato

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 25 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).

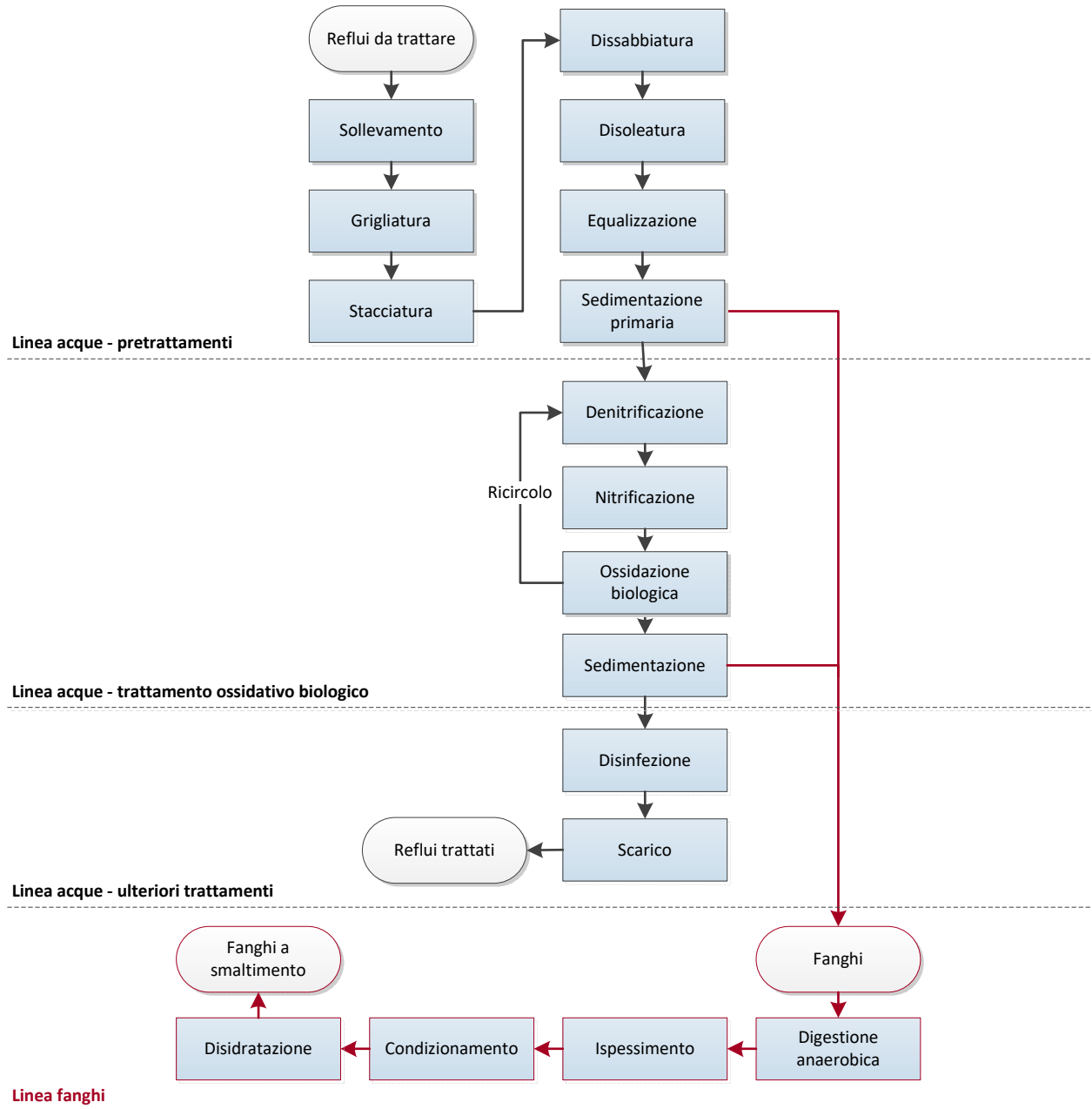


Figura 25: flusso del processo tipo di un impianto di depurazione

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 alla 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 di nuove pompe | 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 | Realizzazione di tratti di rete | PC |
| | | Realizzazione di sistemi di pompaggio | Realizzazione di sistemi di pompaggio | PC |
| | | Realizzazione di impianti di pompaggio | Realizzazione di impianti di pompaggio | PC |
| | | Realizzazione di serbatoi di accumulo | Realizzazione di serbatoi di accumulo | PC |
| | Perdite di rete | Contestuale realizzazione/dismissione/sostituzione di serbatoi di accumulo, sistemi di pompaggio, tratti di rete | Contestuale realizzazione/dismissione/sostituzione di serbatoi di accumulo, sistemi di pompaggio, tratti di rete | PC |
| | | Gestione e controllo delle pressioni | Gestione e controllo delle pressioni | PC (mc) |
| | | Adozione tecniche di controllo attivo delle perdite | Adozione tecniche di controllo attivo delle perdite | PC (mc) |
| | Modifica dei layout e rinnovo su ampia scala dell'infrastruttura | Modifica dei layout e rinnovo su ampia scala dell'infrastruttura | PC | |
| DEPURAZIONE | Installazione motori elettrici | Installazione motori elettrici | PS o PC | |
| | Sistemi di pompaggio | Installazione o sostituzione di nuove pompe | PC | |
| | Trattamento ossidativo biologico | Sostituzione di sistemi di produzione, distribuzione e diffusione dell'aria compressa | Sostituzione di sistemi di produzione, distribuzione e diffusione dell'aria compressa | PC |
| | | Sostituzione di sistemi di movimentazione dei reflui | Sostituzione di sistemi di movimentazione dei reflui | PC |
| | | Realizzazione di nuove vasche di ossidazione biologica | Realizzazione di nuove vasche di ossidazione biologica | PC |
| | Linea fanghi | Installazione o sostituzione di nuove centrifughe | Installazione o sostituzione di nuove centrifughe | PC |
| | | Installazione o sostituzione di nuovi sistemi di disidratazione meccanici | Installazione o sostituzione di nuovi sistemi di disidratazione meccanici | PC |
| Installazione o sostituzione di sistemi di disidratazione termici | | Installazione o sostituzione di sistemi di disidratazione termici | PC | |
| FOGNATURA | Installazione motori elettrici | Installazione motori elettrici | PS o PC | |
| | Sistemi di pompaggio | Installazione o sostituzione di nuove pompe | PC | |

PC: progetti a consuntivo; PC (mc): progetti a consuntivo, misure comportamentali; PS: progetti standard

Tabella 38: tipologie di interventi realizzabili nel SII

Per il SII la tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017, così come modificata dal D.M. 10 maggio 2018, indica i seguenti interventi:

1. "efficientamento reti elettriche, del gas e idriche";

2. installazione o sostituzione di *“sistemi a bolle fini per impianti di depurazione”*;
3. installazione o sostituzione di *“impianti di produzione dell'aria compressa per impianti di depurazione”*.

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 in Tabella 38, ad eccezione dei sistemi a bolle fini, produzione di aria compressa e sistemi di segnalazione e gestione efficienti, rientrano nella tipologia di intervento *“efficientamento reti elettriche, del gas e idriche”*.

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 variegate: 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 chiusure e PVR, e molto spesso ridimensionamento delle 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 dalle 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 identificare 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 simili 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 (SOTE² 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 sommergenza, della dimensione delle bolle, dei flussi d'aria specifici sui diffusori, della densità dei diffusori in vasca nonché della loro disposizione.

² 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

In generale, l'efficienza energetica di aerazione delle linee di aria compressa è quantificabile con il parametro SAE (Standard Aeration Efficiency), espresso in kgO_2/kWh e tiene conto del contributo congiunto delle tre sezioni di impianto sopra indicate (produzione, distribuzione e diffusione).

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).

2.3 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.

| Servizio idrico | Sezione di impianto del Servizio Idrico | Intervento | Tipo progetto | Indicatore | Algoritmo | |
|---|---|--|---------------|----------------------|----------------------|---|
| ACQUEDOTTO | Sistemi di pompaggio | Installazione o sostituzione di nuove pompe | 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 | |
| | Perdite di rete | Contestuale realizzazione/dismissione/sostituzione di serbatoi di accumulo, sistemi di pompaggio, tratti di rete | | PC | kWh/m ³ * | 3 |
| | | Gestione e controllo delle pressioni | PC (mc) | kWh/m ³ * | 3 | |
| | | Adozione 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 elettrici | | PS o PC | -- | -- | |
| | Sistemi di pompaggio | Installazione o sostituzione di nuove pompe | PC | Rendimento | 1 | |
| | Trattamento ossidativo biologico | Sostituzione di sistemi di produzione, distribuzione e diffusione dell'aria compressa | PC | SAE | 4 | |
| | | Sostituzione di sistemi di movimentazione dei reflui | PC | SAE | 4 | |
| | | Realizzazione di nuove vasche di ossidazione biologica | PC | SAE | 4 | |
| | 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 elettrici | | PS o PC | -- | -- | |
| | Sistemi di pompaggio | Installazione o sostituzione di nuove pompe | PC | Rendimento | 1 | |

PC: progetti a consuntivo; PC(mc): progetti a consuntivo, misure comportamentali; PS: progetti standard

* nei casi meglio precisati nel paragrafo 3.2 l'indicatore da considerare è kWh/m³/m

Tabella 39: 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 di inveter | si/no | | | | | | |
| Efficienza delle pompa in condizioni nominali di progetto | % | | | | | | |
| Efficienza del motore | % | | | | | | |
| Anno di installazione | -- | | | | | | |

Tabella 40: 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 | $RISP = \sum [(C_{s_{bas}} - C_{s_{post}}) \times W_{out_post}] \times f_e$ |

essendo:

- RISP il risparmio di energia primaria, espresso in tep;
- $C_{s_{bas}}$, $C_{s_{post}}$ 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].

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/m³/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 di inveter | si/no | | | | | | | | |
| Efficienza delle 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 27 dicembre 2017, 917/2017/R/IDR, Allegato A, artt. 7 e 8

Tabella 41: tabella di sintesi da fornire per interventi sul servizio di acquedotto

3.3 Servizio 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 | $RISP = \left(\frac{1}{SAE_{baseline}} - \frac{1}{SAE_{ex\ post}} \right) \times kgO_2 \times f_e$ |

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 aria³;
- 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.).

³ Calcolato considerando una densità dell'aria di 1,225 kg/Sm³ e la frazione massica dell'ossigeno del 23,3%

| 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 | | |
| Tipologia di sistema di diffusione | -- | | |
| Potenza elettrica mixer | kW | | |
| SAE | kgO ₂ /kWh | | |
| Valori medio annuo di COD in ingresso | mg/l | | |
| Valori medio annuo di COD in uscita | mg/l | | |
| Valori medio annuo di Azoto in ingresso | mg/l | | |
| Valori medio annuo di Azoto in uscita | mg/l | | |
| Valori medio annuo di Fosforo in ingresso | mg/l | | |
| Valori medio annuo di Fosforo in uscita | mg/l | | |
| Portata media annua trattata | m ³ | | |
| Abitanti equivalenti | AE | | |

Tabella 42: tabella di sintesi da fornire per interventi sulla sezione di trattamento ossidativo biologico

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 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, ovvero relativi agli interventi che non rispettano i requisiti di cui all'art. 6 del D.M. 11 gennaio 2017 modificato e aggiornato dal D.M. 10 maggio 2018.

| 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 sistemi free cooling ad eccezione di quelli indiretti ad acqua di falda e diretti ad aria adiabatici |
| 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 |